

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**С. В. Бойченко, О. В. Іванченко, Казимір Лейда,  
В. Ф. Фролов, А. В. Яковлєва**

**ЕКОЛОГІСТИКА,  
РЕЦИКЛІНГ І УТИЛІЗАЦІЯ  
ТРАНСПОРТУ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Рекомендовано до друку  
Вченою радою Національного авіаційного університету

Київ 2019

УДК 504.5:621.43.064:65.012.34(075.8)

ББК Е 457

*Рекомендовано до друку  
Вченою радою Національного авіаційного університету  
(протокол № 6 від 28 вересня 2018 року)*

*Автори:*

- С. В. Бойченко** – д.т.н., проф. – вступ, розд. 1 (спільно з А. В. Яковлевою), розд. 4 (спільно з О. В. Іванченко, А. В. Яковлевою), загальне редагування;  
**О. В. Іванченко** – асист. – розд. 2, 3 (спільно з Казиміром Лейдою), розд. 4 (спільно з С.В. Бойченком, А. В. Яковлевою);  
**Казимір Лейда** – д.т.н., проф. – розд. 2, 3 (спільно з С. В. Бойченком);  
**В. Ф. Фролов** – д.т.н., проф. – розд. 5;  
**А. В. Яковлева** – к.т.н., доц. – розд. 1 (спільно з С. В. Бойченком), розд. 4 (спільно з О. В. Іванченко, С. В. Бойченком), додатки.

*Рецензенти:*

- В. П. Матейчик** – д.т.н., професор, декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету  
**С. П. Денисюк** – д.т.н., професор, директор Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського  
**О. А. Машиков** – д.т.н., професор, проректор з наукової роботи Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління

Рекомендовано Вченою радою Національного авіаційного університету (протокол № 6 від «28» вересня 2018 р.).

Е 457 Бойченко С. В., Іванченко О. В., Лейда Казимір, Фролов В. Ф., Яковлева А. В. (за редакцією професора С. В. Бойченка). Екологістика, рециклінг і утилізація транспорту: навчальний посібник. – К.: НАУ, 2019. – 266 с.

## ЗМІСТ

|   |          |
|---|----------|
| Перелік умовних позначень та скорочень.....   | 6        |
| <b>ВСТУП</b> .....  | 8        |
| <b>РОЗДІЛ 1. СУЧАСНА ДЕФІНІЦІЯ ЕКОЛОГІСТИКИ<br/>У КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b> .....                        | 12       |
| 1.1. Визначення стратегії сталого розвитку.....   | 13       |
| 1.2. Концепція реверсивної логістики (логістики<br>ресурсозбереження).....  | 22       |
| 1.3. Парадигма інтегрованої «зеленої» логістики – екологістики<br>Питання для самоконтролю.....                         | 29<br>40 |
| <b>РОЗДІЛ 2. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗНАННЯ З ВІДХОДІВ<br/>І ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ</b> .....   | 41       |
| 2.1. Основні терміни та визначення.....   | 41       |
| 2.2. Життєвий цикл транспортного засобу.....  | 42       |
| 2.3. Морфологічний склад транспортного засобу.....  | 53       |
| 2.4. Правове регулювання поводження з відходами.....  | 59       |
| 2.4.1. Нормативно-правове регулювання утилізації<br>відпрацьованих транспортних засобів.....                            | 61       |
| 2.4.2. Основні положення європейського законодавства у сфері<br>поводження з відходами транспорту.....                  | 67       |
| 2.4.3. Правове та нормативно-технічне забезпечення екологічної<br>безпеки космічної діяльності.....                     | 77       |
| Питання для самоконтролю.....   | 81       |
| <b>РОЗДІЛ 3. УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ НАЗЕМНОГО<br/>ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b> .....                      | 82       |
| 3.1. Світовий досвід утилізації автомобілів (авторециклінг).....  | 83       |
| 3.2. Екологізація автомобільного транспорту та нейтралізація<br>токсичних викидів у двигунах внутрішнього згорання..... | 96       |
| 3.3. Технології та обладнання утилізації та рециклінгу.....   | 109      |
| 3.3.1. Розбирання автомобіля та його агрегатів.....   | 109      |
| 3.3.2. Очищення агрегатів і деталей автомобілів.....  | 111      |
| 3.3.3. Аналіз стану та сортування деталей з автомобілів,<br>що вийшли з експлуатації .....                              | 117      |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3.4. Техніка безпеки під час утилізації та рециклінгу транспортних засобів.....                    | 120        |
| 3.4. Процеси та апарати, що використовують під час утилізації транспортних засобів.....              | 129        |
| 3.4.1. Пресування автомобільного металобрухту.....   | 130        |
| 3.4.2. Дроблення автомобільного металобрухту.....  | 133        |
| 3.4.3. Видова сепарація відходів металів.....  | 137        |
| 3.5. Технології утилізації та рециклінгу пластикових виробів транспортних засобів.....               | 143        |
| 3.5.1. Утилізація деталей з поліолефінів.....  | 144        |
| 3.5.2. Утилізація відходів ПВХ матеріалів.....   | 144        |
| 3.5.3. Утилізація деталей з пінополіуретану (ППУ).....   | 150        |
| 3.5.4. Утилізація деталей з полістирольних пластиків.....  | 151        |
| 3.5.5. Утилізація деталей з реактопластів.....   | 152        |
| 3.6. Технології утилізації та рециклінгу амортизованих шин та гумотехнічних виробів.....             | 153        |
| 3.6.1. Виготовлення та застосування гумової крихти.....  | 156        |
| 3.6.2. Виробництво регенерату.....   | 160        |
| 3.6.3. Хімічні способи утилізації гумових відходів.....  | 164        |
| 3.7. Технології утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів.....                                 | 167        |
| Питання для самоконтролю.....  | 177        |
| <b>РОЗДІЛ 4. УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b>      | <b>178</b> |
| 4.1. Світовий досвід утилізації літаків (авіарециклінг).....   | 178        |
| 4.2. Екологізація авіаційного транспорту. Сучасні вимоги та тенденції.....                           | 190        |
| Питання для самоконтролю.....  | 209        |
| <b>РОЗДІЛ 5. УТИЛІЗАЦІЯ КОСМІЧНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....</b>                    | <b>210</b> |
| 5.1. Вплив космічної діяльності на екологічний стан біосфери Землі.....                              | 210        |
| 5.2. Вплив антропогенного фактору на навколосемний космічний простір (НКП) та екологію біосфери..... | 214        |
| 5.3. Джерела техногенного забруднення НКП.....   | 222        |
| 5.4. Забруднення НКП твердими фрагментами (космічним сміттям).....                                   | 227        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.5. Екологічний вплив космічної діяльності на приземну атмосферу.....    | 234        |
| 5.6. Основні напрями запобігання забруднення космічним сміттям.....       | 240        |
| 5.7. Утилізація космічного сміття.....                                    | 242        |
| Питання для самоконтролю.....   | 246        |
| <b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ<br/>ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b> | <b>247</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>   | <b>255</b> |

## Перелік умовних позначень та скорочень

|      |   |
|------|---|
| AFRA | – Aircraft Fleet Recycling Association (Асоціація з утилізації парку повітряних суден); |
| ICAO | – International Civil Aviation Organization (Міжнародна організація цивільної авіації); |
| АК   | – автомобільні компоненти;  |
| АТ   | – авіаційна техніка;  |
| АТК  | – авіаційно-технічний комплекс;   |
| АР   | – авторециклінг;  |
| ВГ   | – відпрацьовані гази;   |
| ГДК  | – гранично-допустима концентрація;  |
| ГДВ  | – гранично-допустимий викид;  |
| ГДР  | – гранично-допустимий рівень;   |
| ГДС  | – гранично-допустимий скид;   |
| ГДЕН | – гранично-допустиме екологічне навантаження;   |
| ГТД  | – газотурбінний двигун;   |
| ДВЗ  | – двигун внутрішнього згорання;   |
| ЕІ   | – індекс емісії;  |
| ЕСС  | – Європейське Економічне Співтовариство;  |
| ЄС   | – Європейський союз;  |
| ЖЦ   | – життєвий цикл;  |
| КА   | – космічний апарат;   |
| КД   | – космічна діяльність;  |
| КК   | – космічний корабель;   |
| КС   | – космічне сміття;  |
| КТ   | – космічна техніка;   |
| ЛА   | – літальний апарат;   |
| МККС | – Міжагентський координаційний комітет з космічного сміття;                             |
| ММ   | – мастильні матеріали;  |
| МОТЗ | – мастильно-охолоджуючі технологічні засоби;  |
| НКП  | – навколосемний космічний простір;  |
| НС   | – навколишнє середовище;  |
| ОМН  | – органо-мінеральний наповнювач;  |
| ООН  | – Організація Об'єднаних націй;   |
| ПВХ  | – полівінілхлорид;  |

- ППУ – пінополіуретан;
- ПС – повітряне судно;
- ПХБ – поліхлорбіфенілі;
- ПХТ – поліхлортерфеніл;
- РКТ – ракетно-космічна техніка;
- СВН – суміш відпрацьованих нафтопродуктів;
- ТЗ – транспортний засіб;
- ТТ – транспортна техніка;
- УА – утилізація автомобілів;
- УЗ – ультразвукове очищення;
- ЦА – цивільна авіація;
- ЮНСЕД (англ. – UNCED, United Nations Conference on Environment and Development) – конференція ООН з навколишнього середовища та розвитку.

## ВСТУП

Розвиток виробництва й зростання масштабів господарської діяльності, під час яких людина використовує дедалі більшу кількість природних ресурсів, зумовлюють тотальне посилення антропогенного тиску на довкілля та порушення рівноваги в навколишньому природному середовищі. А це, в свою чергу, призводить до загострення соціально-економічних проблем. Одночасно з вичерпанням запасів невідновлюваних сировинних і енергетичних ресурсів посилюється забруднення довкілля, особливо водних ресурсів і атмосферного повітря, зменшуються площі лісів і родючих земель, зникають окремі види рослин, тварин тощо.

Усе це зрештою підриває природно-ресурсний потенціал суспільного виробництва та негативно позначається на здоров'ї людини. Соціально-економічний розвиток має ґрунтуватися на принципах урахування можливостей природних комплексів витримувати навантаження та забезпечувати нормальне функціонування біосфери й локальних екосистем. Від цього вирішальною мірою залежать їх корисна продуктивність, якість і комфортність життєвого середовища, екологічне та економічне благополуччя населення того чи іншого регіону. Про такий розвиток можна говорити лише тоді, коли економічне зростання, матеріальне виробництво та споживання, інші види суспільної діяльності відбуваються в межах, визначених здатністю екологічних систем до відновлення. Концептуальними засадами сталого розвитку передусім передбачається екологізація економіки, гуманізація, запровадження певної системи принципових підходів до питань суспільної діяльності.

Застосування недосконалих технологічних процесів і недостатня комплексність використання сировини в промисловості, значне збільшення чисельності населення за поліпшення якості життя викликає утворення величезної кількості промислових і побутових відходів.

Проблема відходів останнім часом висунулася серед інших екологічних проблем на перше місце. Говорячи про озонові діри, атомні електростанції й глобальне потепління, ми не помічаємо, як до нас непомітно підкрадається ще одна



небезпека – загибель під горами сміття, що створюється людством. Людина порушує один з основних екологічних законів – кругообіг речовин у природі, запроваджуючи нові, чужі природі речовини.

Сьогодні поводження з відходами виходить на новий, якісний рівень. Усе частіше зустрічаються твердження про зародження нової науки – гарбології (від англійського – «garbage» – сміття), або простіше – сміттеведення. Сучасну еру існування людства все частіше, по аналогії із кам'яною, бронзовою, атомною, називають сміттевою.

Відходи транспорту є джерелами антропогенного забруднення навколишнього середовища (НС) в глобальному масштабі й виникають як неминучий результат споживацького ставлення та недозволено низького коефіцієнта використання ресурсів. Відходи утворюються на всіх етапах життєвого циклу транспортного засобу – під час його виробництва, експлуатації, технічному обслуговуванні та виведенні з експлуатації. Після закінчення терміну експлуатації сам транспортний засіб (ТЗ) стає відходом – це його корпус і частини, небезпечні матеріали, що входять до складу (важкі метали, свинець, цинк, стійкі пластикові частини, що містять гуму виробу з вмістом нафтопродуктів та інші).

Суть процесу утилізації транспорту полягає у тому, що після закінчення терміну експлуатації, ТЗ спрямовується у спеціалізований пункт прийому металобрухту для подальшого перероблення, тобто на авторециклінг або авіарециклінг.

Застосування комплексу організаційно-економічних заходів, що дозволяють забезпечити вирішення завдань ресурсозбереження, зумовило формування відповідного наукового напрямку у промисловій логістиці – логістики ресурсозбереження (реверсивна логістика). На сьогодні логістика, що заснована на ресурсозберігаючих і екологічно безпечних процесах і технологіях, дістала назву «зелена логістика» («Green Logistics»). Польські вчені Z. Korzen і J. Kuształ запропонували екологічний напрям логістики називати екологістикою, що вказує на екологічну орієнтацію логістики, а також на таку її мету, як створення інтегрованої екологістичної системи.

Екологічно орієнтована (або зелена) логістика (екологістика) має на меті, з одного боку, мінімізувати шкідливий вплив на НС логістичних процесів, а з іншого – зменшити або повністю виключити споживання невідновлюваних або частково відновлювальних енергоресурсів. При цьому під шкідливими впливами розуміється не тільки викид відпрацьованих газів (ВГ). Це також шум і вібрація, що створюють автомобільні, залізничні та авіаційні транспортні засоби, відходи паливно-мастильних матеріалів, що потрапляють в землю та воду, використана упаковка й браковані вироби, що потрібно утилізувати, і багато іншого – все, що призводить до несприятливих змін умов проживання на нашій Планеті.

На сьогодні екологістика – новий науковий міждисциплінарний напрям в екології та економіці природокористування, спрямований на виявлення закономірностей раціонального екологічного управління рухом матеріальних, інформаційних і енергетичних потоків у системах природокористування. Концепція екологістики розглядається як ефективний мотивований підхід до управління ресурсними потоками не тільки з метою зниження витрат, а й зменшення екодеструктивного впливу на компоненти природного середовища. Екологістика передбачає інтеграцію різних функцій господарювання, пов'язаних ресурсними потоками, для досягнення цілей сталого та екологічно безпечного розвитку.

Утилізувати – це коли можна повністю або частково переробити в інший корисний продукт. Утилізація транспорту – це процес перероблення старого ТЗ. Тобто при поводженні з транспортними відходами актуальними є технології рециклінгу. Тлумачення терміну утилізація передбачає використання ресурсів, що не знаходять прямого використання за призначенням, вторинних ресурсів, відходів виробництва та споживання.

Рециклінг – надання матеріалам необхідних властивостей, що дозволять використовувати їх повторно. Іншими словами, рециклінг – вторинне використання. Рециклінг – це процес, а перероблення відходів – це діяльність, що має низку галузей діяльності й безлічі різних процесів. У цьому сенсі рециклінг є одним з елементів утилізації відходів, що в свою чергу

є частиною перероблення відходів. У загальному розумінні рекуперація (recuperation) – повернення частини матеріалів або енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі.

Перероблення відходів – діяльність, що полягає у поводженні з відходами з метою забезпечення повторного (вторинного) використання в економіці отриманих сировини, енергії, виробів і матеріалів. Метою перероблення є перетворення відходів у вторинну сировину, енергію або продукцію з певними споживчими властивостями.

Під поводженням з відходами розуміється діяльність, що включає збір, розміщення, утилізацію, знешкодження, транспортування, зберігання, захоронення, знищення та транскордонні переміщення відходів, а також організаційно-технологічні заходи з технічного регулювання робіт з відходами, включаючи попередження, мінімізацію, облік і контроль утворення та накопичення відходів.

Авторами систематизовано підготовлено матеріал про теоретичні засади екології, сутність та зміст нового міждисциплінарного наукового напрямку в області сучасної екологічної сфери, а також про технології утилізації та рециклінгу ТЗ, що вийшли з експлуатації. Тут систематизовано та розширено знання про техногенний вплив ТЗ, що вийшли з експлуатації на НС, а також методологічні основи сучасних технологічних процесів утилізації та рециклінгу ТЗ, їх вузлів і агрегатів, що створює необхідні та достатні умови для отримання знань, умінь та навичок щодо визначення рівня забруднення НС шкідливими речовинами під час життєвого циклу ТЗ.

Посібник буде корисним для фахівців транспортної сфери, а також студентів, аспірантів і здобувачів наукового ступеня відповідного профілю.

Отримані в процесі вивчення курсу теоретичні та практичні знання сприятимуть формуванню в ісококваліфікованого й ерудованого фахівця.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНА ДЕФІНІЦІЯ ЕКОЛОГІСТИКИ У КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Світове співтовариство з кожним роком виявляє все більшу стурбованість щодо охорони довкілля, забезпечення сталого розвитку країн і регіонів, захисту інтересів майбутніх поколінь. Україна проголосила ідеологію сталого розвитку державною стратегією на XXI ст. Реалізація цієї стратегії потребує відповідного теоретичного забезпечення. Але відсутність поступу у формуванні національної концепції сталого розвитку та відповідної законодавчої бази призводить до виснаження природних ресурсів і віддаляє Українську державу від світового курсу переходу на шлях сталого розвитку.

Наближення екологічної кризи вперше відчули промислово розвинуті країни ще у 70-х рр. XX століття й почали розробляти природоохоронні заходи як законодавчого, так і нормативного характеру, виробили і почали інтенсивно впроваджувати певну стратегію управління НС. Для реалізації наміченої стратегії почали розроблятися спеціальні національні стандарти, що визначали єдину методологію її проведення. Міжнародні організації зі стандартизації головну увагу почали звертати не тільки на розроблення стандартів на методи контролю (визначення) компонентів НС (повітря, вода, ґрунти), а і на розроблення комплексу стандартів системи управлінням НС. Системи управління якістю довкілля є складовою частиною загальної системи адміністративного управління підприємств і організацій.

Входження України до міжнародної спільноти, впровадження ринкових методів управління як економікою, так і окремими підприємствами і організаціями вимагає знання та дотримання сучасних єдиних норм і правил в галузі екологічної діяльності, впровадження екологічно орієнтованих методів управління.

Створення та впровадження міжнародних екологічних стандартів – це результат великої необхідності вирішення проблеми світового рівня: викиди в атмосферу, забруднення

річок і водойм тощо не обмежуються територією лише однієї країни. Міжнародні екологічні стандарти визначають методи створення та забезпечення функціонування систем екологічного управління на підприємствах і організаціях, вимоги до таких систем, встановили вимоги до екологічного аудиту тощо.

### **1.1. Визначення стратегії сталого розвитку**

Ідея стратегії сталого розвитку з'явилася в кінці ХХ століття завдяки усвідомленню того, що природна еволюція завела людство в скрутне становище, що характеризується наступним:

- витрачання наявних ресурсів випереджає формування нових;
- розподіл ресурсів нерівномірний, що дестабілізує ситуацію як в окремих країнах, так і в світі в цілому;
- відбувається деградація природного середовища, в біосфері розвиваються незворотні негативні процеси.

Ідея «сталого розвитку» (sustainable development) виникла, як шлях подолання ситуації, що загрожує людству загибеллю. Термін «сталий розвиток» набув широкого поширення після публікації доповіді Інтернаціональної комісії з НС і розвитку підготовленої для ООН у 1987 р.

У українському виданні цієї доповіді англійський термін sustainable development переведений як «сталий розвиток», хоча слово «sustainable» має й інші значення: «підтримуване», «тривале, безперервне», «підкріплюється», «захищається» (додаток 1).

Стратегія сталого розвитку вперше була озвучена на Конференції ООН з НС і розвитку (ЮНСЕД) в Ріо-де-Жанейро в 1992 р., на якій було прийнято історичне рішення про зміну курсу розвитку усієї світової спільноти. Таке рішення глав урядів і фаворитів з 179 держав, що зібралися на ЮНСЕД, були обумовлені погіршенням глобальної екологічної ситуації та з прогнозованим на базі аналізу її динаміки глобальної катастрофи, що може вибухнути вже в ХХІ ст. та привести до смерті всього живого на Планеті. ЮНСЕД показала усвідомлення згубності звичайної моделі розвитку, що була

охарактеризована як нестійкий розвиток, що призводить до криз, катастроф і омніцида (смертю всього живого). Перехід на нову модель (стратегію) розвитку, що отримала назву моделі сталого розвитку, видається природною реакцією світової спільноти, що прагне до свого виживання та подальшого розвитку. Людство зіткнулося з протиріччями між своїми зростаючими потребами та нездатністю біосфери забезпечити їх, не руйнуючись. У результаті соціально-економічний розвиток прийняв характер прискореного руху до глобальної екокатастрофи, при цьому є небезпека не лише задоволення життєво важливих потреб та інтересів майбутніх поколінь людей, а й сама можливість їх існування. Виникла ідея вирішити це протиріччя на шляху переходу до такого цивілізаційного розвитку, що не руйнує своєї природної бази, гарантуючи людству можливість виживання та подальшого безперервного, тобто керованого сталого розвитку. На ЮНЕСД широко використовувалося визначення, наведене в книзі «Наше спільне майбутнє»: «Сталий розвиток – це такий розвиток, що задовольняє потреби реального часу, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби». Це визначення було піддано критиці за нечіткість та антропоцентричність. Значалося, що визначення поняття «сталий розвиток» зобов'язане в явній формі включати в себе уявлення про збереження НС. Згідно з Програмою ООН з НС (ЮНЕП) основні проблеми екологічного характеру в ХХІ ст. наступні:

- зміна клімату в результаті викиду парникових газів;
- недолік прісної води та її забруднення;
- зникнення лісів та опустелювання;
- зменшення біорізноманіття;
- зростання чисельності населення (та його переміщення);
- необхідність видалення відходів;
- забруднення повітря;
- деградація ґрунтів та екосистем;
- хімічне забруднення;
- виснаження озонового шару;
- урбанізація;
- виснаження природних ресурсів;

- порушення біогеохімічних циклів;
- поширення захворювань (включаючи появу нових).

Практично будь-яка з цих екологічних проблем може, якщо буде тривати стихійний розвиток цивілізації, привести до загибелі людства та біосфери.

Ідеї сталого розвитку відповідають вимозі часу та можуть вирішальним чином вплинути на майбутнє країни, зіграти важливу роль у визначенні державних пріоритетів, стратегії соціально-економічного розвитку та перспектив подальшого реформування.

Стратегія сталого розвитку «Україна-2020» – це документ, що визначає напрями та пріоритети розвитку України на період до 2020 р..

Розроблення Стратегії розпочалася ще у липні 2014 р. із запрошення громадськості надавати свої пропозиції щодо бачення розвитку країни. 24 грудня 2014 р. на своєму першому засіданні Стратегію схвалила Національна рада реформ, що є спеціальним консультативно-дорадчим органом при Президентові України з питань стратегічного планування, узгодження позицій щодо впровадження в Україні єдиної державної політики реформ і їх реалізації.

Один з напрямів Стратегії – це сталий розвиток країни, тобто проведення структурних реформ через які відбудеться підвищення стандартів життя. Україна має стати державою з сильною економікою та з передовими інноваціями.

Метою Стратегії є впровадження в Україні європейських стандартів життя та вихід України на провідні позиції у світі. Але держава не в змозі приділити увагу та фінанси повноцінно на всі напрями реалізації Стратегії, тому було зазначено деякі реформи і програми першочерговими. І однією з таких програм є програма енергонезалежності – перехід до енергоефективного та енергоощадного використання та споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій; реалізація проектів з використанням альтернативних джерел енергії; нарощування видобутку вітчизняних енергоносіїв; модернізація інфраструктури ПЕК.

Стратегія була прийнята в найскладніший період розвитку нашої країни. За своєю природою «Стратегія-2020» є важливим орієнтиром потенційних змін в Україні.

У той же час спостерігався момент невизначеності у міжнародних відносинах, пов'язаний із, так званою, енергетичною безпекою – вичерпанням паливних ресурсів Землі. У складному комплексі проблем енергетичної безпеки, тісно пов'язаної зі взаємовідносинами між різними державами, відбуваються найбільш непередбачувані повороти. Слід зазначити, що ООН визнає два основних компонента безпеки особистості: «захист від несподіваних і згубних порушень нашого повсякденного способу життя», (відомий як «свобода від страху») і «захист від постійних загроз голоду, хвороб, злочинів і пригнічення» (відомий як «свобода від потреб»). Не можливо захистити світ від воєн, якщо люди не будуть у безпеці у себе вдома, на своїх робочих місцях, у повсякденному житті. Тому ООН було розроблено узагальнену Концепцію безпеки людини, що складається з семи основних категорій (компонентів).

До низки цих категорій поняття «Енергетична безпека» не входить, проте воно є визначальним для усіх семи категорій безпеки: економічної, продовольчої, для здоров'я, екологічної, особистої, громадської і культурної, політичної. У реальності усі ці категорії тісно взаємопов'язані й доповнюють одна одну. Запобігання бідності, злочинності, захист робочих місць, доходів, безпека здоров'я, охорона НС – такими є найактуальніші проблеми людства. Усе це включає інтегроване поняття «Енергетична безпека», що відноситься фактично до усього комплексу проблем безпеки, характеризує їх у сьогоденні та відіграватиме значну роль в майбутньому.

Стратегія сталого розвитку передбачала пріоритетне використання відновлюваних енергоресурсів з метою збереження природно-ресурсного потенціалу, економії запасів вуглеводневої сировини та інших викопних палив; зменшення антропогенного навантаження через, наприклад, мінімізацію викидів в атмосферу шкідливих продуктів згорання – парникових газів, у першу чергу CO<sub>2</sub>, а також токсичних оксидів сірки й азоту, пилу і т.п.; зменшення залежності від зовнішніх



джерел енергії через використання місцевих енергетичних ресурсів. Відповідно до цих принципів останнім часом у світі спостерігається стійка глобальна тенденція упровадження енергоефективних екологічно чистих технологій.

Сьогодні врахування екологічного фактору є необхідною умовою інтеграції української економіки у світові економічні процеси з метою забезпечення її конкурентоспроможності. Перед українськими підприємствами постає важливе питання необхідності усвідомлення екологічних пріоритетів під час здійснення виробничої та господарської діяльності. Саме тому впровадження новітніх технологій, підвищення екологічної свідомості, культури, дотримання вимог загальноприйнятих екологічних стандартів, пошук дієвих інструментів реалізації еколого-економічного управління підприємствами, територіями та регіонами є необхідною складовою майбутнього сталого розвитку країни.

У свою чергу, практична реалізація принципів екологічно-сталого розвитку господарських соціально-економічних систем обумовлює необхідність удосконалення методів, способів і інструментів організації виробництва на основі екологізації системи логістичного управління. Стало очевидним, що необхідно реорганізувати економіку таким чином, щоб промислова діяльність людини повністю інтегрувалася у ефективну екологічну інфраструктуру.

У вересні 2015 р. на Саміті ООН з питань сталого розвитку було прийнято оновлене бачення глобального розвитку до 2030 р. Нове бачення було прийнято для того, щоб у майбутньому уникнути антропогенної катастрофи, пов'язаної з діяльністю людства. Значною інновацією стало те, що оновлений Порядок денний комплексно охопив усі континенти, не розмежовуючи країни за рівнем цивілізаційного поступу. Комплексно, це сімнадцять цілей сталого розвитку (ЦСР), що офіційно рекомендовано до впровадження на національних рівнях, починаючи з 2016 р. Цілі сталого розвитку, що на сьогодні дотримуються всі країни світу, встановлюють власні показники розвитку та включають 17 цілей і 169 конкретних завдань, серед яких:

Ціль 1. Подолання бідності у всіх її формах і усюди;

Ціль 2. Подолання голоду, досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння сталому розвитку сільського господарства;

Ціль 3. Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці;

Ціль 4. Забезпечення всеохоплюючої та справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання протягом усього життя для всіх;

Ціль 5. Забезпечення гендерної рівності, розширення прав і можливостей усіх жінок і дівчаток;

Ціль 6. Забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх;

Ціль 7. Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх;

Ціль 8. Сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній та продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх;

Ціль 9. Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій та сталій індустріалізації та інноваціям;

Ціль 10. Скорочення нерівності всередині країн і між ними;

Ціль 11. Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості і екологічної стійкості міст і населених пунктів;

Ціль 12. Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва;

Ціль 13. Вжиття невідкладних заходів щодо запобігання зміні клімату та їх наслідкам;

Ціль 14. Збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку;

Ціль 15. Захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, запобігання опустелюванню, процесам деградації земель;

Ціль 16. Сприяння побудові миролюбивого й відкритого суспільства в інтересах сталого розвитку, забезпечення доступу до правосуддя для всіх і створення ефективних, підзвітних і заснованих на широкій участі інституцій на всіх рівнях;

Ціль 16. Зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках Глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.

Показовим є те, що Україна, не зважаючи на дію агресивних зовнішніх чинників, одна з перших країн, що взяла курс не лише на імплементацію ЦСР, а й розробила власний план дій, викладений у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна». Прихильність нашої держави до реалізацій національного плану дій наголосили та підтвердили представники Уряду України, виступивши 20 вересня 2017 р. на 72-й Генасамблеї ООН.

У зв'язку з ухваленням на Саміті ООН зі сталого розвитку 17 глобальних Цілей сталого розвитку на період до 2030 р. потребувала актуалізації й Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020». Так, у 2017 р. було розроблено оновлений Проект Стратегії сталого розвитку України до 2030 р. та Національний план дій до 2020 р. по впровадженню Стратегії.

Метою нової Стратегії є забезпечення високого рівня та якості життя населення України, створення сприятливих умов для діяльності нинішнього та майбутніх поколінь та припинення деградації природних екосистем впровадженням нової моделі економічного зростання, що базується на засадах сталого розвитку. Досягнення цієї мети відповідає світоглядним цінностям і культурним традиціям українського народу та міжнародним зобов'язанням України.

З урахуванням цілей сталого розвитку, визначених на Саміті ООН у Стратегії сталого розвитку України до 2030 р. поставлено наступні стратегічні цілі:

Стратегічна ціль 1. Сприяння інклюзивному збалансованому низьковуглецевому економічному зростанню та життєстійкій інфраструктурі

Стратегічна ціль 2. Забезпечення сталого галузевого та регіонального розвитку

Стратегічна ціль 3. Подолання бідності та скорочення нерівності, зокрема гендерної

Стратегічна ціль 4. Забезпечення охорони громадського здоров'я, благополуччя та якісної освіти в безпечних і життєстійких населених пунктах

Стратегічна ціль 5. Забезпечення переходу до моделей збалансованого споживання і виробництва, збалансованого управління природними ресурсами та зміцнення заходів реагування на зміну клімату

Стратегічна ціль 6. Збереження наземних і морських екосистем та сприяння збалансованому використанню їхніх ресурсів

Стратегічна ціль 7. Забезпечення безпеки та доступу до правосуддя, створення підзвітних і інклюзивних інституцій.

Нова світоглядна парадигма, на якій ґрунтується Стратегія, є політичною та практичною моделлю такого розвитку всіх країн світу, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби. Ця модель орієнтована на досягнення оптимального балансу між трьома складовими розвитку – економічною, соціальною та екологічною.

Перехід до сталого розвитку – це процес зміни ціннісних орієнтацій багатьох людей. Визнаними міжнародними фундаментальними цінностями розвитку є свобода, рівність, солідарність, толерантність, повага до природи, спільна відповідальність. Національні цілі сталого розвитку базуються на цінностях, властивих українському суспільству. Вони визначають спрямованість стратегії на турботу про спільне благо та захист національних інтересів України.

Стратегічне бачення сталого розвитку України ґрунтується на забезпеченні національних інтересів та виконанні міжнародних зобов'язань України щодо переходу до сталого розвитку. Такий розвиток передбачає:

- подолання дисбалансів в економічній, соціальній та екологічній сферах;
- трансформацію економічної діяльності, перехід на засади «зеленої економіки»;
- побудову мирного та безпечного, соціально згуртованого суспільства з належним врядуванням і інклюзивними інституціями;
- забезпечення партнерської взаємодії органів державної влади, органів місцевого самоврядування, бізнесу, науки, освіти та організацій громадянського суспільства;

- повну зайнятість населення;
- високий рівень науки, освіти та охорони здоров'я;
- підтримання довкілля в належному стані, що забезпечуватиме якісне життя та благополуччя теперішнього та майбутніх поколінь;
- децентралізацію та впровадження регіональної політики, що передбачає гармонійне поєднання загальнонаціональних і регіональних інтересів;
- збереження національних культурних цінностей та традицій.

Визначальним у Стратегії є інноваційне спрямування розвитку, що ґрунтується на активному використанні знань і наукових досягнень, стимулюванні інноваційної діяльності, створенні сприятливого інвестиційного клімату, оновленні виробничих фондів, формуванні високотехнологічних видів діяльності та галузей економіки, підвищенні енергоефективності виробництва, стимулюванні збалансованого економічного зростання, основаному на залученні інвестицій у використання відновлюваних джерел енергії, в екологічно безпечне виробництво та «зелені» технології.

Економічне зростання буде пов'язане не з експлуатацією природних ресурсів, а з широким застосуванням моделей «зеленої» економіки. Накопичені в минулому відходи поступово будуть перероблятися та утилізуватися, що приведе до зменшення масштабів та ліквідації значної кількості полігонів. В експорті відбудеться перехід від сировини та продуктів її первинної переробки до переважання продуктів з високим ступенем доданої вартості.

Завдяки заходам з енергозбереження та застосуванню енергоефективних практик суттєво знизиться енергоємність валового внутрішнього продукту. Частка виробництва екологічно чистої енергії неухильно зростатиме, витісняючи перш за все традиційні карбонові технології. Це дозволить суттєво зменшити викиди парникових газів і інших забруднюючих речовин у атмосферу і стане внеском у протидію зміні клімату. Усе це сприятиме поліпшенню якості довкілля й здоров'я населення.

## **1.2. Концепція реверсивної логістики (логістики ресурсозбереження)**

Логістика як практична наука зайняла важливе місце в сучасній економіці й промисловості. Останнім часом все частіше дискутуються питання логістики як «управління цілями поставок від моменту закупівлі до передачі товару кінцевому споживачеві», і основним об'єктом впливу в цьому процесі стає мінімізація суми витрат підприємства.

Сучасне виробництво вимагає залучення у господарський оборот величезних обсягів матеріальних, енергетичних і природних ресурсів. Щоб задовольнити потребу однієї людини у всьому необхідному, за рік добувають близько 20 т (за деякими даними до 45 т) різної сировини. При цьому в готову продукцію переходить 1–2 % (за більш оптимістичними оцінками, до 6 %) використаної сировини. Усе інше перетворюється у відходи, що утворюються на всіх проміжних стадіях виробництва (додаток 2). У відходи в результаті перетворюється і сам продукт, тому можна сказати, що в процесах виробництва та споживання не випускається нічого, окрім відходів. Точних даних про кількість відходів немає ні в світі, ні в жодній країні, однак наявні розрахункові показники свідчать про те, що маса відходів щорічно зростає й досягає вже критичної величини. За прогнозами, що містяться в документах Конференції ООН з НС та розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.), якщо темпи приросту обсягів твердих відходів зберігатимуться й надалі, то до 2025 р. їх сумарний обсяг збільшиться в 4–5 рази.

Виробництво як визначальна складова господарської діяльності суспільства реалізується через вплив людини на природне середовище з метою створення матеріальних і духовних благ, що необхідні для її гармонійного існування та розвитку. Під час виробничої діяльності частина речовини, енергії та інформації витрачається на створення цільового продукту, а інша, у вигляді відходів, потрапляє у НС. Внаслідок виробничо-господарської діяльності, а також процесів споживання різноманітної продукції утворюється антропогенний кругообіг потоків речовини, енергії та інформації, що за своїм складом, швидкістю проходження

процесів та впорядкованістю є відмінним від біологічного та геологічного, властивих природним екосистемам. Незамкненість антропогенного речовинно-енергетичного циклу є причиною виникнення галузевих і регіональних еколого-економічних проблем, найбільш гострою з яких є проблема утворення, накопичення та використання відходів виробництва та споживання. Розв'язання цих проблем пов'язано з процесами розвитку «зеленої» економіки, що, звісно, обумовлює необхідність розгляду сутнісно-змістовної основи та вихідних принципів екологізації виробництва. Екологізація виробництва формує матеріально-технічну та організаційно-управлінську основи екологічно збалансованого, сталого соціально-економічного розвитку суб'єктів господарювання різного ієрархічного рівня (перш за все підприємств), національних господарських комплексів, а також регіонів (територій). Під екологізацією виробництва розуміється також сукупність усіх видів господарської діяльності, що забезпечують зниження негативної дії виробництва та запобігання порушенню екологічної рівноваги в природному середовищі. Екологізація виробництва може здійснюватися за наступними напрямками:

- природозберігаюча раціоналізація господарської діяльності, спрямована на вдосконалення матеріального виробництва й невиробничої сфери;

- природоохоронна діяльність і екологічна орієнтація розміщення виробництва.

У свою чергу, згідно методологічного підходу, екологізація в загальному вигляді розуміється як об'єктивно обумовлений процес перетворення усієї суспільної праці, спрямований на збереження й розвиток суспільно-економічних функцій природи.

При цьому, на рівні промислового підприємства екологізація виробництва припускає:

- 1) екологізацію продукції, тобто розроблення таких її видів, під час використання яких наноситься мінімальний збиток довкіллю;

- 2) екологізацію технології виробництва продукції, розробку безвідходних і маловідходних технологій, ефективного

очисного устаткування, засобів автоматизації, вимірів і контролю;

3) розроблення варіантів отримання нової корисної продукції з побічних відходів галузі.

Екологізація виробництва розглядається також і з точки зору вирішення еколого-економічних протиріч взаємодії суспільства і природи. Одним з напрямів вирішення цих протиріч є кардинальне перетворення існуючого технологічного способу виробництва через його екологізацію. Потрібний такий спосіб організації і розвитку виробничих процесів, коли за мінімальних витрат живої та матеріалізованої праці й мінімальному збитку, що заподіюється природним зв'язкам, суспільство досягає максимального виходу високоякісної продукції та забезпечує максимальне збереження довкілля, екологічну рівновагу.

Останнім часом, у промислово-розвинених країнах світу, у відповідності до діючих у них систем природокористування, технологічних процесів та сучасних вимог у сфері охорони довкілля все ширше зустрічається поняття «Екологічність природокористування». Під екологічністю природокористування розуміють виробничі стосунки, що складаються в процесі взаємодії виробництва з довкіллям, що спрямовані на підвищення рівня екологічного ефекту на одиницю вироблюваної споживної вартості.

Екологізація виробництва включає такі основні моменти:

- раціоналізацію природокористування на інтенсивній основі узгодження економічних, організаційно-технологічних, соціальних і екологічних інтересів господарюючих суб'єктів;

- вирішення існуючих і виникаючих протиріч з позиції стратегічних потреб майбутніх поколінь;

- максимально можливе забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності населення і природних екосистем;

- істотне зниження впливу дестабілізуючих чинників на стан довкілля інноваційно-технологічною перебудовою виробництва та споживання товарів і послуг;

- припускає створення високоефективного господарського (економічного) механізму природокористування для оптимального вирішення проблем екологічно сталого



соціально-економічного розвитку сьогодні й в досяжному майбутньому.

Крім того, екологізація суспільного виробництва передбачає, зокрема:

- якісніше і кількісне використання інституціональних, фінансово-економічних, соціальних і правових принципів і інструментів раціоналізації природокористування ринкової орієнтації (екологічний аудит, екологізацію системи оподаткування, екологічне страхування, «зелена» логістика та ін.);

- поглиблення еколого-економічних досліджень в системах «суспільство – природа», «економіка – екологія», «видобуток сировини – виробництво – споживання – утилізація» (наприклад, вимір повних витрат у сфері природокористування, оцінку економічного збитку від екодеструктивного рівня виробництва та ін.);

- екологічну орієнтацію участі громадськості в рішенні екологічних проблем.

Екологізація суспільного виробництва також повинна мати кількісну й якісну визначеність, виражатися цілісною системою натуральних і вартісних (еколого-економічних) показників. При цьому, екологічність виробництва, природокористування розглядається як характеристика процесу екологізації господарської діяльності:

- екологічний ефект на одиницю вироблюваної споживної вартості;

- рівень екологічної безпеки виробництва;

- інтегральне екологічне навантаження на природо-ресурсний потенціал та ін.

Екологізація виробництва формує основи екологічно сталого, екобезпечного соціально-економічного розвитку природо-господарських комплексів, а також регіонів (територій).

Так, згідно досліджень Ради з вивчення продуктивних сил України Національної академії наук України (РВПС України НАН України) сталий розвиток – це процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення гарантованого задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умови збереження

і поетапного відновлення цілісності природного довкілля, створення можливостей для рівноваги між її потенціалом і вимогами людей усіх поколінь.

У практичній діяльності реалізація принципів сталого, екологічно-збалансованого природокористування, біосферосумісності виробничих процесів, а також вирішення завдань оптимізації ресурсно-матеріального циклу «виробництво – споживання – утилізація» пов'язуються з організацією безвідходного виробництва. У сучасному розумінні безвідходне виробництво означає розроблення та реалізацію комплексу заходів, які забезпечують мінімальні втрати природних ресурсів за максимальної економічної ефективності, тобто таку організацію виробничих процесів, за якої обсяги забруднювальних речовин, що надходять у НС, відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам і нормативам екологічної безпеки. Досягнення цілей безвідходного виробництва забезпечується через:

- організацію оборотних систем водоспоживання; організації принципово нових виробничих процесів з виключенням або скороченням технологічних стадій, на яких утворюється основна кількість відходів;

- використання відходів виробництва та споживання як вторинних матеріальних ресурсів;

- розроблення та створення територіально-виробничих комплексів із замкненою структурою матеріальних потоків сировини та відходів між елементами комплексу.

Як свідчить світовий досвід, значні резерви підвищення еколого-економічної ефективності виробництва можуть бути мобілізовані використанням концептуально нових методів управління, що базуються на інтегральній парадигмі «зеленої» логістики. У зв'язку з цим важливого значення набуває розроблення теоретико-методологічних та науково-методичних засад еколого-орієнтованого логістичного управління виробництвом у різних галузях економіки.

Аналіз розвитку теорії логістики дозволив визначити напрями застосування логістичних інструментів для вирішення еколого-економічних проблем природокористування (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Напрями розвитку логістики на еколого-економічних засадах

Так, основні концептуальні положення логістики знаходять конструктивне відображення у механізмах екологічного регулювання природокористування, формуючи, тим самим, нову екологоорієнтовану («зелена») логістику.

Екологоорієнтована («зелена») логістика передбачає інтеграцію різних функцій господарювання, пов'язаних з ресурсними потоками для досягнення цілей екологічно збалансованого, сталого розвитку.

Логістика, через комплекс організаційно-економічних заходів, дозволяє забезпечити вирішення завдань ресурсозбереження, що зумовило формування відповідного наукового напрямку у промисловій логістиці – логістики ресурсозбереження (реверсивна логістика). Західними вченими Д. Ламбертом та Дж. Стоком одними з перших було запропоновано розглядати реверсивну логістику як функцію логістики у поверненні продукції, ресурсозбереженні, рециклінгу, заміні матеріалів, поводженні з відходами, їх відновленні та повторному використанні.

У сучасному розумінні реверсивна логістика являє собою процес планування, реалізації та контролю продуктивних і витратоефективних потоків сировини, незавершеного виробництва, готової продукції та пов'язаної з ними інформації від споживача до первинного джерела з метою відновлення цінності чи забезпечення відповідної утилізації.

Слід відмітити, що повернені ресурси можуть бути повторно продані у спеціальних торгових точках, повторно використані у виробництві, перероблені на іншу продукцію, захороненні тощо. Ефективна реалізація реверсивної логістики потребує розробки відповідних гнучких схем контролю, збору, транспортування зворотних ресурсів і відповідного інформаційного забезпечення. При цьому зазначимо, що реверсивна логістика є також невід'ємним елементом логістичного управління, що реалізується у формі гарантійного та постгарантійного обслуговування.

Ідеї концепції реверсивної логістики втілені також у дослідженнях українських і зарубіжних вчених, пов'язаних із управлінням відходами та рециклінгом вторинних матеріальних ресурсів. Значна кількість публікацій з даної тематики зумовила формування нового напрямку наукових досліджень у логістиці, що отримав назву «логістика відходів». Для позначення логістичної діяльності з управління відходами також вживаються терміни «логістика рециклінгу», «логістика утилізації та рециклювання», що за змістом не відрізняються від «логістики відходів».

Логістична система управління відходами охоплює всі стадії життєвого циклу (ЖЦ) відходів:

- їх виявлення, планування збору та використання;
- збирання та підготовку до використання чи реалізації;
- забезпечення корисного використання та контроль за їх використанням.

На рівні окремого суб'єкта господарювання (промислового підприємства) управління відходами може здійснюватись створенням відповідної підсистеми (підрозділу). Створення макрологістичних систем управління відходами дозволяє ефективно вирішити проблему накопичення відходів виробництва та споживання, забезпечивши їх своєчасний збір,

транспортування, переробку, повторне використання та екологічно безпечне розміщення у регіоні.

Дослідження змісту концепцій логістики ресурсозбереження, реверсивної логістики та логістики відходів дозволяє зробити висновок про їх певний «функціональний» характер, тобто такий, що охоплює певний еколого-економічний аспект у сфері природокористування та охорони НС, а саме: управління відходами, раціональне використання та рециклінг ресурсів тощо. Отже, формування екологічно орієнтованого логістичного управління промисловим виробництвом слід розглядати як певну форму управління промисловими системами з урахуванням їх екологічних параметрів (орієнтирів). Під екологічно орієнтованим логістичним управлінням (зокрема, промисловим виробництвом) пропонуємо розуміти управлінську діяльність, що передбачає врахування екологічних чинників на всіх етапах просторово-часового планування, організації, контролю й регулювання руху матеріальних, інформаційних і фінансових потоків від джерела їх виникнення до кінцевого споживача на основі концепції логістики.

### **1.3. Парадигма інтегрованої «зеленої» логістики – екологістики**

Сучасні тенденції інтеграції та глобалізації сприяють активному розвитку підприємств, однак, нерідко, прагнення досягти успіху за будь-яку ціну спричиняють шкідливий вплив на зовнішнє середовище. Одним із можливих варіантів посилення взаємозв'язку економічного зростання з покращенням екологічної ситуації є так зване «озеленення економіки». Упровадження «зеленої» концепції передбачає застосування «зелених технологій», до яких прийнято відносити інноваційні рішення у сфері відновлювальних джерел енергії, перероблення й вторинного використання матеріалів, контролю забруднення повітря, очищення стічної води, енергозбереження, захисту НС тощо.

Для того, щоб відповідати вимогам часу й розвитку технологій, сучасна логістика також дотримується такої важливої вимоги як «екологічність».

Аналіз зарубіжних і вітчизняних наукових джерел створили підґрунтя для виокремлення тлумачення «зеленої логістики», на які найчастіше спираються науковці, що досліджують це питання, і дійти висновку щодо неоднозначності цих тлумачень.

Так, колумбійські вчені дають таку характеристику цьому поняттю: «Зелена логістика описує всі спроби виміряти й мінімізувати екологічні наслідки логістичної діяльності, використовуючи баланс між економічною та логістичною ефективністю та застосовуючи при цьому передові технології й оснащення».

Термін «зелена логістика», на думку П. Мерфі та його співавторів, «...виник на початку 90-х рр. ХХ ст. як новий метод в логістиці, що скеровує стандартні логістичні вимоги до раціональності, ефективності й швидкості обробки та руху товару, та враховує заходи щодо охорони НС».

Д. Роджерс та Р. Тіббен-Лембке трактують «зелену логістику» як «...сукупність дій, спрямованих на мінімізацію екологічних наслідків логістичної діяльності».

На офіційному сайті організації Green Logistics зазначається, що «в «зеленій логістиці» компанії приділяють більшу увагу зовнішнім витратам, що пов'язані зі зміною клімату, забрудненням повітря, води та ґрунту, прагнучи досягнути стійкого балансу між економікою, зовнішнім середовищем і суспільством».

Принципи «зеленої логістики» пропагує і Європейська логістична асоціація, що щорічно проводить європейський рейтинг логістичних проектів. Наприклад, у 2012 р. стартував ініційований проект Green Freight Europe (Зелений фрахт Європи) для вантажоперевізників і логістичних компаній з метою розробки єдиних підходів до визначення факторів шкідливих викидів, порівняння екологічних параметрів різних транспортних операторів тощо.

Німецький дослідник Г. Куметштайнер визначає «зелену логістику» як «...цілісне перетворення логістичних стратегій, процесів і систем на підприємствах і в корпоративних мережах з метою створення екологічних і ресурсозаощадливих логістичних процесів, завдання яких полягає у зменшенні

шкідливого впливу на НС і зниженні використання ресурсів, що не відновлюються».

Дослідники Лі Яньбо та Лю Сунсянь «зелену логістику» визначають як «...новий напрям, що передбачає застосування прогресивних технологій логістики та сучасного обладнання з метою мінімізації забруднень та підвищення ефективності використання логістичних ресурсів».

Дж. Родрігу визначає «зелену» логістику як «екологічно прийнятну та ефективну транспортну систему розподілу». У межах цієї концепції логістична діяльність зводиться лише до транспортної системи розподілу, що повинна здійснюватися на екологічних принципах.

Існує також думка, що «зелена логістика» володіє значним потенціалом для здійснення екологічного контролю транспортних систем, процесів утилізації продукції, пакувальних матеріалів з метою мінімізації забруднень, а також для реалізації процесів енерго- і ресурсозбереження.

Заслуговують на увагу підходи до визначень цього поняття і вітчизняних учених. Так, І. Смирнов розглядає «зелену логістику» з позиції забезпечення екологічної безпеки окремої системи як для всього суспільства, так і для окремого споживача. А вчені М. Григорак, Ю. Варенко стверджують, що «зелена логістика»: «...це система заходів, що передбачає застосування енерго- і ресурсозберігаючих технологій логістики і сучасного обладнання у всіх ланках ланцюжка поставок з метою мінімізації негативного впливу на НС й підвищення загальної споживчої цінності продукції для споживачів».

Дослідниця Н. Чернописька трактує поняття «зелена логістика» таким чином: «...це управління екологічним, економічним і соціальним впливом логістичної системи, що передбачає дії у таких ключових напрямках, як: зменшення інтенсивності використання матеріалів, енергоінтенсивності, дисперсії токсичних субстанцій, збільшення рециклінгу ресурсів, максимізація використання відновлювальних джерел енергії, подовження терміну використання продукції, підвищення інтенсивності надання послуг». Думка Ю. Чортюк визначає «зелену логістику» як «підсистему управління потоками продукції від постачальника до кінцевого споживача

з мінімальним рівнем екодеструктивного впливу на довкілля». Метою «екологічної» логістики на думку цього автора, є «...мінімізація шкідливого впливу господарюючої діяльності на довкілля на всіх етапах руху матеріального і пов'язаних з ним потоків». Отже, логістика, що заснована на ресурсозберігаючих і екологічно безпечних процесах і технологіях, дістала назву «зелена логістика» («Green Logistics»). Польські вчені Z. Korzen і J. Kuształ запропонували екологічний напрям логістики називати екологістикою, що вказує на екологічну орієнтацію логістики, а також на таку її мету, як створення інтегрованої екологістичної системи. Тому екологістика є перспективним напрямом розвитку сучасного підприємства (рис. 1.2).

Сучасний стан економіки в Україні свідчить, що екологічна та соціальна сфери діяльності підприємств не є вагомими чинниками прийняття стратегічних рішень в управлінні виробничими системами. За таких умов забезпечення сталого, «зеленого» розвитку вітчизняної економіки та становлення України як конкурентоспроможного учасника економічних відносин є вкрай проблематичними.

Натомість у Польщі проблемами екологістики займаються порівняно давно. Дослідження у цьому напрямі пов'язані з відомими прізвищами польських логістів Z. Korzen, A. Korzeniowski, M. Skrzypek, B. Rzeczynski, J. Witkowski, A. Baraniecka, B. Rodawski, A. Skowronska, також німецьким дослідником H.-Ch. Pfohl та іншими.

Сучасний розвиток господарського механізму управління виробництвом в Україні повинен здійснюватися на інноваційних засадах із застосуванням ринково орієнтованих підходів до організації управлінської діяльності, визначальними рисами яких є інтегрований підхід до оцінки соціо-еколого-економічних результатів виробництва, а також забезпечення комплексної оптимізації ресурсопотоків у системі «формування ресурсів – виробництво – споживання – утилізація відходів», тобто принципів, методів та інструментів логістичного управління виробничими процесами.



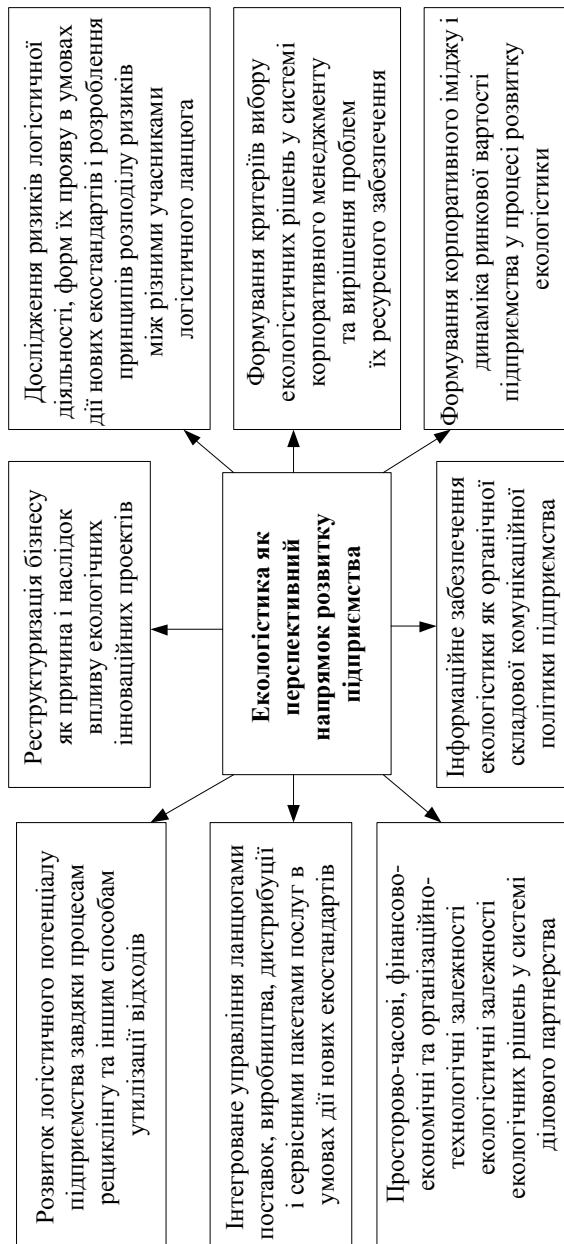


Рис. 1.2. Екологістика як перспективний напрям розвитку підприємства

Однак, одне іншому зовсім не заважає: зменшення шкідливих впливів на довкілля найчастіше й має на увазі економне використання усіх видів ресурсів – перш за все, енергії, палива й матеріалів. Екологічно орієнтована (або зелена) логістика має на меті, з одного боку, мінімізувати шкідливий вплив на довкілля логістичних процесів, а з іншого – скоротити або повністю виключити споживання невідновлюваних або частково відновлювальних енергоресурсів. При цьому під шкідливими впливами розуміється не тільки викиди ВГ. Це також шум та вібрація, що створюють автомобільні, залізничні та авіаційні ТЗ, відходи ПММ, що потрапляють в землю та воду, використана упаковка та браковані вироби, що потрібно утилізувати, і багато іншого – все, що призводить до несприятливих змін умов проживання на нашій Планеті.

**Сучасна парадигма екологістики – новий науковий міждисциплінарний напрям в екології та економіці природокористування, спрямований на виявлення закономірностей раціонального екологічного управління рухом матеріальних, інформаційних і енергетичних потоків у системах природокористування.** Концепція екологістики розглядається як ефективний мотивований підхід до управління ресурсними потоками не тільки з метою зниження витрат, а й зменшення екодеструктивного впливу на компоненти природного середовища. Екологістика передбачає інтеграцію різних функцій господарювання, пов'язаних ресурсними потоками, для досягнення цілей сталого та екологічно безпечного розвитку.

Досягнення мети екологоорієнтованого логістичного управління зумовлює необхідність вивчення та аналізу основних принципів логістичного управління у взаємозв'язку з принципами раціонального природокористування та охорони НС (рис. 1.3.).

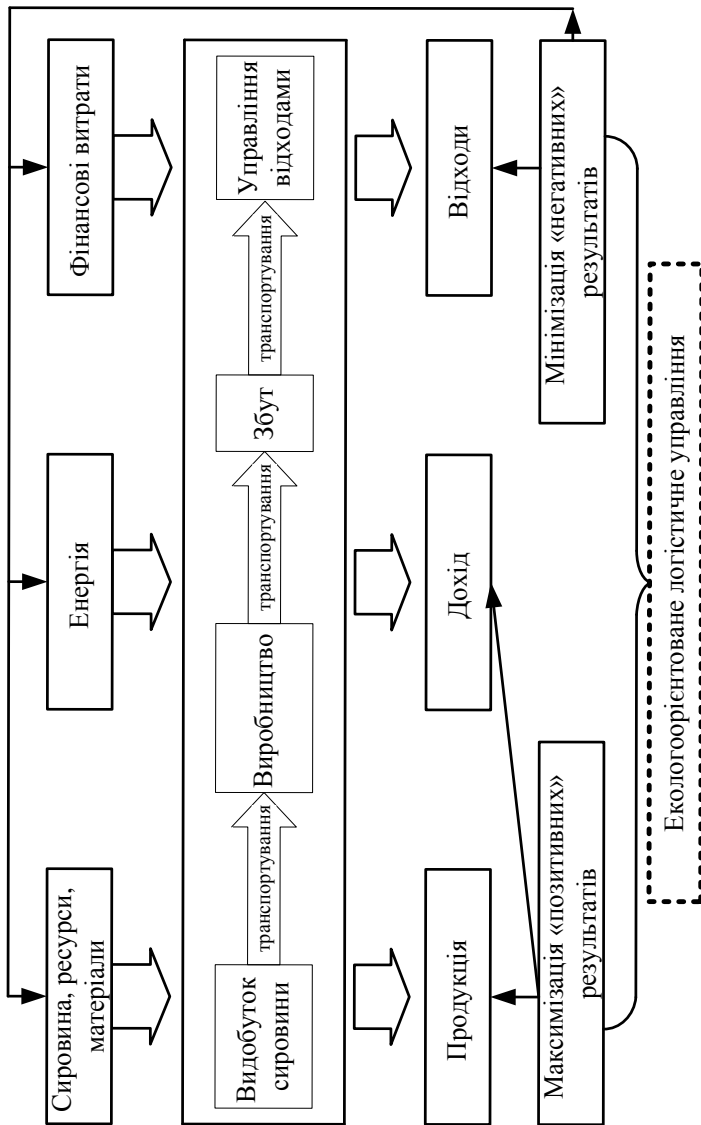


Рис. 1.3. Екологоорієнтоване логістичне управління

Серед світових компаній, що дотримуються принципів «зеленої» логістики є Toyota, Xerox, Johnson & Johnson, Honda, Volkswagen, Hewlett-Packard, Casio, Sony і ін. (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Діяльність компаній у сфері «зеленої» логістики

| Компанія    | Сфера бізнесу                   | Проекти сфери «зеленої» логістики   |
|-------------|---------------------------------|---|
| 1           | 2                               | 3   |
| DHL         | Транспортно-логістична компанія | Сервіс «GoGreen» передбачає підрахування викидів CO <sub>2</sub> при транспортуванні кожного вантажу. Клієнт може заплатити на 3 % більше стандартних тарифів, а компанія інвестує ці кошти в програми захисту клімату по всьому світу  |
| UPS         | Транспортно-логістична компанія | Оператор експрес-доставки <i>UPS</i> придбав 130 автомобілів з гібридними двигунами, що в рік:<br>– будуть споживати на 66 тис. галонів палива (на 35 %) менше ніж транспорт із двигуном внутрішнього згорання;<br>– зменшать викиди CO <sub>2</sub> також на 671 т;<br>– розмір «зеконномлених» викидів еквівалентний об'єму викидів, що припадає на 128 легкових автомобілів на рік |
| Green Cargo | Транспортно-логістична компанія | Вклад інвестицій у локомотиви з низьким споживанням енергії   |
| Xerox       | Виробнича компанія              | Програма повторного перероблення відпрацьованих картриджів. Компанія гарантує повернення коштів за доставку клієнтами відпрацьованих картриджів   |

Продовження таблиці 1.1

| 1                              | 2                               | 3  |
|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Xerox                          | Виробнича компанія              | Завдяки програмі:<br>– щороку повертається 2,5 млн картриджів;<br>– за останні 20 років завдяки програмі скорочено кількість відходів у розмірі 66 тис. т  |
| Toyota                         | Виробнича компанія              | У логістичному центрі «Toyota» почали використовувати 2 вітрові турбіни, кожна з яких буде виробляти 3 МВт електроенергії, а їх щорічна виробнича потужність становитиме 17,1 МВт/год. Крім того, на заводах компанії у Великобританії та Франції встановлені сонячні панелі для виробництва електроенергії  |
| Deutsche Bahn<br>Schenker Rail | Транспортно-логістична компанія | У рамках проекту <i>Eco Plus</i> компанія:<br>– отримує електрику для своїх електровозів з відновлюваних джерел енергії, при чому за рахунок додаткових зборів з клієнтів, машини яких перевозить, наприклад з автоконцерну <i>Audi</i> ;<br>– <i>Deutsche Bahn Schenker Rail</i> вперше в залізничній практиці запропонувала спосіб перевезення вантажів, що повністю виключає викид вуглекислого газу;<br>– до 2020 р. компанія планує скоротити викид вуглекислого газу на 20 % порівняно з 2006 р. |
| Johnson & Johnson              | Виробнича компанія              | Програма «Здорове майбутнє 2015». Мета – 20 % підвищення продуктивності викидів 28 000 власних і лізингових ТЗ. Програма реалізується підрахуванням  |

Продовження таблиці 1.1

| 1                     | 2  | 3  |
|-----------------------|--|--|
|                       |  | <p>коефіцієнта продуктивності палива.<br/>На кінець 2011 р. індекс викидів CO<sub>2</sub> в середньому по світу становив 170 гр./км для одного ТЗ при базовому рівні у 177 гр./км. У 2015 р. цей показник становив 147 гр./км</p>  |
| <p>Nord Stream AG</p> | <p>Будівничо-експлуатаційна компанія</p> | <p>Під час будівництва «Північного потоку» завдяки використанню концепції «зеленої» логістики вдалось:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зекономити близько 60 млн євро;</li> <li>- досягнути найбільш безпечного й екологічного способів транспортування газу по всьому світу;</li> <li>- отримати скорочення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу протягом 50 років експлуатації газопроводу становитиме 200 млн т</li> </ul> |
| <p>K Line</p>         | <p>Транспортно-логістична компанія</p>   | <p>Японська судноплавна компанія <i>K Line</i> установила на деяких своїх суднах комп'ютерну систему, що на основі постійного моніторингу погодних та гідрографічних умов оптимізує роботу двигуна, що, в свою чергу, призводить до зменшення обсягів шкідливих викидів в атмосферу на 1 %</p>   |

Концепція «зеленої логістики» пов'язана з екологічною шкодою (екологічним збитком), що наносить природі транспортно-логістична діяльність. Цей напрям зародився на Заході – в США, ЄС, Японії, де до автодвигунів нині висуваються жорсткі екологічні вимоги, зокрема, в ЄС це екостандарти двигунів «EURO 0» – «EURO 6».

Є приклади транспортно-логістичних компаній, що розробили спеціальні екологічні програми; так, Schenker-BTL (Німеччина-Швеція) має програму «зеленої логістики», за якою визначаються шкідливі компоненти від діяльності автомобілів (CO<sub>2</sub>; CO; NO; SO<sub>2</sub> та тверді частинки-сажа) й підраховується їх вартість у шведських країнах для кожного маршруту в глобальному мірилі.

З усієї великої кількості логістичних систем найбільшої шкоди НС завдає транспортна логістика, зокрема, зношеність рухомого складу ТЗ, серед яких перше місце посідає автотранспорт.

Автомобільний транспорт є найбільшим забруднювачем НС. Незважаючи на це, важко уявити життя сучасного суспільства без автомобільного транспорту. Автомобіль у наш час став наймасовішим засобом транспорту, оскільки людина прагне пересуватися, по можливості, швидко, індивідуально і з комфортом. За останні півстоліття щорічна відстань, що долає людиною в розвинених країнах, збільшилася в кілька разів. Ще більш швидкими темпами зростає обсяг вантажоперевезень. Усе це було б неможливо без бурхливого розвитку автотранспорту.

Автомобіль постійно вдосконалюється: збільшується потужність його двигуна, поліпшується дизайн, вдосконалюється система безпеки, підвищується комфортабельність. Внаслідок технічного розвитку змінюється матеріальний (морфологічний) склад автомобіля: для його виробництва використовуються все нові й нові матеріали, що володіють великою довговічністю й не здатні до деградації в звичайних умовах під дією повітря, води, сонячного світла та бактерій. Але саме найважливіше, що може бути: неухильно зростає кількість автомобілів, що знаходяться в експлуатації. За даними статистики станом на 2015 р. світовий парк автомобілів склав 1,28 млрд одиниць.

Що стосується авіаційної галузі то станом на 2016 р. світовий парк літаків налічував близько 24 тис. одиниць.

## Питання до самоконтролю:

1. *Наведіть визначення поняття «сталий розвиток».*
2. *Наведіть перелік основних глобальних екологічних проблем.*
3. *Якою є основна мета Стратегії сталого розвитку «Україна-2030»*
4. *Охарактеризуйте екологічну складову сталого розвитку.*
5. *Наведіть перелік стратегічних цілей Стратегії сталого розвитку України до 2030 р.*
6. *Які основні напрями екологізації виробництва вам відомі?*
7. *Які основні підходи до екологізації промислового підприємства вам відомі?*
8. *Як ви розумієте поняття «екологічність природокористування»?*
9. *Наведіть визначення поняття «безвідходне виробництво».*
10. *Наведіть основні варіанти досягнення безвідходного виробництва.*
11. *Охарактеризуйте поняття «екологоорієнтована (зелена) логістика».*
12. *Сформулюйте основні принципи реверсивної логістики»*
13. *Сформулюйте визначення терміну «еколог істика».*
14. *На ведіть основні принципи екологоорієнтованого логістичного управління.*
15. *Як провідні компанії світу використовують та упроваджують принципи еколог істики?*



## РОЗДІЛ 2

### ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ЗНАННЯ З ВІДХОДІВ І ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ

Застосування офіційної термінології, встановленої законодавством і стандартами на державному й муніципальному рівнях, є основою ефективного управління кожної держави. Фахівцями підраховано, що до 40 % часу в процесі прийняття управлінських рішень займає уточнення широко варіюючих термінів і понять. Це зумовлює необхідність у детальному розгляді термінології, що використовується у процесі поводження з відходами.

#### 2.1. Основні терміни та визначення

Основні терміни у сфері поводження з відходами вживаються у значеннях, визначених Законом України «Про відходи» (Додаток 1).

У той же час, поводження з відходами транспортного комплексу має свою специфіку й основні терміни визначаються Законом України «Про утилізацію ТЗ», що визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної з утилізацією ТЗ на території України з метою забезпечення екологічної безпеки, охорони НС, життя та здоров'я громадян (Додаток 1).

У промислово й економічно розвинених країн світу поняття «перероблення відходів» тісно пов'язане з процесом **рециклінгу** – повернення відходів, скидів і викидів у процеси техногенезу. Можливі два варіанти проходження цього процесу:

1) повторне використання відходів за тим же призначенням, наприклад скляних пляшок після їх відповідної безпечної обробки і маркування (етикетування);

2) повернення відходів після відповідної обробки в виробничий цикл, наприклад жерстяних банок – в виробництво сталі, макулатури – в виробництво паперу та картону.

Для сукупності відходів і скидів операцію рециклінгу називають рекуперацією, для скидів, порошкоподібних

і пастоподібних відходів – регенерацією, для скидів і викидів – рециркуляцією.

Існує думка американських економістів, термін «утилізація» вживається як узагальнююче поняття, що включає в себе всі види рециклінгу та використання відходів. У більш вузькому сенсі утилізація є переробкою матеріалів нетоварного виходу з метою отримання одного або кількох видів сировини для подальшого використання їх як матеріальних ресурсів.

За прийнятою в Європейському союзі (ЄС) термінологією, поняття утилізації (recovery) і рециклінгу (recycling) також відрізняються. Рециклінгом є тільки перероблення відходу. Спалювання відходів з рекуперацією енергії вміщує поняття утилізація, але це не є рециклінгом. Термін «утилізація» вміщує в себе рециклінг як складову частину.

Інший підхід викладено в словнику «Економіка руху товару», що містить терміни, що вживаються в США і Великобританії. У цьому виданні поняття «recovery» і «recycling» розглядаються як ідентичні й означають «процеси, пов'язані з відбором, так званої, утильної фракції з потоку відходів з метою її повторного використання або використання як вторинних матеріалів або добавок до первинних матеріальних ресурсів».

Варто зупинитися на тому, що утилізація – поняття більш широке, ніж рециклінг. Останній, в свою чергу, пов'язаний з діяльністю, що полягає в безпосередньому поверненні відходів у процес повторного використання.

Також існує думка, що термін «рециклінг», у залежності від напрямку використання має кілька тлумачень, що пов'язанні із заходами зі збереження природних сировинних ресурсів, торгівлею вторинними ресурсами та іншими, але не набув того значення, що відповідає викликам сучасності, зокрема у сфері правильного поводження з відходами транспортної галузі (Додаток 1).

## **2.2. Життєвий цикл транспортного засобу**

На сучасному етапі розвитку ТЗ і накопичених знань у галузі екології стає очевидним той факт, що шкода, що

наноситься ТЗ доквіллю, далеко не обмежується викидами шкідливих речовин з ВГ і шумом, що нормуються. Виробництво, експлуатація і утилізація ТЗ породжують цілу низку екологічних проблем, що істотно впливають на життя й здоров'я людей, розвиток екосистем і виникнення глобальних змін в масштабах всієї Планети.

Відходи транспорту виникають як неминучий результат споживацького ставлення та недозволено низького коефіцієнта використання ресурсів. Середній термін експлуатації, наприклад, автомобіля складає близько 15–20 років. Слід зазначити, що деталі (елементи конструкції) автомобіля (наприклад, акумулятори, покриття, скло і т.д.) мають значно менший термін.

Для комплексної оцінки техногенного впливу на довкілля ТЗ повинні розглядатися усі стадії їх ЖЦ, починаючи від видобутку сировини, її переробки (отримання матеріалів), виготовлення, використання (експлуатації), підтримки працездатності та завершуючи утилізацією конструктивних деталей і захороненням відходів. На кожному з цих етапів відбувається відчуження земель, споживання матеріалів і електроенергії, забруднення повітря, води, ґрунту шкідливими й токсичними речовинами, відходами, віброакустичне та електромагнітне випромінювання. Крім того, необхідно брати до уваги, що шкідливі викиди в атмосферу, забруднення річок і тому подібне не обмежені територією однієї країни, тобто мають міжнародний характер.

Перші дослідження за методикою оцінки ЖЦ датуються кінцем 60-тих – початком 70-тих років. Ці дослідження в основному були націлені на визначення ресурсо- та енергоспоживання, деякі з них брали до уваги захоронення відходів.

У даний час оцінка екологічної безпеки ТЗ за методикою оцінки ЖЦ знаходить все більш широке застосування в світі. Роботи ведуться у таких основних напрямках:

- розроблення стандартизованих методик для оцінки ЖЦ;
- розроблення баз даних, що характеризують витрати ресурсів, викиди в НС та екологічні ефекти під час виробництва

та оброблення різних матеріалів, використовуваних під час виробництва ТЗ;

- розроблення програмного забезпечення для проведення оцінки ЖЦ ;
- пошук способів інтегральної оцінки різномірних екологічно несприятливих факторів, що виникають в ЖЦ ТЗ;
- інтеграція оцінки ЖЦ в процес розроблення нової продукції.

Загальна мета оцінки ЖЦ очевидна: визначити напрями та способи поліпшення екологічних показників автомобілів або їх окремих вузлів на всіх стадіях ЖЦ. Якщо ж говорити стосовно ТЗ як такого, то тут явно є очевидними дві чисто практичні підцілі:

1. Оцінити рівень екологічної безпеки ТЗ протягом ЖЦ та ступінь впливу на це змін в конструкції, заміни матеріалів і технології виготовлення.

2. Порівняти варіанти конструкції (моделі, модифікації) ТЗ, оцінити його конкурентоспроможність.

Оцінку ЖЦ ТЗ та їх вплив на екологічну ситуацію доцільно проводити у відповідності до вимог серії міжнародних стандартів ISO 14040–14043.

Під повним ЖЦ ТЗ розуміють час (і відповідні йому дії), що проходить від постановки чіткого завдання створення цього виробу ТЗ до його повного фізичного або морального зношування і утилізації. Оцінка ЖЦ ТЗ включає в себе всі стадії циклу: від проведення маркетингових робіт до утилізації ТЗ.

Повний ЖЦ ТЗ включає наступні етапи:

- маркетинг і розроблення технічного завдання на новий виріб;

- розроблення конструкторської документації, виготовлення та випробування макетного зразка та дослідної серії (конструкторська підготовка виробництва);

- розроблення технологічної документації. Виготовлення, придбання, установка й налагодження необхідного устаткування (технологічна підготовка виробництва);

- виробництво ТЗ. Саме на цьому етапі ідеї, втілені конструктором в креслення, реалізуються за сценарієм і за допомогою методів, визначених технологом;

- звернення (складування, підготовка до перевезення, доставка споживачеві, зберігання і т.д.);
- експлуатація (використання виробу відповідно до інструкції по експлуатації, обслуговування та ремонт);
- утилізація (розбирання, сортування, повторне використання й перероблення).

У додатку 3 наведена загальна схема ЖЦ ТЗ, на якій виокремлено, з точки зору використання ресурсів і забруднення довкілля, чотири основні етапи: отримання матеріалів, виробництво, експлуатація та перероблення ТЗ.

Розглянемо більш детально кожен з етапів ЖЦ ТЗ:

1. Отримання конструкційних матеріалів. На цьому етапі ЖЦ ТЗ основними джерелами забруднення довкілля й споживання природних ресурсів є процеси виробництва чорних і кольорових металів, гумових виробів, моторних палив і олив.

Для управління впливом на довкілля на етапі отримання конструкційних матеріалів необхідно передбачити:

- підтримку в справному, герметичному й чистому стані апаратури та устаткування технологічних установок, резервуарів з нафтою і нафтопродуктами, трубопроводів і міжцехових комунікацій; застосування інгібіторів корозії;
- мінімальне повернення на переробку некондиційного продукту, попередження його виготовлення;
- створення на великих підприємствах системи промислової теплофікації, що забезпечує максимальне використання вторинних енергоресурсів і скорочення споживання води теплофікації від ТЕЦ і котелень.

2. У технологічних процесах виготовлення ТЗ витрачаються конструкційні і експлуатаційні матеріали, виділяються шкідливі речовини в об'ємах, що залежать від номенклатури й маси цих матеріалів в конструкції, а також від величин оборотних і безповоротних втрат матеріалів під час виготовлення деталей, збірки вузлів і агрегатів. Основними джерелами забруднень повітря є металургійні цехи, внутрішньозаводський автотранспорт, пости випробувань і обкатки двигунів, а також фарбувальні ділянки.

Для управління впливом на довкілля на етапі виготовлення ТЗ необхідно передбачити:

- скорочення об'ємів споживання природних ресурсів: скорочення оборотних і безповоротних втрат, застосування прогресивного прокату (фасонні та спеціальні профілі), підвищення міцнісних характеристик матеріалів, використання антикорозійних покриттів, вдосконалення конструкції, застосування металозамінників, зниження необґрунтованих запасів міцності деталей; використання перспективних технологічних методів зміцнення поверхні деталей; підвищення стабільності та якості технологічних процесів; зменшення витрати запасних частин, повторне використання виробів;

- заходи по зниженню викидів і енерговитрат: переведення заводської теплоелектростанції з мазуту на газ і установка систем нейтралізації оксидів азоту; застосування однофазних дугових електропечей; відміна ціанідів в гальванічному виробництві; отримання твердих осадів гальванічних стоків; використання фільтрів під час очищення оливи і охолоджувальних рідин, у механічних цехах;

- заходи по зниженню енергетичних забруднень, що виникають під час роботи технологічного устаткування: екранування за допомогою захисних пристроїв (звукоізоляція та звукопоглинання); віброізоляція; демпфування.

3. Найважливішим етапом ЖЦ ТЗ з точки зору впливу на довкілля є його експлуатація. Вона охоплює: безпосереднє виконання транспортної роботи, технічне обслуговування та ремонт. Етап експлуатації визначається нормою напрацювання ТЗ ресурсу до списання, тобто загальним пробігом від початку експлуатації до його списання та утилізації. На період експлуатації автомобіля доводиться близько 80 % усіх енергетичних витрат за весь життєвий цикл, коли приблизно 12 % – на процеси його виготовлення і близько 8 % – переробку та утилізацію.

Під час експлуатації ТЗ з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) джерелами викидів шкідливих речовин є: ВГ; картерні гази; випаровування зі систем живлення; неконтрольований розлив на ґрунт експлуатаційних матеріалів. Найбільший викид токсичних речовин у ВГ автомобілів відбувається при неправильно відрегульованому карбюраторі,

системі запалювання, форсунках, паливному насосі високого тиску, системі випуску ВГ.

Під час відновлення працездатності ТЗ здійснюються прибирально-мийні, контрольні-регулювальні, кріпильні, підйомно-транспортні, розбірно-складальні, слюсарно-механічні, ковальські, зварювальні, мідницькі, мастильно-заправні, акумуляторні, фарбувальні та інші роботи. Вони пов'язані із забрудненням атмосферного повітря, води і ґрунту шкідливими речовинами, витратою конструкційних, експлуатаційних матеріалів і енергоресурсів на стаціонарних постах, ділянках, під час маневрування ТЗ по території стоянок і зон обслуговування.

Для управління впливом на довкілля на етапі експлуатації ТЗ необхідно передбачити:

- регулярний перегляд, норм токсичності й рівня шуму приватних ТЗ;

- вдосконалення систем живлення та запалювання ТЗ, а також: посилення технологічних допусків при виготовленні деталей, що формують камеру згорання, систему подачі палива, впускні трубопроводи; поліпшення конструкції поршневих кілець; зменшення кута випередження запалення; вдосконалення систем пуску, прогрівання, холостого ходу; використання впорскування палива, транзисторного запалення, мікропроцесорного управління;

- зниження змісту сірки та ароматичних вуглеводнів у дизельному паливі;

- рециркуляція та нейтралізація ВГ;

- підтримка технічного стану (теплового режиму, регулювань) в межах допусків заводів-виробників передбачає розвиток мережі сервісного обслуговування ТЗ адекватно зростанню чисельності автомобільного парку;

- використання нових робочих процесів і видів.

4. Етап переробки та утилізації замикає життєвий цикл ТЗ і включає операції розбирання агрегатів і вузлів, сортування, переробки окремих видів конструкційних і експлуатаційних матеріалів для їх повторного використання, утилізації відходів. Слід зазначити, що частка маси ТЗ, що повертається в процес

виробництва, згідно з директивою Європейського Союзу (2015 р.) має бути доведена до 95 %.

Для підвищення ефективності управління процесом утилізації ТЗ необхідно передбачити наступну послідовність дій: демонтаж ТЗ, сортування деталей за матеріалами, піроліз органічних сполук, перероблення гумових і пластмасових частин, захоронення відходів.

Відходи утворюються на всіх етапах ЖЦ автомобіля – під час його виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та виведення автомобіля з експлуатації (рис. 2.4).

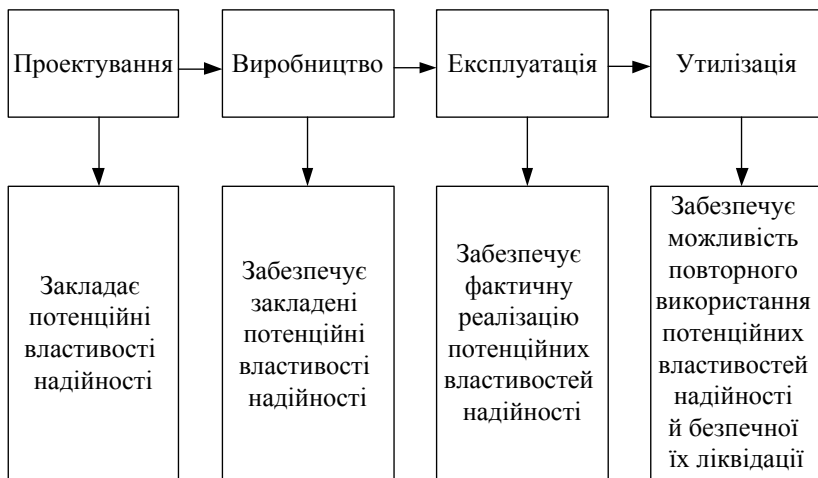


Рис. 2.4. Етапи «життєвого циклу» автомобіля

Після закінчення терміну експлуатації, крім самих зношених автомобілів у відходи надходять демонтовані під час ремонту деталі й автокомпоненти. До них відносяться акумулятори, елементи кузова, деталі двигуна і трансмісії, вузли підвіски, автопокришки, бампери, інші деталі з пластмас і гуми.

Виведений з експлуатації автомобіль, залишений в покинутому стані є концентрованим джерелом забруднення довкілля. У ньому залишаються всі ті матеріали, що були використані під час його виготовлення: чорні і кольорові



метали, нафтопродукти, мастильні та охолоджуючі рідини, пластик і текстиль, гумотехнічні вироби, скло і кераміка, картон, дерево та ін. Усі ці матеріали можуть і повинні стати вторинними ресурсами для виробництва нової товарної продукції.

Виходячи з вищесказаного, утилізація автомобілів повинна розвиватися у двох напрямках:

- відновлення і повторне використання вузлів, агрегатів та інших автокомпонентів, що зберегли свій ресурс;

- перероблення вузлів і агрегатів, що не підлягають відновленню, у вторинні матеріальні ресурси з метою їх використання при виробництві нових матеріалів (авторециклінг (АР)).

До екологічних проблем, пов'язаних зі збором та утилізацією автомобілів та виробів, що вийшли з експлуатації, можна віднести:

1) забруднення ґрунтів міських звалищ;

2) забруднення повітря від диму палаючих автопокришок (при горінні утворюються: сажа, діоксини, поліароматичні вуглеводні, миш'як, хром, кадмій та інші хімічні речовини, що призводить до різкого погіршення здоров'я людей, особливо страждають на астму та алергічні захворювання і, в першу чергу, це стосується дітей;

3) забруднення водних об'єктів, що відбувається опосередковано при попаданні відпрацьованих олив і охолоджуючих рідин в ґрунт і підземні води;

4) зниження споживання невідновлюваних природних ресурсів та джерел енергії через повторне використання матеріалів, зокрема, металів, з яких виготовлені частини автомобіля.

Суть процесу утилізації транспорту полягає у тому, що після закінчення терміну експлуатації, ТЗ спрямовується у спеціалізований пункт прийому металобрухту для подальшої переробки, тобто на авто- або авіарециклінг (додатки 4, 5).

Щорічно в країнах ЄС старіють і вилучаються з ужитку близько 9 млн автомобілів, що надходять на перероблення. На сьогодні у виробничий оборот промислово розвинених країн залучено від 30 % до 60 % вторинної сировини. Німецька

промисловість в 2010 р. утилізувала з регенерацією матеріалів 85 % всіх автомобілів, що відслужили свій термін експлуатації (у 2015 р. кількість перероблених автомобілів становила 95 %).

Авторециклінг в цілому – це комплекс заходів по організації збору та переробки вторинних ресурсів автотранспортного комплексу. Включає наступні заходи:

- виявлення та облік ТЗ, непридатних до експлуатації;
- створення мережі пунктів збору відпрацьованих свинцево-кислотних акумуляторів, автомобільних олів, зношених автопокришок і виробництв з їх переробки;
- створення виробництва з утилізації охолоджуючих рідин (тосол, антифриз), що надходять з майданчиків і транспортних підприємств;
- створення в багатоповерхових гаражах-стоянках екологічних блоків збору відпрацьованих вузлів і матеріалів автомобілів;
- створення комплексу виробництв з утилізації відходів транспортно-автомобільного комплексу;
- проектування і будівництво установок з перероблення твердого осаду автомобільних мийок;
- створення центральної єдиної диспетчерської та інформаційної електронної бази даних про всі ТЗ та їх стан;
- реалізація запчастин та продуктів перероблення ТЗ;
- захоронення відходів переробних підприємств.

Розвиток авторециклінга забезпечує наступні ефекти:

1) екологічного характеру:

- часткове вирішення проблеми обмеженості невідновних природних ресурсів та джерел енергії;
- зменшення відходів, що забруднюють повітря, ґрунт і водні об'єкти;

2) соціального характеру:

- вирішення проблеми забезпечення особистим автотранспортом громадян;
- створення додаткових робочих місць на підприємствах, переробних непридатні до експлуатації автомобілі;
- збільшення пропускної спроможності міських доріг, що запобігає виникненню аварійних ситуацій або ДТП, пробок;
- усунення незручності для пішоходів;

- поліпшення архітектурного вигляду та відео моніторингу екологічної ситуації міста, тобто забезпечення екології візуального середовища і краса;

- ліквідація труднощів прибирання міста, особливо в зимовий час, для проведення будівельних робіт і робіт з благоустрою території;

- усунення перешкод для роботи міліції, пожежної та швидкої допомоги;

3) економічного характеру:

- підтримка автомобільного ринку;

- можливість використання вторинних ресурсів автотранспортного комплексу (одержання вторинної сировини в процесі переробки автопокришок, кузовів, свинцево-кислотних акумуляторів, пластика та ін. матеріалів). Вторинна сировина, отримана внаслідок переробки, обходиться автомобільним підприємствам дешевше, а це дозволяє знизити собівартість виробництва ТЗ та запасних частин до них. До того ж, деякі деталі утилізованих машин ще можна використовувати, що призводить до формування ринку дешевих, що були у вжитку, комплектуючих.

Існують різні підходи до представлення ЖЦ складної техніки до якої, зокрема, і належить авіаційний транспорт. На підставі виконаного аналізу нами запропоновано удосконалену схему життєвого циклу авіаційного ТЗ (рис. 2.5).

ЖЦ авіаційного ТЗ доцільно розглядати, приділяючи увагу завершальним стадіям – утилізації та рециклінгу (авіарециклінгу), оскільки ресурси, що утворюються в їх результаті, є додатковим джерелом отримання доходу.

Літальний апарат (ЛА) можна з повній мірі вважати одним з найкращих творінь людини. Створення ЛА вимагає витрачання величезних інтелектуальних і економічних ресурсів (франц. Ressource – засіб, запас) суспільства.

Усі етапи життєвого циклу сучасного ЛА мають значний вплив на різні сфери життя суспільства.

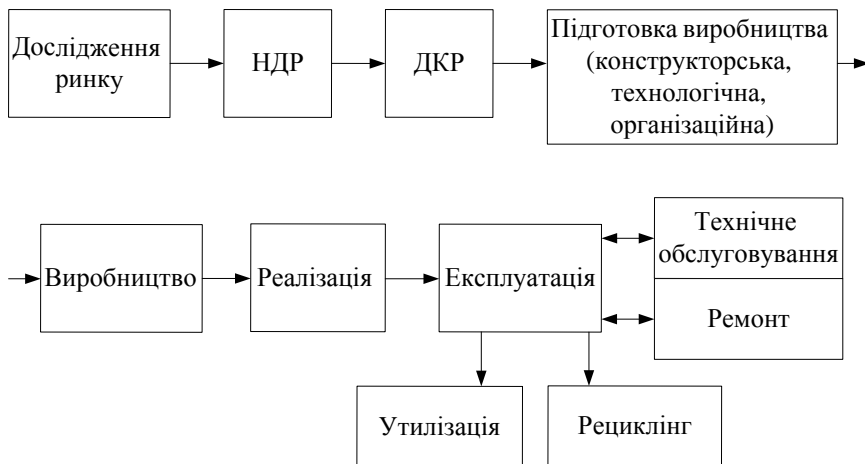


Рис. 2.5. Життєвий цикл авіаційного транспортного засобу

Кожна стадія життєвого циклу літака формує відповідну область, в якій ця стадія реалізується. Область зі своїми характерними принципами, законами, структурою і організацією – тобто, специфічними умовами, що визначають процес реалізації цілей і завдань даної області, і, в кінцевому підсумку, повноцінність реалізації відповідної стадії життєвого циклу. Як буде проходити процес реалізації – визначає те, як сформована (наскільки повноцінно) і як функціонує відповідна організаційна структура кожної області. Етап експлуатації літака є визначальним етапом для всього його життєвого циклу. На цьому етапі відбувається найбільш повна, різнобічна та об’єктивна оцінка не тільки технічного рівня самого літака за рівнем його конструктивного виконання і за рівнем його виготовлення, але і оцінка всієї системи розробника і виробника літака, що забезпечує повноцінність реалізації життєвого циклу літака в цілому. Етапи авіарециклінгу та утилізації замикають процес реалізації життєвого циклу в єдине ціле, замикають всю систему, і, тим самим, забезпечують не тільки її «стійкість» (повноцінність), але й розвиток самої системи.

### 2.3. Морфологічний склад транспортного засобу

Виведений з експлуатації ТЗ, залишений в покинутому стані є концентрованим джерелом антропогенного забруднення довкілля. Незважаючи на це, важко уявити життя сучасного суспільства без, наприклад, автомобільного або авіаційного транспорту, що постійно вдосконалюється: збільшується потужність двигуна, поліпшується дизайн, вдосконалюється система безпеки, підвищується комфортабельність, а внаслідок технічного розвитку змінюється морфологічний склад ТЗ (рис. 2.6): для його виробництва використовуються все нові й нові матеріали.



Рис. 2.6. Матеріали, що використовують під час виробництва автомобілів

У ТЗ, що вийшов з експлуатації залишаються всі ті матеріали, що були використані під час його виготовлення: чорні та кольорові метали, нафтопродукти, мастильні та охолоджуючі рідини, пластики й текстиль, гумотехнічні вироби, скло і кераміка, картон, дерево та ін.

Для правильного поводження з ТЗ, що вийшли з експлуатації та правильного підбору процесів і методів їх подальшої переробки, їх систематизують. Усі ці матеріали можуть і повинні стати вторинними ресурсами для виробництва нової товарної продукції.

Систематизація відходів автомобілю, що вийшов з експлуатації представлено на рис. 2.7.

**ВІДХОДИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ПОЛОМЦІ АВТОМОБІЛІВ**

Залізний лом - 69%

Лом Zn, Cu, Mo, Ti, Pb, Sn та інші - 1%

Лом Al, Mg - 7%

Електрообладнання - 1%

Рідини - 2%

Штучні матеріали - 10%

Матеріали текстильні - 1%

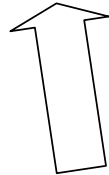
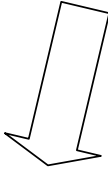
Шини - 4%

Гумові матеріали - 1%

Скло - 3%

Акумулятори - 1%

Залишок після дроблення - 28%



**ВІДХОДИ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА**

Відходи під час фізичної та механічної обробки металів і матеріалів

Відпрацьовані оливи, емульсії, шлами під час обробки металів

Шлами під час обводнення оливо у сепараторах

Залишки шліфувальних матеріалів

Оливи моторні, мастила

Оливи гідравлічні, трансмісійні

Сорбенти, фільтраційні матеріали, тканини

Відходи термічної обробки (закалки)

Відходи хімічної обробки покриття поверхні металів і інших матеріалів

Клеї, розчинники

Батареї, акумулятори, катализатори

Відходи шпунчних матеріалів (пластик тощо)

Відходи хімічних лабораторій

Гумові матеріали

Фарби, лаки, емалі, елементи керамічного покриття

Інші конструктивні експлуатаційні елементи

Елементи зношеного електричного обладнання

Матеріали з паперу, картону, деревини, пластику, металу, скла, ушліфлення мастил

Рис. 2.7. Систематизація відходів автомобілю, що виїшов із експлуатації

Літак, як і будь-який інший технічний об'єкт машинобудування, є об'єктом проектування і являє собою складну технічну систему з розвинутою ієрархічною структурою. За системного підходу, вирішення завдань певного ієрархічного рівня, вимагає побудови усєї ієрархії системи. Тому необхідно розглядати системи і підсистеми літака більш високих ієрархічних рівнів, наприклад, транспортну систему та її підсистему – авіаційно-технічний комплекс (АТК). У свою чергу літак розглядається як вихідна (базова) підсистема, де можна виділити за рівнями ієрархії такі підсистеми, як планер, силові установки, спорядження, обладнання, авіоніку, систему шасі і т.д. Кожна з цих підсистем під час проектування піддається декомпозиції, тобто розділяється на низку ще більше дрібних підсистем (складових), елементів, агрегатів і вузлів. Графічно ієрархічну структуру літака по укрупненим агрегатам можна, можливо уявити у вигляді граф-дерева (рис. 2.8).

Літак складається з мільйонів компонентів (деталей), що після списання машини повинні підлягати подальшій переробці. Іншими словами, літак – це величезна кількість металевих і композиційних деталей, що мають синхронно летіти на швидкості 900 км/год (0,85 від швидкості звуку, це типова швидкість Boeing 787 Dreamliner) на висоті 10 км.

Тобто пара-трійка мільйонів деталей виготовляється й збирається в один виріб – і літак летить, забезпечуючи комфорт пасажиром і прибуток власникам. Але по завершенню терміну експлуатації ЛА сам літак і його деталі стають відходами. Деякі його матеріали утилізують за допомогою автоматизованих комплексів, деякі вимагають великої кількості ручної праці. Частина авіаційних відходів спрямовується на звалища назавжди. Якась частка відходів тимчасово складається в очікуванні виникнення відповідних технологій. І такими технологіями є авіарециклінг і утилізація.

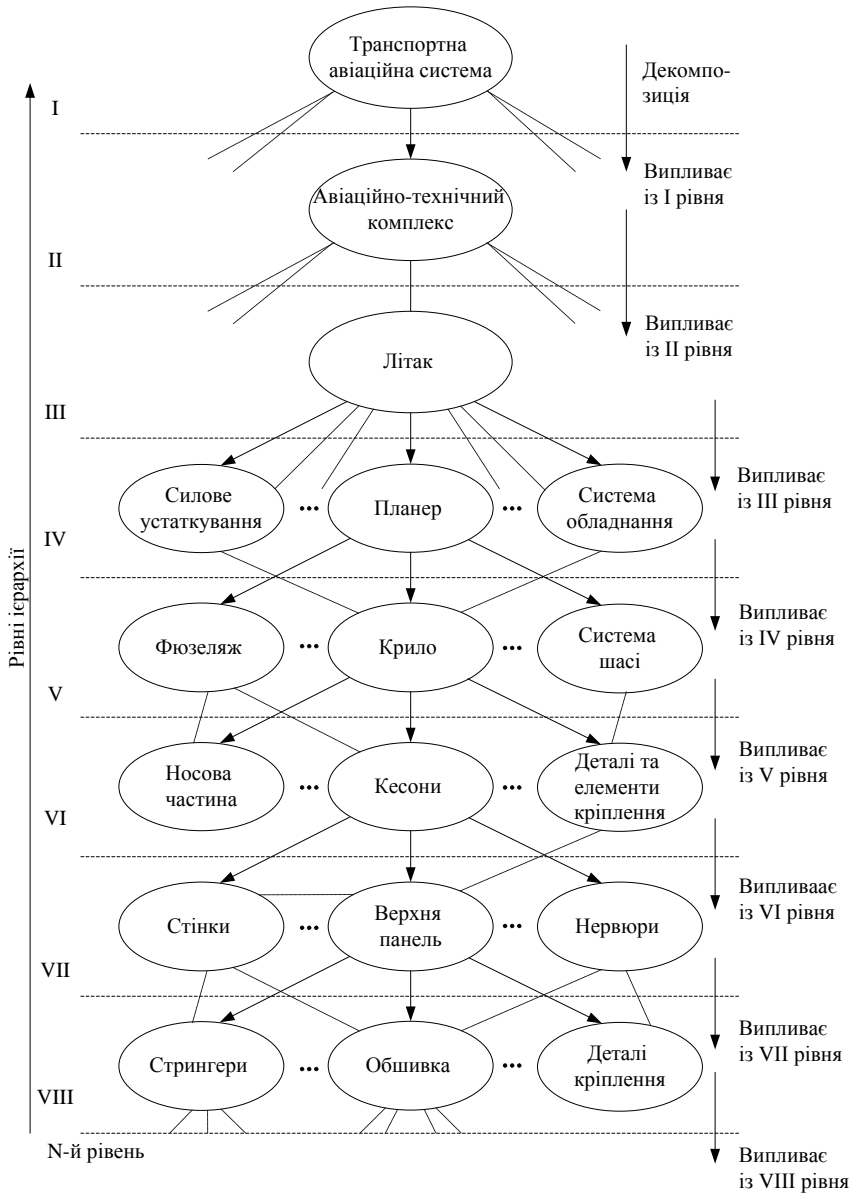


Рис. 2.8. Фрагмент граф-дерева ієрархічної структури літака



Опис технології утилізації починається в аеропорту стоянки або на базі зберігання авіаційної техніки (АТ). Тут літак є частиною (компонентом, елементом) складної транспортної авіаційної системи в авіаційно-технічному комплексі.

У першу чергу з систем літака видаляють:

- залишки палива, що не вдалося повністю злити з машини;
- технічні рідини, що використовувалися в різних системах агрегатів;
- вибухові пристрої катапульт;
- технологічні електронні прилади;
- пасажирське обладнання;
- пластикові обшивки, накладки тощо;
- допоміжне технологічне обладнання – дроти, силові та передавальні пристрої приводів шасі, елеронів, закрилків, керма управління – сотень вузлів (рис. 2.9).

Подальше перероблення індивідуальне для кожної групи матеріалів. Корпуси літаків надходять в цехи де в процесі переплавки отримують чорні (25 %) і кольорові метали (більше 70 %). Прилади, плати, радіоелементи надходять для перероблення на інші підприємства.

Метою перероблення є отримання міді, олова, срібла, золота й платини з деталей списаних комп'ютерів, навігаційного обладнання, засобів зв'язку. Залишки апаратури спочатку розбираються й розсортовуються вручну. На другому етапі в технологічних лініях здійснюється хімічне перероблення матеріалів.

Проте, незважаючи на певний технологічний рівень утилізації авіавідходів, що існує у світі сьогодні, в найближчій перспективі для її здійснення потрібні інші технології. Наприклад, металу підвищується питома вага композитних матеріалів, у приладах не використовуються в такій кількості дорогі метали. Композитні матеріали, що складаються з армуючої карбонової сітки та поліамідних (полістирольних) наповнювачів під час утилізації підлягають розчиненню.

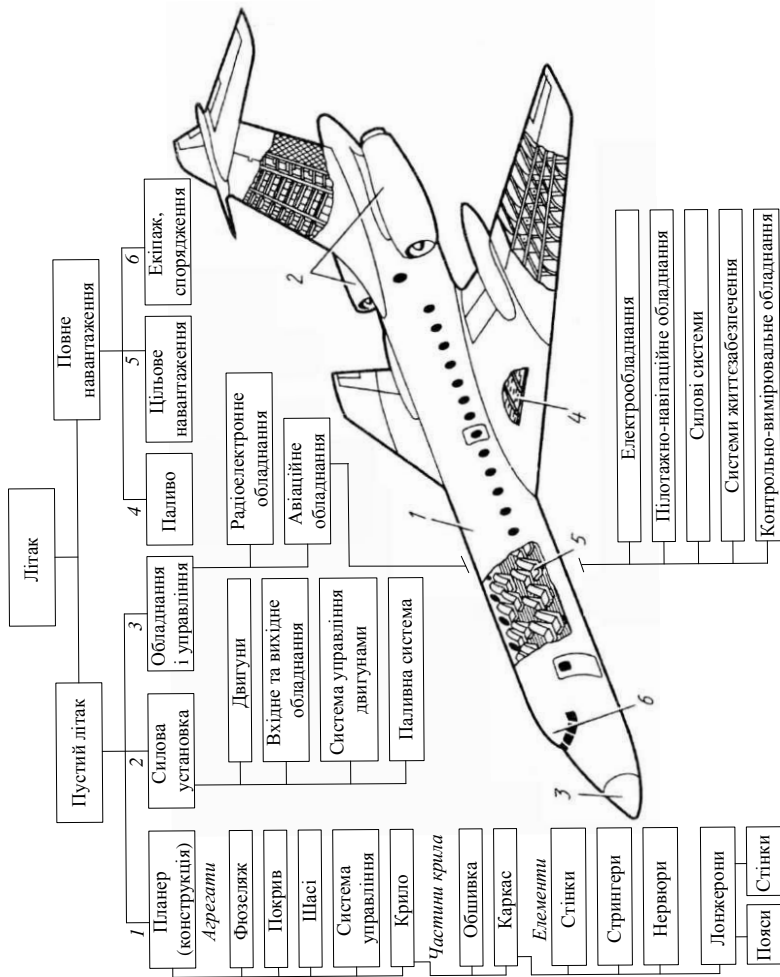


Рис. 2.9. Морфологічний склад відходів літака

Вартість матеріалів, видобутих з літака, в порівнянні з витратами, що необхідні для його розбирання: до покинутого на далекому аеродромі літаку необхідно доставити бригаду фахівців і обладнання; демонтаж оснащення лайнера не тільки трудомісткий, але і пов'язаний з дотриманням підвищених норм санітарної безпеки проведення робіт, збору, зберігання й вивезення багатьох (часто токсичних) матеріалів; подальше сортування, логістика та перероблення – досить затратні заходи.

Однак, це лише вершина айсберга. За оцінками провідних світових авіакорпорацій, до 2030 р. буде потрібно оновити близько 35 тис. лайнерів. На виготовлення кожної машини потрібно від 50 т металу, сотні кілограм полімерів. При цьому в галузі списується щорічно більше 500 літаків – ті ж тис. т алюмінію, нікелю, сталі й полімерів. Перед авіабудівниками постало завдання: оптимізувати кругообіг матеріалів, перетворивши сферу виробництва й використання повітряного флоту в замкнутий цикл.

Виходячи із ситуації, що склалася у всьому світі протягом останніх десятиріч, застосування процесів авіарециклінгу та утилізації є альтернативним джерелом для одержання необхідних авіаційних запчастин і компонентів літака.

## **2.4. Правове регулювання поводження з відходами**

Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є:

- пріоритетний захист НС та здоров'я людини від негативного впливу відходів;
- забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів;
- науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

До основних напрямів державної політики щодо реалізації зазначених принципів належить:

1) забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;

2) зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;

3) забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;

4) сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

5) забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;

6) організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на НС та здоров'я людини;

7) здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

8) сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;

9) забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;

10) обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації;

11) створення умов для реалізації роздільного збирання побутових відходів шляхом запровадження соціально-економічних механізмів, спрямованих на заохочення утворювачів цих відходів до їх роздільного збирання;

12) сприяння залученню недержавних інвестицій та інших позабюджетних джерел фінансування у сферу поводження з відходами.

## **2.4.1. Нормативно-правове регулювання утилізації відпрацьованих транспортних засобів**

В останні роки прийнято багато нормативних актів, що регулюють процес поводження з відходами на всіх стадіях – від їх утворення до знешкодження, захоронення та утилізації.

Основними нормативно-правовими актами в даній галузі є: Закони України: «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про відходи», «Про поводження з радіоактивними відходами», «Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про утилізацію транспортних засобів»; «Про металобрухт», «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», Кодекс України про надра, Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Програми поводження із твердими побутовими відходами», а також розпорядження Уряду України «Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової екологічної програми поводження з радіоактивними відходами» та понад тридцять нормативно-правових актів (Положень, Інструкцій, Постанов Кабінету Міністрів України з різноманітних аспектів поводження з відходами, наприклад «Інструкція щодо складання реєстрових карт об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів», «Порядок ведення реєстру об'єктів утворення оброблення та утилізації відходів» та ін.).

Головна мета законодавчо-правової бази полягає у регулюванні відносин, пов'язаних з утворенням, збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією, видаленням, знешкодженням і захороненням відходів, що утворюються в Україні, перевозяться через її територію, ввозяться на територію України чи вивозяться з неї.

Основними завданнями законодавства про відходи є:

а) визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами;

б) правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами;

в) визначення основних умов, вимог і правил щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системи заходів, пов'язаних з організаційно-економічним стимулюванням ресурсозбереження;

г) забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх використання у господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на НС та здоров'я людини.

Особлива роль у регулюванні відносин у сфері поводження з відходами належить Закону України «Про відходи». Він визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на НС та здоров'я людини на території України. У ньому закріплюються основні терміни, що було розглянуто у попередньому розділі, права і обов'язки суб'єктів у сфері поводження з відходами, компетенція державних органів і органів місцевого самоврядування, відносини права власності на відходи та інші найбільш важливі питання.

Кожному громадянину в Україні гарантується право на безпечне для життя і здоров'я довкілля (екологічну безпеку) та відшкодування збитків, заподіяних порушенням цього права, а також право громадян на вільний доступ до екологічної інформації (ст. ст. 16, 50, 60). Зазначена норма публічного права знайшла свій розвиток у Цивільному кодексі України (ст. 293). У Конституцію України закладено цілу систему екологічних форм (хоча норми сформульовані у загальних термінах), що разом утворюють конституційну основу комплексного правового регулювання суспільних відносин у цій сфері.

Правове регулювання охорони довкілля та забезпечення екологічної безпеки складає систему державних заходів і здійснюється за допомогою еколого-правових приписів, що видаються у формі нормативно-правових актів і є основою

екологічного законодавства. Екологічні акти юридичного значення мають різну юридичну силу залежно від того, яким державним органом вони прийняті або затверджені. Екологічне законодавство, об'єднуючи екологічні юридичні норми різного рівня і різної спрямованості, становить ієрархічну структуру, де нормативні акти нижчого рівня за своїм змістом відповідають нормативним актам вищого рівня, а останні – більш узагальненим екологічним потребам.

В умовах переходу України на шлях сталого розвитку, реформування та екологізації економіки, що передбачає науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства пріоритетним принципом державної політики у сфері поводження з відходами є захист НС та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів.

Реалізація зазначеного принципу державної політики здійснюється за такими напрямками:

а) забезпечення повного збирання й своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;

б) зведення до мінімуму утворення відходів і зменшення їх небезпечності;

в) забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;

г) сприяння максимально можливій утилізації відходів прямим повторним чи альтернативним використанням ресурсно-цінних відходів;

д) забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, розробленням відповідних технологій, екологічно безпечних методів і засобів поводження з відходами;

е) організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на НС та здоров'я людини;

є) здійснення комплексу науково-технічних і маркетингових досліджень для виявлення та визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

ж) сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;  
з) забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;

і) обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

Ефективними механізмами реалізації державної політики у сфері поводження з відходами є управління, стандартизація, нормування, моніторинг, методи забезпечення їх екологічної безпеки.

Стандартизації підлягають поняття та термін, що використовуються у сфері поводження з відходами, вимоги до класифікації відходів та їх паспортизації, способи визначення складу відходів та їх небезпеки, методи контролю за станом накопичувачів, вимоги щодо безпечного поводження з відходами, що забезпечують запобігання негативному впливу їх на НС та здоров'я людини, а також вимоги щодо відходів як вторинної сировини.

У сфері поводження з відходами встановлюються такі нормативи:

- граничні показники утворення відходів у технологічних процесах;
- питомі показники утворення відходів, використання та втрат сировини у технологічних процесах;
- інші нормативи, передбачені законодавством.

Нормативи у сфері поводження з відходами, розробляються відповідними міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади, підприємствами, установами та організаціями за погодженням з Міністерством охорони НС, державними управліннями тощо.

Відходи в Україні є об'єктом права власності.

Суб'єктами права власності на відходи є громадяни України, іноземці, особи без громадянства, підприємства, установи та організації усіх форм власності, територіальні громади, держава.

Суб'єкти права власності володіють, користуються та розпоряджаються відходами в межах, визначених законом.

Право власності на відходи може переходити від однієї особи до іншої згідно чинного законодавства.



Власниками відходів, що утворюються на об'єктах комунальної власності чи знаходяться на їх території і не мають власника або власник яких невідомий (безхазяйні відходи) є територіальні громади.

Відходи, що не мають власника або власник яких невідомий, вважаються безхазяйними. Порядок виявлення та обліку безхазяйних відходів визначається згідно з відповідним нормативним документом. Визначення режиму використання безхазяйних відходів покладається на місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, якщо інше не передбачено законом.

Власником відходів, що утворюються на об'єктах державної власності чи знаходяться на території України та не мають власника або власник яких невідомий є держава.

Від імені держави управління відходами, що є державною власністю, здійснюється Кабінетом Міністрів України, а на місцях – органами місцевого самоврядування.

У разі приватизації державних підприємств, на яких накопичено певні обсяги відходів, право власності на відходи та відповідальність за заподіяну ними шкоду здоров'ю людей, НС а також майну фізичних або юридичних осіб переходить до нових власників.

При зміні власника чи користувача земельної ділянки, на якій розміщені відходи, питання про право власності на відходи вирішується окремо.

Місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування ведуть облік безхазяйних відходів і несуть відповідальність за додержання умов поводження з ними та запобігання негативному впливу їх на НС і здоров'я людей.

Власники або користувачі земельних ділянок, на яких виявлено відходи, що не належать їм, зобов'язані повідомити про них відповідний місцевий орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування, що зобов'язані вжити заходів до визначення власника відходів, класу їх небезпеки, обліку та прийняти рішення щодо поводження з ними.

За порушення законодавства про відходи передбачено дисциплінарну, адміністративну, цивільну й кримінальну відповідальності, до яких притягуються особи за:

а) порушення встановленого порядку поводження з відходами, що призвело або може призвести до забруднення НС, прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на здоров'я людини та економічних збитків;

б) самовільне складування чи видалення відходів;

в) порушення порядку ввезення в Україну, вивезення й транзиту через її територію відходів (вторинної сировини);

г) невиконання розпоряджень і приписів органів, що здійснюють державний контроль та нагляд за операціями поводження з відходами та за місцями їх видалення;

д) приховування, перекручення або відмову від надання повної та достовірної інформації за запитамі посадових осіб і громадян та їх об'єднань стосовно безпеки утворення відходів та поводження з ними, в тому числі про їх аварійні скиди та відповідні наслідки;

е) приховування перевищення встановлених лімітів на обсяги утворення та розміщення відходів;

є) змішування чи захоронення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія, без спеціального дозволу спеціально уповноваженого органу виконавчої влади в галузі охорони НС;

ж) порушення правил ведення первинного обліку та здійснення контролю за операціями поводження з відходами;

з) порушення строків подання і порядку звітності щодо утворення, використання, знешкодження та видалення відходів;

и) невиконання вимог щодо поводження з відходами (під час їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження, видалення та захоронення), що призвело до негативних екологічних, санітарно-епідемічних наслідків або завдало матеріальної чи моральної шкоди;

і) передачу відходів з порушенням установлених правил на зберігання, оброблення або видалення підприємствам чи організаціям, що не мають відповідного дозволу на проведення цих операцій;

ї) порушення встановлених правил і режиму експлуатації установок і виробництв з оброблення та утилізації відходів, а також полігонів для зберігання чи захоронення промислових,

побутових і інших відходів (сміттєзвалищ, шламосховищ, золовідвалів тощо);

й) виробництво продукції з відходів чи з їх використанням без відповідної нормативно-технічної та технологічної документації, погодженої в установленому порядку;

к) недотримання умов ввезення відходів на територію України;

л) несвочасне внесення платежів за розміщення відходів.

Якщо підприємства, установи, організації та громадяни України, а також іноземні юридичні і фізичні особи та особи без громадянства, заподіяли шкоду внаслідок порушення законодавства про відходи, вони зобов'язані відшкодувати її в порядку і розмірах, встановлених законодавством України.

Спори, що виникають у сфері поводження з відходами, вирішуються судом у встановленому законодавством порядку.

З 1 січня 2018 р. Україна зобов'язалася сортувати відходи, зокрема сміття, за видами матеріалів, а також розділяти їх на придатні для повторного використання, для захоронення та небезпечні. Про це йдеться у статті 32 Закону України «Про відходи», до якої був доданий відповідний пункт ще у 2012 р..

Цей пункт відповідає двом Директивам ЄС – 1999/31/ЄС та 2008/98/ЄС, що врегульовують поводження з відходами у країнах Європи, надають чітку послідовність дій, що необхідно виконувати з відходами, класифікують їх, ставлять стратегічну мету скоротити кількість тих відходів, що вивозять на полігони.

Відповідно до європейських норм, придатні для повторного використання відходи повинні відправлятися на відповідні підприємства, безпечні – відвозитися на полігони, а з небезпечними проводитимуться необхідні для знешкодження операції. При цьому на звичайні сміттєзвалища не мають потрапляти відходи, що розкладаються біологічно (норма Директиви ЄС 1999/31/ЄС).

#### **2.4.2. Основні положення європейського законодавства у сфері поводження з відходами транспорту**

Правове регулювання управління відходами є складовою частиною права про НС ЄС. Зменшення об'ємів виробництва

відходів і усунення їх виробництва взагалі, удосконаленням методів управління й розумного споживання ресурсів, є одним із пріоритетів європейської політики в галузі НС. При цьому акцент Співтовариством робиться саме на переробці й утилізації, а не видаленні відходів, на так званому принципі трьох R: Reduce (зменшення), Recycling (рециркуляція) та Recovery (утилізація). Такий підхід має за мету забезпечити права людини на сприятливе для життя та здоров'я НС.

Стале управління відходами було однією з перших сфер діяльності ЄС у галузі охорони НС і надалі залишається однією з пріоритетних сфер, згідно з Шостою програмою дій Співтовариства у сфері НС. Законодавство ЄС у сфері управління відходами бере свій початок із 70-х років, коли було прийнято дві перші директиви про відходи: Директива 75/439/ЄЕС про видалення відпрацьованих мастил та Рамкова директива 75/442/ЄЕС про відходи. Такий ранній інтерес Співтовариства до регулювання поводження з відходами не є випадковим. Взаємозв'язок між довкіллям й спільним ринком у сфері управління відходами, можливо, чи не найтісніший, враховуючи, що поводження із відходами є особливою сферою промислової діяльності. У свою чергу, відходи також набули економічної вартості. Таким чином правове регулювання управління відходами на рівні Співтовариства одночасно сприяє як екологічним, так і економічним інтересам. Головне завдання законодавства Співтовариства у сфері управління відходами – охорона здоров'я людей і довкілля від шкідливого впливу операцій поводження з відходами. Базовим правовим інструментом, що закладає основу ефективного управління відходами і напрями подальшого регулювання на рівні ЄС є Рамкова Директива 75/442/ЄЕС про відходи. Після набуття нею чинності у 1977 р., до даної директиви було внесено низку змін і доповнень. Зокрема, Директивою 91/156/ЄЕСЗ було внесено зміни із метою інкорпорації керівних принципів, викладених у Стратегії Співтовариства щодо управління відходами від 1989 р. При перегляді даної стратегії у 1996 році її основні елементи було підтверджено та адаптовано до потреб наступних п'яти років. У 1996 році було внесено зміни також до Додатка II, що містить переліки операцій з утилізації та видалення відходів. На

основі Рамкової директиви було прийнято низку нормативно-правових актів, що деталізують положення даної директиви, та, відповідно, встановлюють більш конкретні вимоги до поводження з відходами. За предметом регулювання ці акти можна умовно поділити на три групи:

1) акти, що регулюють конкретні операції поводження з відходами. Основну актів цієї групи складають директиви, що встановлюють вимоги до діяльності та дозволів на діяльність із видалення відходів (в основному, спалювання чи захоронення). Основними нормативно-правовими актами цієї групи є Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів і Директива 2000/76/ЄС про спалювання відходів;

2) акти, що регулюють поводження з окремими видами відходів. Це, в основному, директиви, що встановлюють вимоги до поводження з небезпечними відходами та їх окремими типами, а також з відпрацьованими мастилами, пакувальними матеріалами, батареями й акумуляторами. Основними нормативно-правовими актами даної групи є Директива 91/689/ЄЕС про небезпечні відходи та Директива 94/67/ЄС про спалювання небезпечних відходів, Директива 75/439/ЄЕС про видалення відпрацьованих мастил, Директива 94/62/ЄС про пакування та відходи пакування, Директива 91/157/ЄЕС про батареї й акумулятори, що містять певні небезпечні речовини;

3) акти, що регулюють переміщення відходів. Основну частину актів даної групи складають регламенти, що встановлюють вимоги до транзиту, експорту й імпорту відходів у межах та за межі Співтовариства. Основним нормативно-правовим актом цієї групи є Регламент Ради 259/93 про нагляд і контроль за переміщенням відходів у межах Європейського Співтовариства, ввезення в та вивезення за його межі. Законодавство Співтовариства про відходи досить динамічне та періодично переглядається й адаптується, з огляду на технічний та економічний прогрес і розвиток Співтовариства. З метою оцінки імплементації й ефективності законодавства Співтовариства щодо управління відходами та задля інформування громадськості про стан НС, законодавством Співтовариства про відходи передбачено процедури періодичного звітування державами-членами і Комісією про заходи вжиті для

імплемен-тації даного законодавства. Згідно з процедурами звітування та на основі положень Директиви 91/692/ЄЕС про стандартизацію й раціоналізацію звітів щодо імплементації директив у сфері НС, Комісія підготувала низку звітів про імплементацію законодавства Співтовариства про відходи. Згідно з останнім звітом Комісії про стан імплементації законодавства Співтовариства про відходи у період 2014–2016 рр., було встановлено, що стан імплементації цього законодавства не можна вважати задовільним, незважаючи на отримані позитивні результати. Зокрема, недостатньо імплементованими визнані Рамкова Директива 75/442/ЄЕС про відходи, Директива 91/689/ЄЕС про небезпечні відходи, Директива 75/439/ЄЕС про видалення відпрацьованих мастил, Директива 86/278/ЄЕС про охорону НС, та, зокрема, ґрунтів, при використанні стічного мулу у сільському господарстві та Директива 94/62/ЄС про пакування та відходи пакування. У свою чергу, Шоста програма дій Співтовариства у сфері НС, визначає розроблення чи перегляд законодавства про відходи одним з пріоритетних заходів щодо управління відходами на наступний період років. Зокрема, такими що потребують доопрацювання визначено нормативно-правові акти щодо відходів будівництва і демонтажу, пакування та відходів пакування, батарей та переміщення відходів. Крім того визначено потребу подальшого розроблення поняття відходів (уточнення різниці між відходами і не відходами) та розробки адекватних критеріїв для подальшого розроблення Додатку ПА та ПВ Рамкової директиви про відходи.

Законодавство ЄС про відходи встановлює наступні загальні вимоги щодо управління відходами:

- здійснення утилізації чи видалення відходів без створення загрози для здоров'я людей і без використання процесів та методів, що можуть спричинити шкоду довкіллю (зокрема без загрози для води, повітря, ґрунту та рослин чи тварин);

- без створення шуму чи неприємних запахів; без негативного впливу на сільську місцевість чи інші важливі місця);

- здійснення діяльності з переробки, зберігання та переміщення відходів лише на основі дозволів відповідних компетентних органів держав-членів, та згідно з цими дозволами;

- здійснення нагляду за видаленням відходів компетентними органами держав-членів.

Рамкова директива про відходи також встановлює чітку послідовність дій щодо управління відходами:

1. Вироблення відходів повинно попереджатися.

2. Якщо вироблення відходів неможливо попередити, то слід зменшувати кількість вироблення та небезпечні властивості цих відходів.

3. Вироблені відходи слід утилізувати рециркуляцією, повторного використання, перероблення чи іншим чином, з метою отримання вторинної сировини, та використовуватись як джерело енергії.

4. Якщо відходи не можливо утилізувати, їх слід безпечно видалити.

Практичне виконання цих завдань, однак, залишається досить складним для держав-членів. Згідно зі звітом Комісії про стан імплементації законодавства Співтовариства про відходи (за період 2012–2014 рр.), утилізація відходів складає лише невелику частку (29 %) серед інших операцій поводження із відходами у Співтоваристві. При цьому відсоток рециркуляції відходів у різних державах-членах суттєво відрізняється (від 60 % до 8 %). Найбільш поширеним способом видалення відходів у державах-членах залишається захоронення, що в середньому складає близько 45 % на рівні Співтовариства. В окремих країнах частка захоронення відходів сягає 60 %. У свою чергу, спалювання відходів, з використанням отриманої енергії чи без, складає основну частку поводження із побутовими відходами (в середньому складає близько 23 %). У деяких країнах ця частка сягає 58 %, в той час як у інших (Греція та Італія) спалювання взагалі не застосовується (таблиця 2.2.). У свою чергу, Шоста програма дій Співтовариства у сфері НС серед пріоритетних заходів щодо удосконалення поводження з відходами, визначила, зокрема, розроблення

тематичної стратегії щодо рециркуляції відходів, що має включати, зокрема:

- заходи, спрямовані на забезпечення розподілу джерел, збір і рециркуляцію пріоритетних потоків відходів;
- подальший розвиток відповідальності виробника;
- розвиток і передачу екологічно чистої технології із рециркуляції та оброблення відходів.

*Таблиця 2.2*

Поводження з побутовими відходами в Україні та країнах ЄС  
(станом на 2015 р.)

| Поводження з побутовими відходами | Україна, дані Мінрегіону України, млн т | Країни ЄС, дані Євростату, млн т | Швеція, дані Євростату, млн т | Польща, дані Євростату, млн т |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Усього утворено відходів          | 9,23                                    | 241                              | 4,377                         | 10,863                        |
| Захоронення, видалення            | 8,69<br>(94,1%)                         | 61<br>(25,3%)                    | 0,035<br>(0,8%)               | 4,808<br>(44,3%)              |
| Спалювання                        | 0,25<br>(2,7%)                          | 64<br>(26,6%)                    | 2,241<br>(51,2%)              | 1,439<br>(13,2%)              |
| Перероблення                      | 0,26<br>(2,8%)                          | 69<br>(28,6%)                    | 2,101<br>(48,0%)              | 4,616<br>(42,5%)              |

- Вимоги до утилізації автомобілів викладені в:

- Директиві 2000/53/ЄС (ELV) з утилізації старих автомобілів (з урахуванням змін, внесених Рішенням 2002/525/ЄС, Рішенням 2005/673/ЄС, Рішенням 2008/689/ЄС, Рішенням 2010/115/ЄС);

- Директиві 2011/37/ЄС щодо заборони та обмеженню застосування важких металів (свинцю, ртуті, кадмію, шестивалентного хрому) в автомобільних компонентах і матеріалах);

- Директиві 2005/64/ЄС (RRR) щодо класифікації типів ТЗ щодо їх повторного використання, вторинної переробки та утилізації. Встановлює вимоги щодо коефіцієнта вторинної переробки (не менше 0,85) і коефіцієнта утилізації (не менше



0,95), а також накладає обмеження на вміст регламентованих шкідливих речовин в складі деталей й матеріалів автомобіля, наявність спеціального маркування складу матеріалів на деталях із пластмас і гум;

- Рішенні 2003/138/ЄС про маркування пластмасових і гумових деталей для цілей утилізації;

- ISO 22628 з проведення розрахунку коефіцієнтів рециклінгу та утилізації автомобілів;

- Рішенні 2005/673/ЄС щодо заборони та обмеження застосування важких металів (свинцю, ртуті, кадмію та шестивалентного хрому) в автомобільних компонентах і матеріалах.

У директиві 2000/53/ЄС (ELV) встановлені вимоги в країнах ЄС з 1 січня 2006 р. забезпечити для старих автомобілів утилізацію мінімум на 85 % маси автомобіля і вторинну переробку (рециклінг) мінімум на 80 %. А з 2015 р. усім країнам встановлена вимога досягти утилізації автомобілів на 95 %, а рецикльовання на 85 %. Директивою 2000/53/ЄС встановлені вимоги до виробникам автомобілів: використовувати єдині стандарти маркування полімерних компонентів для полегшення ідентифікації під час утилізації, надавати необхідну інформацію по демонтажу та складом матеріалів компонентів для утилізації, місцерозташуванням в автомобілі небезпечних речовин і матеріалів, а також взяти на себе всю або значну частину витрат з реалізації збору автомобілів, що відслужили свій термін експлуатації.

Особлива увага у законодавстві Співтовариства про відходи приділяється видаленню небезпечних відходів, відпрацьованих мастил, поліхлорбіфенілів і поліхлортерфенілів (ПХБ/ПХТ), діоксиду титану, стічних вод. Останнім часом було прийнято також низку директив щодо відходів обладнання і ТЗ.

Правове регулювання управління небезпечними відходами здійснюється згідно з загальними вимогами, встановленими для всіх категорій відходів (передбачених Рамковою директивою про відходи, директивами про захоронення та спалювання відходів і регламентом про переміщення відходів) та особливих вимог відповідних нормативно-правових актів про небезпечні відходи. Основними

нормативно-правовими актами щодо управління небезпечними відходами є Директива 91/689/ЄЕС про небезпечні відходи та Директива Ради 94/67/ЄС про спалювання небезпечних відходів.

Основне завдання Директиви про небезпечні відходи – закріплення єдиного визначення поняття небезпечних відходів на території Співтовариства і впровадження більшої уніфікації у поводження з такими відходами. Згідно з Директивою про небезпечні відходи «небезпечні відходи» – тверді чи рідкі відходи, що входять до переліку відходів (Європейський каталог відходів), та володіють однією або кількома характеристиками, передбаченими у переліку Додатка III до Директиви про небезпечні відходи, а також будь-які інші відходи, що визначені державами-членами, як такі, що мають будь-яку із властивостей переліку цього Додатка. Змішування небезпечних відходів з іншими відходами забороняється. У разі, якщо небезпечні відходи були змішані з іншими відходами, речовинами чи матеріалами, вони повинні відокремлюватись, якщо це технічно та економічно можливо, та якщо це сприятиме дотриманню вимоги щодо не завдання шкоди здоров'ю людей та НС. Винятком із цього можуть бути лише змішування, необхідне для попередження вироблення небезпечних відходів, їх рециркуляції чи перетворення. При цьому, такі операції повинні здійснюватися на підставі та згідно з спеціальними дозволами.

Держави-члени забезпечують реєстрацію й ідентифікацію (встановлення виду/категорії відходів) на кожному місці (об'єкті) видалення. Держави-члени також забезпечують пакування та маркування таких відходів згідно з міжнародними стандартами й стандартами ЄС під час їх збирання, транспортування та тимчасового зберігання.

Діяльність із видалення, переробки, зберігання та переміщення небезпечних відходів здійснюється лише на підставі та згідно з дозволами, що видаються компетентними органами держав-членів. Особливостями дозвільної системи щодо небезпечних відходів є те, що до здійснення видалення чи утилізації небезпечних відходів не застосовуються винятки, передбачені щодо організацій/підприємств, що проводять видалення власних відходів на місці виробництва. Винятки можуть встановлюватися лише щодо організацій/ підприємств,

що здійснюють утилізацію небезпечних відходів згідно з умовами Рамкової директиви, тобто в разі прийняття державам-членами загальних правил щодо здійснення таких операцій. Такі загальні правила надсилаються державами-членами до Комісії не пізніше трьох місяців до моменту набуття ними чинності.

Організації/підприємства, щодо яких встановлено винятки, повинні реєструватися компетентними органами держав-членів. На відміну від Рамкової директиви про відходи, Директива про небезпечні відходи поширює вимогу щодо реєстрації також на виробників відходів. На них також покладається обов'язок ведення реєстрів відходів, передбачений Рамковою директивою про відходи щодо організацій/підприємств, що здійснюють утилізацію та видалення відходів. Такі реєстри повинні зберігатися протягом, принаймні, трьох років. Реєстри, що ведуться організаціями/підприємствами, що здійснюють переміщення відходів, повинні зберігатись протягом, принаймні, дванадцяти місяців. Організації (підприємства), на яких виробляються небезпечні відходи, чи підприємства, що їх приймають, а також ТЗ для їх переміщення підлягають постійним перевіркам компетентними органами держав-членів. Компетентні органи держав-членів також публікують плани роботи з небезпечними відходами, окремо або в межах загального плану поводження з відходами (як вимагає Рамкова директива про відходи). Дозвіл на спалювання небезпечних відходів надається лише, за умови, якщо заявник на отримання дозволу доведе, що завод зі спалювання сконструйований, обладнаний та функціонуватиме таким чином, що будуть вжиті всі необхідні заходи щодо попередження забруднення НС. Дозвіл на здійснення спалювання небезпечних відходів є містити перелік типів і обсягів тих небезпечних відходів, що можуть спалюватись на заводі, а також вказувати загальну потужність.

Заяви на спалювання та відповідні рішення компетентних органів і результати моніторингу діяльності заводів зі спалювання повинні бути відкритими та доступними для громадськості. Правовою основою регулювання поводження з відпрацьованими мастильними матеріалами у Співтоваристві є Директива 75/439/ЄЕС про видалення відпрацьованих

мастильних матеріалів. Дана директива спрямована на створення уніфікованої системи збору, перероблення, зберігання та видалення відпрацьованих мастильних матеріалів. Згідно з цією директивою найбільш пріоритетними напрямками поводження з відпрацьованими мастильними матеріалами є їх регенерація, а найменш пріоритетним – знищення, видалення чи контрольоване зберігання. Скидання відпрацьованих мастильних матеріалів у водойми та дренажні системи заборонено. Будь-яке підприємство, що здійснює видалення цих речовин, повинно отримати дозвіл від відповідного компетентного органу, а також реєструватися та контролюватися цим органом. Відпрацьовані мастильні матеріали можуть містити не більше 50 мільйонних частин поліхлорбіфенілів і поліхлортерфенілів (ПХБ/ПХТ).

Правовою основою регулювання поводження із поліхлорбіфенілами та поліхлортерфенілами (ПХБ/ПХТ) є Директива 96/59/ЄС про видалення поліхлорбіфенілів і поліхлортерфенілів (ПХБ/ПХТ). Вона спрямована на виведення з використання ПХБ/ПХТ та на очищення обладнання, яке контактує з цими речовинами. Дане обладнання повинно обліковуватися, маркуватися, а відомості про нього повідомляються Європейській Комісії. Переліки такого обладнання мусять оновлюватися та переглядатись. Устаткування, що містить ПХБ/ПХТ і є не очищене, повинно утримуватись у справному стані, з метою уникнення витікання.

Правовою основою регулювання поводження з батареями й акумуляторами, що містять певні небезпечні речовини у Співтоваристві є Директива 91/157/ЄЕС про батареї та акумулятори, що містять небезпечні речовини. Мета директиви – введення обов'язкової утилізації та контрольованого видалення відпрацьованих батарей і акумуляторів, що містять певну кількість ртуті, кадмію чи свинцю. Директива також зобов'язує розробити програми скорочення вмісту важких металів у батареях та акумуляторах і стимулювання продажу удосконалених батарей і акумуляторів, а також поступового зниження частки продукції, що виводиться з обігу а також стимулювання досліджень із застосування у обладнанні менш шкідливих замінників. Держави-члени також повинні

забезпечити ефективну організацію роздільного збирання та створення депозитної системи. Споживачі мусять отримувати повну інформацію про ризик і можливе видалення цього обладнання.

#### **2.4.3. Правове та нормативно-технічне забезпечення екологічної безпеки космічної діяльності**

Сучасні дослідження показують, що негативний вплив на НКП досягло критичного рівня, в зв'язку з чим необхідно прийняття невідкладних дій щодо правового регулювання діяльності міжнародного співтовариства в космосі, тому що запобігання забруднення природного середовища потребує менше витрат, ніж його відродження.

Сучасне міжнародне законодавство недостатньо захищає НКП. У головному Договорі щодо космосу (1967 р.) єдине положення, що має відношення до екології (стаття 9) містить в собі тільки вимоги по захисту інших небесних тіл та недопущення занесення з них шкідливих речовин на Землю. Згідно з цим Договором держави зобов'язані:

- здійснювати діяльність в космічному просторі, на Місяці та інших небесних тілах з певним урахуванням інтересів інших держав;

- проводити їх вивчення та використання таким чином, щоб запобігти їх шкідливого забруднення, а також неблагополучними змінами земного середовища внаслідок доставки позаземних речовин;

- проводити міжнародні консультації, якщо діяльність та заплановані експерименти можуть створити потенційні ушкодження світової КД інших держав.

Загальний характер положень Договору про космос мав і свою позитивну сторону, так як наповнення його в той час більш конкретним змістом могло в подальшому вступити в протиріччя з практикою розвитку КД. Але зараз, коли людство бачить наслідки 58-річної КД, та її вплив на НКП, екологію біосферу Землі, здоров'я та життя громадян планети Земля – цей Договір вже не відповідає сучасності й потребує конкретних

змін його положень. Аналогічно це стосується і Угоди про Місяць 1979 р.

З інших міжнародних угод слід відмітити «Угоду про спасіння космонавтів (1968 р.), «Конвенцію про реєстрацію об'єктів, запущених в космічний простір» (1976р.), «Конвенцію про міжнародну відповідальність за нанесений збиток, спричинений космічними об'єктами» (1972 р.).

Короткий огляд міжнародних документів показує, що юридичні норми, що мають відношення до забезпечення екологічної безпеки КД зовсім недосконалі. У них відсутні загальні принципи охорони космічного середовища та конкретні дії по їх реалізації.

Слід констатувати, що на міжнародній конференції в Ріо-де-Жанейро в контексті стратегії сталого розвитку людства, проблеми екологічної небезпеки КД конкретно не озвучувалися. На сьогодні ключову роль в тому, що стосується міжнародних аспектів вивчення та мирного використання НКП, повинен відігравати Комітет ООН по космосу (COPUOS). Але цей Комітет зосереджує свою діяльність на зміцненні міжнародної кооперації в космічних дослідженнях; на пропаганді використання результатів космічних досліджень в розвинутих країнах та розширенню моніторингу земної поверхні космічними засобами. Реальним кроком, ініційованим для захисту космічної техніки (КТ), що пов'язаний з захистом НКП, стала Директива Президента США Р. Рейгана від 11 лютого 1988 р. про зменшення кількості космічного сміття (КС). Ця Директива вплинула на розроблення в 1993 р. спеціальної інструкції NASA про політику обмеження генерації орбітального сміття. Інструкція вимагає від кожної космічної програми проведення оцінки потенціального рівня генерації уламків як в умовах нормальної роботи так і в випадках імовірних зіткнень та вибухів.

На сьогодні вкрай необхідно на міжнародному рівні утвердити НКП як охороняємо природне середовище, з усіма витікаючими з цього правовими нормами по аналогії з іншими природними середовищами. Важливим моментом цього законодавства повинно бути правове закріплення міжнародної

екологічної експертизи існуючої КТ і проектів з обов'язковою оцінкою їх можливого впливу на НКП.

У зв'язку з цим, заслуговують уваги пропозиції з охорони НКП розроблені в Інституті національних стратегічних досліджень Джорджтаунського університету (США). На їх думку, всі держави, що беруть участь в КД, насамперед повинні узгоджено прийняти головні «Принципи екологічного захисту НКП», що включають:

- добровільне відмовлення від дій, що носять надмірну, непоправну шкоду космічному середовищу;

- добровільне виконання процедур міжнародного схвалення результатів національної екологічної експертизи космічних проектів;

- щільність КД, що передбачає створення спеціального міжнародного екологічного фонду, що формується з аналогів на кожен запуск космічного об'єкту, або на будь який напрям КД;

- інформаційна відкритість КД, що передбачає необхідність міжнародного обміну та накопиченню інформації про збиток космічного середовища стосовно минулих і майбутніх космічних проектів.

Після прийняття цих принципів, передбачається розроблення загальних і приватних договорів про охорону НКП, створення міжнародних інститутів, що забезпечують їх реалізацію та виконання, прийняття нормативної бази, розробку стандартів, правил тощо. Нормативна база та стандарти повинні конкретно визначати, що слід розглядати як «надмірна та непоправна» шкода космічному середовищу та є основою для ухвали чи відхилення міжнародною експертизою того чи іншого проекту.

На тепер організації системи ООН реалізують більше 200 проектів та програм, пов'язаних з КД. Генеральна Асамблея ООН щорічно приймає резолюцію про міжнародне співробітництво в космосі, розглядаючи його політико-правові та науково-технічні аспекти. У доповіді Комітету по дослідженню космічного простору (КОСПАР), Міжнародної Ради з науки (МСНС), та Міжнародній астронавтичній федерації в 1988 р., було відмічено, що на орбітах Землі знаходиться більше 3,5 млрд. техногенних космічних тіл, розміром більше

ніж 1 мм, загальною масою майже 10000 т. Для координації дій та моніторингу КС в 1993 р. був створений Міжагентський координаційний комітет з КС – МККС (IADC – Inter-Agency Space Debris Coordination Committee), що виконує функції проведення міжнародних щорічних форумів з питань КС. У його роботі беруть участь: Великобританія, Германия, Італія, Франція, Китай, Росія, Україна, США, Індія, Канада, Японія, а також Європейське космічне агентство (ЄКА). Останнім часом Юридичному Комітету ООН з космосу було дано розпорядження підготувати декларацію про принципи запобігання виникнення КС, що б мала юридично обов'язковий характер. Але це питання постійно відкладається, тому що на даний час не досягнуто консенсусу.

Головними цілями МККС є:

- обмін між космічними агентствами інформацією, пов'язаною з дослідженнями з проблеми КС;

- сприяння співробітництву з питань КС і відстеження результатів такої спільної діяльності;

- визначення можливостей для зменшення засміченості космічного простору.

Крім цього МККС: відслідковує загальну спільну діяльність щодо дослідження КС; рекомендує нові можливості для співробітництва; забезпечує первинним інструментом для обміну інформацією та планує дослідження, пов'язані з орбітальним сміттям; визначає та оцінює можливості для зменшення засмічення.

Члени МККС повинні обмінюватися даними, отриманими в рамках національних програм з орбітального сміття. Ці дані та інформація, отримані від МККС, розповсюджується без обмежень під час використання.

В Україні розроблена перша редакція документу «Правила космічної діяльності в Україні» УРКТ-11.03 «Обмеження засмічення НКП під час експлуатації КТ. Загальні вимоги». Розроблення цього документу передбачає виконання міжнародних вимог і стандартів з проблеми запобігання утворення КС.



## Питання для самоконтролю

1. *Наведіть визначення поняття «процес рециклінгу відходів». Які його основні напрями?*
2. *Що розуміють під життєвим циклом транспортного засобу? Які його основні етапи?*
3. *Які є способи мінімізації впливу на довкілля на етапі отримання конструкційних матеріалів транспортних засобів?*
4. *Які є способи мінімізації впливу на довкілля на етапі отримання конструкційних матеріалів транспортних засобів?*
5. *Які є способи мінімізації впливу на довкілля на етапах технологічних процесів виготовлення транспортних засобів?*
6. *Які є способи мінімізації впливу на довкілля на етапі експлуатації транспортних засобів?*
7. *Наведіть основні джерела негативного впливу на довкілля на етапі утилізації транспортних засобів?*
8. *Які є способи мінімізації впливу на довкілля на етапі утилізації транспортних засобів?*
9. *Наведіть визначення поняття «авторециклінг». Які етапи та технології він містить?*
10. *Наведіть основні стадії життєвого циклу авіаційного транспортного засобу.*
11. *Охарактеризуйте морфологічний склад транспортних засобів.*
12. *Охарактеризуйте морфологічний склад літальних апаратів.*
13. *Наведіть основні напрями державної політики щодо поводження з відходами.*
14. *Наведіть основні нормативно-правові акти у галузі поводження з відходами.*
15. *Які вам відомі види правопорушень у галузі поводження з відходами,*
16. *Наведіть основні нормативно-правові акти ЄС у галузі поводження з відходами.*
17. *Охарактеризуйте сучасну політику щодо забезпечення екологічної безпеки навколо космічного простору.*

## РОЗДІЛ 3

### УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Світовий парк легкових автомобілів в даний час складає більше 750 млн од і розподіляється на 1000 жителів рівномірно (табл. 3.3), 40–50 млн з них щорічно оновлюються, тобто визнаються такими, що відслужили свій термін, знімаються з реєстрації і, як правило, надходять на утилізацію.

Таблиця 3.3

Автомобільний парк і забезпеченість автомобілями  
на 1000 жителів

| Країна                                      | ЄС      | Японія | США   | Китай | Україна |
|---|---------|--------|-------|-------|---------|
| Автомобільний парк, млн од                  | 288*    | 76*    | 250*  | 109*  | *       |
| Забезпеченість автомобілями на 1000 жителів | 400–650 | 591**  | 797** | 324** | 202*    |

\* – дані за 2016 р.,

\*\* – дані за 2014 р.

Середній вік автомобілів, що знімаються з обліку в країнах ЄС становить 12–14 років, а в США і Японії він трохи менший. У результаті виникають відходи, перелік яких наведено в табл. 3.4.

Абсолютно безвідходної системи утилізації автомобілів на даний час немає. З табл. 3.4 видно, що приблизно третина всіх автомобільних відходів припадає на Європу. І це незважаючи на те, що за останні 10–15 років в більшості промислово розвинених країнах організовані й регламентуються досить жорсткими законами і правилами системи збору та вторинної переробки автомобільних компонентів (АК).

Таблиця 3.4

Щорічне середнє кiлькiсть автомобiльних вiдходiв, млн т/рiк

| Типи автомобiльних вiдходiв  | ЄС  | У свiтi |
|--|-----|---------|
| Пластик  | 0,9 | 2,6     |
| Гума   | 1,3 | 3,8     |
| iншi неметалевi матерiали  | 1,7 | 4,4     |
| Робочi рiдини  | 0,3 | 0,8     |
| Вiдходи, що утворюються пiд час<br>технiчного обслуговування i ремонту | 1,5 | 4,0     |
| Разом  | 5,7 | 15,6    |

Процес утилязацiї складається з 11 технологiчних операцiй, що включають:

- огляд, складання калькуляцiї й технологiчної карти;
- знешкодження пiротехнiки, розташованої вiдповiдно до креслень в повітряних подушках i переднатягувачiв паскiв безпеки. Розбирання без попереднього знешкодження цих пiропатронiв небезпечно. Тому фахiвцi здiйснюють контрольований пiдрив зарядiв, при цьому «пороховий» дим обов'язково вiдсмоктується в витяжку, фiльтрується та тiльки потiм викидається в атмосферу;

- зливання експлуатацiйних технiчних рiдин;
- демонтаж:

а) найбільш екологiчно шкiдливих компонентiв: акумуляторiв, балансвальних тягарцiв, галогенних лампочок i т.п. Вклеєне скло вирiжуть по периметру, знімуть оббивнi матерiали та їх розсортують за видами майбутньої вторинної сировини (для цього складається технологiчна карта утилязацiї);

б) силового агрегату i вiддiлення вiд випускної системи що мiстить дорогочiннi метали нейтралiзатора.

### **3.1. Свiтовий досвiд утилязацiї автомобiлiв (авторециклiнг)**

Схема матерiального й фiнансового потокiв в системi поводження з вiдходами автомобiльних ТЗ, що вийшли з експлуатацiї в краiнах ЄС наведена на рис. 3.10.



технічного співробітництва для розробки єдино подібних міжнародних правил, що стосуються конструкції ТЗ і їх частин.

Цим органом є робоча група по конструкції ТЗ Комітету з внутрішнього транспорту Європейської екологічної комісії ООН (КВТ ЄЕК ООН). У роботі Групи, наради якої проходять в Женеві три рази в рік, беруть участь практично всі європейські держави, представники Європейського економічного співтовариства (ЄЕС), а також неурядові міжнародні організації, діяльність яких пов'язана з виробництвом або експлуатацією ТЗ, з правом участі в обговоренні.

Європейською Комісією розроблені проекти законів «Введення документів про переробку» і «Визначення мінімальних критеріїв для переробників автомобілів / Директива про закінчення життєвого циклу», за якими передбачено, що під час утилізації автомобілів (УА), починаючи з 2015 р. мінімум 85 % ваги повинен забезпечувати авторециклінг (АР), тільки 10 % можуть бути термічно переробленими (перетвореними в енергію) і всього 5 % можуть бути захороненими.

Стратегія поводження з автомобілями, що підлягають утилізації в розвинених країнах включає:

- проектування автомобілів і АК з урахуванням забезпечення доступної і ефективної технології їх утилізації:

а) технологія утилізації закладається в конструкцію автомобіля під час його розробки;

б) віддається перевага легкороз'ємним з'єднанням, що полегшує розбирання утилізованого автомобіля, використовуються маркування та кодування вузлів і агрегатів, що полегшують їх подальше використання. Починаючи з 2000 р., в країнах ЄС введена обов'язкова єдина система маркування деталей і вузлів автомобілів, що полегшує видову сепарацію й раціональне використання відходів. Заводам наказано під час продукування нових марок автомобілів розробляти технологічні інструкції щодо їх розбирання та можливих напрямів утилізації АК, так як і законодавці, і виробники автомобілів чітко розуміють, що без чіткого маркування, зрозумілих і доступних технологій розбирання неможливо забезпечити повернення у виробництво 95 % маси автомобілів, що продукуються;

в) нероз'ємні з'єднання (зварювання, пайка, пресова та гаряча посадка, склеювання високоміцними клеями) використовуються тільки там, де це потрібно для забезпечення конструктивної міцності автомобіля;

г) під час вибору пластмас, перевага віддається термопластичним, що легко піддаються повторній переробці матеріалів, наприклад, автомобіль Mercedes-Benz C-Class-Estate має 39 деталей, зроблених із пластику, який потім буде перероблений, і 32 деталі, виготовлені з переробленого пластику;

- відновлення АК, знятих з автомобілів що незначно відрізняється від нових;

- отримання енергії від спалювання горючих відходів, що не підлягають переробці;

- захоронення негорючих відходів, що не підлягають переробці;

- повторне використання АК, придатних для подальшої експлуатації;

- перероблення деталей і вузлів автомобілів, що не підлягають економічно ефективному відновленню, у вторинні матеріальні ресурси.

Так, в США щорічно на утилізацію надходить 14–15 млн легкових автомобілів, загальна маса яких становить приблизно 20 млн т. Їх переробляють понад 200 підприємств, оснащених шредерами різної продуктивності, на яких функціонують більше 10 тис. малих підприємств. Ці підприємства займаються збором і розбиранням старих автомобілів, на них зайнято понад 40 тис. чоловік. Щорічний обсяг виробництва оцінюється в 4 млрд. дол. Сумарний коефіцієнт утилізації старих автомобілів становить в середньому 82–83 %, а коефіцієнт рециклінгу чорних і кольорових металів, що застосовуються в автомобілях, близький до 100 %. Середні значення віку і пробігу автомобілів, що відслужили свій термін, в кожній країні свої – усе залежить від таких економічних показників, як середній валовий дохід на душу населення й число автомобілів на тисячу жителів, а також від політики держави в даній області. Наприклад, в США діє дуже жорстка і налагоджена система страхування: власнику автомобіля після серйозної аварії виплачується страховка,

і власником такого автомобіля стає страхова компанія, що, в разі труднощів з реалізацією, продає його недорого фірмі-утилізатора. Так, за даними фірми «Хонда», середній вік їх автомобілів, що надійшли на утилізацію в штаті Мічиган в 2002 р., становив лише сім років і практично всі деталі, демонтовані з них, були реалізовані на вторинному ринку, що повністю окупило ціну, що утилізатори заплатили власникам автомобілів або страховим компаніям. Іншими словами, порівняно рання УА «Honda» виявилася вигідною: для фірми-утилізатора – економічно, для штату – екологічно (утилізація вийшла практично безвідходної).

Проте, абсолютно безвідходної системи УА немає. Наприклад, в Німеччині під час технічного обслуговування, ремонту й УА щорічно утворюється близько 1,2 млн т нездійснених, тобто таких відходів, що потрапляють на звалище, а в світі – 15,6 млн т. І це незважаючи на те, що за останні роки в більшості промислово розвинених країн світу були організовані, підпорядковані досить жорсткими законами й правилами, системи збору та вторинної переробки зношених автомобільних деталей і автомобілів, після закінчення їх терміну експлуатації.

Дуже важливо знати, що створена в провідних країнах світу спеціальна галузь промисловості з перероблення та УА займається проблемами вторинної переробки матеріалів, а також повторного використання старих деталей, вузлів і агрегатів, реалізуючи їх за значно нижчими цінами, хоча ці АК часто не поступаються новим за якістю і ресурсами.

Повторне використання АК і рециклінг багатьох матеріалів є економічно ефективним, це вирішує не тільки глобальні питання економії сировини, невідновлювальних ресурсів і енергії. Оскільки у всіх країнах ЄС діє дуже чітка й жорстка система УА, то автомобіль, що підлягає утилізації, просто неможливо десь викинути, можна тільки зробити новий.

Слід зазначити, що навіть у найсучасніших повних ланцюжках відновлення старих автомобілів економічно вигідні далеко не всі їх ланки. Особливо організація збору та транспортування. Тому уряд багатьох країн, регіональні й муніципальні органи влади приймають законодавчі заходи щодо

ліквідації таких «вузьких місць», наприклад, надають податкові пільги організаторам центрів з приймання та УА, а також підтримують об'єднання виробників автомобілів і дилерів.

**Німеччина.** Німеччина – одна з перших країн, де була введена утилізаційна премія (2500 євро), і одна з небагатьох, де ця програма дала серйозний ефект (40000 чоловік вирішили замінити старий автомобіль на новий). Парк приватних автомобілів в Німеччині на сьогоднішній день складає близько 47,5 млн і приблизно з них щороку «вмирає» 3,5 млн. Основна маса цих автомобілів йде на смітник, число яких в останні роки неухильно скорочується через те, що в країні працюють потужні дробильні установки – шредери.

Етапи авторециклінгу (АР):

**1-й етап.** Приймання підприємством автомобіля на утилізацію і видача сертифіката (безкоштовно) про утилізацію власнику автомобіля. Пункти з прийому автомобілів для утилізації є в радіусі кожних 50 км;

**2-й етап.** Мийка автомобіля й розміщення його в спеціальному торговому комплексі підприємства з приймання автомобілів, в якому він знаходиться протягом місяця, і покупець може вибрати необхідний йому агрегат, окремий вузол і т.д., самостійно зняти його та оплатити. Деякі вузли демонтуються заздалегідь і виставляються для продажу за зниженою ціною;

**3-й етап.** Автомобіль надходить на попереднє розбирання, де з нього знімають колеса й акумулятор, зливають паливо і експлуатаційні рідини; потім ці компоненти проходять мийку, сортування по маркам. Те, що залишається, піддається остаточному розбиранню: кузов складують в накопичувачі, звідки він, у разі необхідності, надходить в шредер. Подрібнений продукт піддається сортуванню. Спочатку повітряним струменем видують «легке сміття» – неметалічну фракцію (скло, гума, шкіра, текстиль, дерево і ін.), маса якого для одного автомобіля може бути більше 250 кг. З решти маси магнітні пастки витягають практично весь чорний метал, а потім методом флотації – кольоровий. 15 % «легкого сміття» складає скло, а 32 % – гума.



На сьогодні в Німеччині працюють близько 40 шредерів, вони переробляють на рік 1,5 млн т матеріалів, в тому числі до 900 000 т автомобільного брухту. Щоб завантажити німецькі шредери роботою повністю, автомобілі привозять з Голландії та Англії (наприклад, шредер в м. Леер має продуктивність до 800 автомобілів у день, і власної «сировини» йому не вистачає).

У Німеччині працює Федеральний Закон «Про економічний рециклінг Німеччини», що спрямований не тільки на формування правових інструментів з проведення рециклінгу, але, що набагато важливіше, на створення умов, при яких виробники, вже на стадії проектування і виготовлення автомобілів, домагалися зменшення кількості майбутніх відходів. Встановлено жорсткі вимоги до автомобільних виробників та імпортерів автомобілів на території Німеччини. Суть вимог полягає у тому, що ті підприємства, що хочуть торгувати автомобілями на території Німеччини, повинні побудувати мережу пунктів по прийому автомобілів для утилізації свого виробництва, а підприємства, що бажають легально займатися АР, повинні бути ліцензовані відповідними органами і підприємствами.

Перевага вторинного використання перед знищенням діє не завжди. Так, матеріали передаються на вторинну переробку тільки в тому випадку, якщо це можливо технічно, економічно й екологічно обґрунтовано. В іншому випадку відходи знищуються, якщо їх знищення є рішенням, більш допустимим з екологічної точки зору, і якщо вартість переробки відходів виявляється набагато більшою вартості виготовлення кінцевої продукції або сировини.

У Німеччині розроблена система рециклінгу шинного брухту «Regulant-6000» – раціональна комбінація новітніх технологій. Шинний брухт поставляє на переробний завод фірма, що централізовано займається збором і транспортуванням цієї сировини. Замовниками зазвичай є промислові підприємства, звалища, торгові фірми, що продають автомобілі. Ці матеріали надходять на заводи з перероблення шин, в безпосередній близькості від яких складуються. З складських приміщень шини транспортуються в зону сортування, де

сепаруються екземпляри, придатні для перепродажу. Решту відбракованих шин буде перероблено.

Багато виробників автомобілів розробляють свої схеми утилізації. Для прикладу наведемо схему УА Opel:

**1. Постачання.** Останній власник поставляє автомобіль, що припинив експлуатацію АПЕ фахівця з розбирання, з яким укладено контракт на УА. Після перевірки автомобіля фахівець оформляє «Свідоцтво про руйнування автомобіля» (CoD) згідно з прийнятим зразком.

**2. Попереднє оброблення й зливання експлуатаційних технічних рідин.** Перш за все, з автомобіля демонтується акумуляторна батарея і нейтралізуються подушки безпеки. Потім спеціаліст з розбирання зливає паливо та інші експлуатаційні технічні рідини автомобіля. До них відносяться: моторна олива, робоча рідина коробки передач, гальмівна рідина, а також охолоджуюча рідина (з системи охолодження двигуна) і холодоагент (з системи кондиціонування повітря).

**3. Демонтаж** з автомобіля різних деталей і вузлів, що можна продати (як старі запасні частини) або використовувати як основи для деталей, що одержують в результаті вторинного перероблення. Такі матеріали, як пластмаса або скло, демонтуються з автомобіля для перероблення, якщо це доцільно з економічної точки зору.

**4. Зберігання.** Матеріали, що становлять небезпеку для НС, збирають і згодом відправляють у спеціальні фірми (що займаються обробкою таких матеріалів) для вторинного використання або утилізації.

**5. Різання.** Великі частини автомобіля, що пройшли попередню обробку, надходять на різання. Тут вони поділяються на шматки, які сортують за фракціями для вторинного використання або утилізації.

**6. Оброблення матеріалів, отриманих після різання.** Після різання матеріали обробляються з використанням різних технологій (магнітні поля, вихрові струми, флотація і т.п.), щоб отримати окремі матеріали, які можна використовувати в якості вторинної сировини.

**7. Рециркуляція. Захоронення відходів.** Подрібнені матеріали, отримані після різання й поділу, можуть бути

використані повторно (наприклад, як замітник вугілля в доменній печі або як осушувач для стічних вод) або застосовуватися для виробництва цементу. Такий технологічний ланцюжок забезпечує вторинне використання до 85 % матеріалів, з яких складається автомобіль; а також зменшує кількість відходів, що підлягають захороненню.

BMW під Мюнхеном створив Центр BMW з переробки й утилізації під назвою RDZ (Recycling & Dismantling Center), що є лабораторією з розроблення технології утилізації. RDZ пропонує УА розділити на чотири етапи:

**1-й етап.** АПЕ зневоднюють – видаляють оливу й технічну рідину (залишки бензину, моторна й трансмісійна олива, гальмівна й охолоджуюча рідина, рідина з гідропідсилювача рульового управління). Процес зневоднення автоматизований, на нього в середньому йде 20 хв. Тут же знімають АК і викликають спрацювання надувних подушок безпеки.

**2-й етап.** З АПЕ здійснюють демонтаж АК, що використовують вдруге як запасні частини на вторинному ринку ЄС. Потім демонтують і сортують ті деталі, що можна пустити на переробку – це пластмаси, гума, скло.

**3-й етап** – це подрібнення залишків АПЕ і вилучення чорних і кольорових металів, що також централізовано відправляються на переплавку.

**4-й етап.** Спалювання «легкої фракції» (15 % маси АПЕ).

**Голландія.** З 1995 р. в Голландії працює добровільна схема фінансування УА, що відслужили термін експлуатації. Схема була розроблена некомерційною організацією «Автомобільний рециклінг Нідерландів» (АРН). У 2006 р. середній вік АПЕ склав 15,9 р., а середня маса – 936 кг. З 234 тис. АПЕ в Голландії в 2006 р. в системі, керованою АРН, було демонтовано та утилізовано понад 90 %; загальна вартість оплачених витрат на збір, транспортування, демонтаж і рециклінг АК і матеріалів для АПЕ, перероблених в системі АР під контролем АРН, склала 20,5 млн євро.

На сьогодні в Голландії під час продажу кожного нового автомобіля організація-продавець здійснює утилізаційний

платіж до фонду утилізації автотранспорту, кошти якого використовуються на часткове покриття витрат, пов'язаних з безкоштовним прийманням і переробкою утилізованого автомобіля. Цей внесок є обов'язковим для всіх виробників і імпортерів, що реалізують свої автомобілі на території країни.

Лише за кілька років Голландії вдалося створити потужну індустрію АР; в даний час в цій країні працюють близько 700 акредитованих пунктів прийому автомобілів для утилізації та понад 260 підприємств з розбирання, експлуатуються 11 шредерів, створені численні робочі місця.

**Великобританія.** У Великобританія для забезпечення процесу правильного поводження з АПЕ були прийняті:

- у 2003 р Постанова № 2635 «The End-of-Life-Vehicles-Regulations», що встановила систему вимог до організації збору та утилізації АПЕ, правила видачі сертифікату про УА, вимоги до виробників автомобілів у відношенні: вміст шкідливих речовин і матеріалів, наявності на деталях маркування, до надання документації з демонтажу та утилізації автомобілів, що ними було продано;

- у 2005 р Постанова № 263 «The End-of-Life-Vehicles (Producer-Responsibility) Regulations», що встановлює нові спеціальні вимоги до виробників ТЗ або офіційних імпортерів на території Великобританії і детально описує процедуру встановлення, розподілу і оформлення відповідальності за виконання дій зі збору та утилізації АПЕ.

У Великобританії збором і демонтажем АПЕ займаються близько 2500 невеликих підприємств, остаточне перероблення здійснюється на 37 шредерних заводах. Витрати на осушення рідин і демонтаж АК, а також подальше транспортування для АР складають в середньому 250–350 євро на один автомобіль. На сьогодні майже всі АПЕ надходять на утилізацію, близько 3/4 з них проходять систему попередньої обробки і демонтажу на спеціальних підприємствах, а 1/4 – потрапляє прямо на шредерні заводи. У країні щорічно на шредерних заводах переробляється близько 1,8 млн т АПЕ, при цьому виробляється приблизно 1,3 млн т металевого продукту (72 %), 72 000 т продукції кольорових металів (4 %) і 428 000 т шредерних залишків (24 %).

**Франція.** У Франції з 2006 р. діє Постанова, що пропонує всі АПЕ передавати на майданчики фірм з утилізації, що мають державний сертифікат. Підприємство з утилізації має:

- прийняти АПЕ безкоштовно (за винятком особливих випадків);

- видати власнику автомобіля сертифікат про утилізацію;

- провести обов'язковий демонтаж і направити на рециклінг всі АК;

- щорічно направляти звіт до Міністерства з охорони НС, з інформацією щодо фактичних результати своєї діяльності.

Після прийняття даної Постанови у Франції тільки в 2006 р. близько 1,6 млн АПЕ було направлено на утилізацію. У системі АР задіяно близько 3 тис. підприємств з демонтажу АПЕ і 40 шредерних заводів з подрібнення та сепарації.

Витрати підприємств по демонтажу та обробці одного АПЕ складають в середньому 330 євро, а вартість проданих деталей, демонтованих з нього, – в середньому 490 євро.

**США.** У США переробляється до 95 % зношених автомобілів (14–15 млн автомобілів загальною масою понад 20 млн т), що приносять доходи підприємствам (понад 7000 підприємств з числом працюючих близько 46 тис. осіб), зайнятих їх утилізацією, більше 25 млрд. доларів на рік. Крім цього збором і підготовкою зношених автомобілів до утилізації займаються ще 20 тис. малих підприємств, на яких відбувається вибір придатних до експлуатації АК, і тільки після цього кузов автомобіля передається на шредерні заводи (200 шредерів), на яких здійснюється подрібнення і видова сепарація продуктів його дроблення. Усього в цьому секторі задіяні близько 40 тис. чол., а щорічний обсяг виробництва оцінюється в 4 млрд. доларів.

АР США дозволяє заощадити 85 млн барелів нафти, що інакше могла б бути витрачена на виробництво нових матеріалів для автомобільної промисловості.

За даними Асоціації переробників автомобілів штату Арізона (березень 2014 р.), АР з річним оборотом понад 6 млрд. доларів зайняв 14-е місце серед найбільших галузей промисловості Сполучених Штатів.

Фахівцями було підраховано, що у порівнянні з виробництвом сталі з первинної сировини, отримання її методом переробки брухту дозволяє:

- споживати на 74 % менше енергії;
- витратити на 40 % менше води;
- знижувати на 86 % викиди шкідливих речовин в атмосферу.

**Японія.** В Японії щорічно знімаються з реєстрації в середньому близько 5 млн автомобілів, з яких близько 1 млн становить експорт автомобілів в інші країни, інші залишаються в країні і надходять до системи переробки та утилізації. Об'єм УА 2015 р. сягнув 95 %. Деякі японські фірми, наприклад, «Toyota», в 2010 р збільшили в 10 разів у порівнянні з 2002 р. продаж відновлених вузлів і деталей.

В Японії закон про УА вступив в дію в 2005 р., в ньому встановлено, що:

- виробники автомобілів зобов'язані забрати і переробити:
  - а) три спеціальні компоненти – фтор-хлор-вуглеводні (торгова назва – фреони), що використовуються в системах кондиціонування і впливають на озоновий шар землі за потрапляння у повітря;
  - б) надувні подушки безпеки, що є вибухонебезпечними й мають проблеми з утилізацією;
  - в) шредерні залишки, що у великій кількості залишаються після переробки АПЕ;
- власники автомобілів сплачують збори, необхідні для АР АПЕ, достатні, щоб демонтувати й переробити системи надувних подушок безпеки та фреони, а також утилізувати ШЗ, що стягуються під час купівлі нових автомобілів або коли автомобілі проходять обов'язкові періодичні огляди;
- після завершення експлуатації автомобіля власники повинні направити АПЕ в сертифіковані центри прийому АПЕ;
- виробники автомобілів, ще на стадії проектування, повинні враховувати аспекти їх подальшої утилізації, в тому числі, розробляючи і застосовуючи нові конструкційні рішення, АК і матеріали, щоб скоротити витрати на АР. Виробники автомобілів також зобов'язані надавати компаніям-утилізаторів детальну інформацію про АК і матеріали, щоб полегшити їх АР.

Для успішного виконання закону створено спеціальний орган JARC (Japan-Automobile-Recycling-Promotion-Center), сертифікований Міністерством економіки, торгівлі і промисловості і Міністерством охорони НС. Покупець при купівлі нового автомобіля робить внесок в розмірі 10–18 тис. йен для забезпечення утилізації, який надходить в спеціальний Фонд AP, яким керує JARC.

Процедура AP наступна:

- збирання й доставка АПЕ на підприємства з демонтажу, де відбуваються: оцінка їх технічного стану; видалення бензину, оливи, рідини та інших шкідливих речовин, що заборонені для розміщення на звалищах;

- з АПЕ демонтуються АК, що представляють цінність як запчастини. У середньому це близько 20–25 % маси АПЕ. АК демонтуються як запчастини для подальшого продажу відразу або після відновлення. Демонтаж компонентів, встановлених законом (системи кондиціонування і системи надувних подушок безпеки), оплачується виробником автомобілів. Близько 15 % маси АПЕ демонтується для вторинної переробки матеріалів;

- залишки АК направляються на сертифіковані підприємства по УА, (в середньому 60–65 % маси АПЕ) для подрібнення і подальшої переробки на шредерних заводах, а ШЗ, у свою чергу, піддаються тепловому рециклінгу (витяг енергії) або захороненню на звалищах.

Вартість розміщення 1 т ШЗ на звалищах Японії висока і становить 20–25 тис. йен в залежності від префектури. Крім того, існує проблема браку полігонів для розміщення відходів, тому все більшого розвитку отримують різні технології вторинної переробки ШЗ.

В Японії федеральне законодавство ґрунтується на принципі «трьох R» («Recycle, Recovery, and Reuse» – «Утилізація, відновлення і повторне використання»). Компанія Toyota є найкращим прикладом реалізації цього підходу, вона оприлюднила документ «Бачення утилізації компанією Toyota»:

- доведення УА до 2020 р. до рівня 98 %;
- розробка технології, що дозволяє використовувати 20 % пластика при виробництві деталей до 2020 р (поєднуючи Eco-Plastic компанії Toyota і утилізовані матеріали);

- збільшення продажів повторно використуваних деталей;

- упровадження з 2007 р. на ринки Японії і Європи автомобілів з нульовим вмістом таких заборонених речовин, як свинець, ртуть, кадмій і шестивалентний хром. В Японії вміст свинцю повинен бути знижений до 1/10 або менше від рівня 1996 року, що відповідає значенням для ЄС.

### **3.2. Екологізація автомобільного транспорту та нейтралізація токсичних викидів у двигунах внутрішнього згорання**

Автомобільний транспорт є однією з важливих складових національної економіки. Разом з тим, його функціонування пов'язано зі зростаючим забрудненням довкілля внаслідок суттєвого збільшення загальної кількості ТЗ і, відповідно, обсягів викидів шкідливих речовин. Тому питання забезпечення екологічної безпеки й зменшення еколого-економічного збитку від негативного впливу автотранспорту на довкілля і здоров'я населення потребують невідкладного вирішення.

Розробленню та удосконаленню теоретичних і практичних засад управління природоохоронною діяльністю у сфері автотранспорту присвячені наукові праці зарубіжних і вітчизняних вчених. Разом з тим, питання застосування мотиваційних механізмів у процесах екологізації автотранспорту залишаються недостатньо дослідженими.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу у 2016 р. за видами транспорту становили: автомобільний транспорт – 2285 тис. т (90,9 % загального викиду), залізничний транспорт – 52,2 тис. т (2,1 %), повітряний транспорт – 10,7 тис. т (0,4 %), морський транспорт – 11,8 тис. т (0,5 %), дорожні машини – 155,1 тис. т (6,1 %). Україна на сьогоднішній день має у своєму розпорядженні значний парк автотранспорту, чисельність якого досягає 9 млн одиниць, у тому числі 6769,3 тис. легкових автомобілів, 945,2 тис. вантажних, 171,5 тис. пасажирських автобусів, 528,4 тис. мототранспорту та 241,5 тис. інших автомобілів. Спостерігається стійка тенденція зростання чисельності ТЗ, що перебувають в особистій власності



громадян. Крім того із загальної кількості автомобілів, що знаходяться в межах України станом на 2015 р., 39 % парку вантажних автомобілів перебувають в експлуатації понад 8 років, а більше 20 % експлуатується понад 10–13 років.

Тобто, значна частка автомобілів є практично повністю зношеними й підлягають списанню, однак вони ще експлуатуються. Показово також, що вироблені в Україні моделі автомобілів на 8–10 років відстають за всіма основними показниками (економічності, надійності, безпеки) від автомобілів, що випускаються в промислово розвинутих країнах і, як правило, не відповідають сучасним міжнародним екологічним стандартам. Усі ці фактори є прямою причиною збільшення викидів токсичних речовин, що кожного року будуть зростати в середньому на 7–10 %.

Відомо, що головним багатством окремої нації є її людський та природний капітал. Основу людського капіталу складає здоров'я населення, стан якого значною мірою залежить від якості НС. Дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених свідчать, що саме автотранспорт є одним з найнебезпечніших та найбільш наближених джерел забруднення до середовища існування людини. Існує пряма залежність між захворюваністю окремими хворобами легенів жителів міст і ступенем забруднення повітря викидами автотранспорту. Посилення психологічної напруженості та зниження працездатності населення пов'язане також із шумовим впливом автомобільного транспорту. Встановлено, що гранично припустимий рівень шуму становить 75–85 Дб. У таких містах, як Київ, Харків, Донецьк спостерігається його перевищення у 1–3 рази.

Одним із важливих чинників, що зумовлюють незадовільні екологічні показники функціонування автотранспорту, є екологічна культура та екологічна свідомість населення, а також низький рівень мотивації до екологізації ТЗ. Усі інші фактори – недостатнє фінансування природоохоронних заходів; відсутність коштів на просте відтворення основних засобів внаслідок зниження їх вартості та недостатній рівень амортизаційних відрахувань; відсутність інвестицій на умовах концесій, державно-приватного партнерства; недосконалість

механізмів лізингу є похідними від нашої екологічної необізнаності та корупції.

З точки зору психології, за джерелом впливу на формування та активізацію мотивів розрізняють внутрішню та зовнішню мотивацію.

Внутрішня мотивація (ВМ) обумовлюється потребами, інтересами, бажаннями самої людини без будь-якого зовнішнього тиску. В економічному плані вона проявляється у вигляді схильності до певної діяльності, задоволення від процесу або результатів цієї діяльності, від розуміння її суспільної корисності. Вважається, що ВМ є джерелом розвитку людини, основою її самомотивації.

Зовнішня мотивація обумовлюється зовнішніми умовами, впливом, обставинами з метою формування або підсилення необхідного мотиву. Вважається, що зовнішня мотивація не стимулює належним чином та перетворює будь-яку діяльність на необхідність. За спрямованістю (знаком) зовнішня мотивація поділяється на зовнішню негативну мотивацію (ЗНМ) та зовнішню позитивну мотивацію (ЗПМ). Як показують численні соціологічні дослідження, для високої ефективності тієї чи іншої діяльності найбільш сприятливим є таке співвідношення між трьома видами мотивації:

$$ВМ > ЗПМ > ЗНМ$$

Тобто схильність особистості до певної діяльності має більшу мотиваційну значущість, ніж спонукання до неї, а останнє – більшу значущість, ніж примушення. При цьому як ЗПМ, так і ЗНМ порівняно із ВМ мають меншу стійкість і швидко втрачають свою стимулюючу силу. З урахуванням вищезазначеного, приведемо класифікацію методів управління природоохоронною діяльністю на автотранспорті та їх вплив на мотивацію природоохоронної діяльності (рис. 3.11).

У розвинутих країнах світу вже давно використовують мотиваційні механізми, в основі яких лежать переважно внутрішні та зовнішні позитивні мотиви ВМ і ЗПМ (японський досвід). Проте переважна більшість вітчизняних менеджерів переконані, що найефективнішими є економічні методи

мотивації, а ВМ лише підсилює їх дію. Це пов'язано з тим, що активізація ВМ є нелегким та довготривалим завданням. При виборі поведінки людина керується власними сформованими мотивами, а для їх зміни необхідний певний час. Людина почуває себе у безпеці, бо до кінця не розуміє остаточних наслідків екодеструктивної діяльності та безмежності власних потреб. Саме низький рівень екологічної освіченості нашого населення є однією із головних причин збільшення викидів токсичних речовин автотранспортом.



Рис. 3.11. Система методів екологізації автотранспорту

Відомим є той факт, що найменше небезпечних речовин викидається автомобілем під час руху зі швидкістю 70–75 км/год. Зі зменшенням швидкості від 60 до 30 км/год. викиди збільшуються у 2,2 рази, а із збільшенням її до 80 км/год – у 3,7 рази. Однак через необізнаність і невмотивованість більшість водіїв не дотримуються даного правила. Вітчизняна система екологічної освіти поки що не відповідає вимогам сучасності. На кожному з етапів розвитку особистості відсутній логічний перехід від елементарних екологічних знань, уявлень дошкільного рівня до їх глибокого усвідомлення та практичної реалізації. Люди продовжують використовувати неякісне пальне та автомобілі, що вже не відповідають сучасним екологічним вимогам.

Це обумовлено, перш за все, соціально-економічною ситуацією в країні, де базові економічні потреби населення (адекватна заробітна плата, стабільність заробітку) залишаються задоволеними не повною мірою. Очевидно, що в таких умовах людині важко переорієнтуватися з суто економічних на еколого-економічні цілі. Однак екологічно освічена людина розуміє, що за її екодеструктивну поведінку сьогодні – будуть платити майбутні покоління, а тому обмежує свої вторинні потреби.

Транспорт, особливо автомобільний, в останні десятиліття розвивається посиленими темпами, кількість автомобілів неухильно росте. У наш час автотранспорт стає визначальним фактором у зміні стану НС великих міст і, у цілому, клімату Планети.

Негативний вплив автомобільного транспорту на НС виявляється за наступними напрямками:

- забруднення НС (включаючи атмосферне повітря, літосферу, гідросферу Землі) токсичними викидами;
- зростання рівня транспортного шуму та вібрації, особливо у великих містах і районах масового автомобільного руху, де транспортний шум є джерелом постійного дискомфорту для більшості населення;
- забруднення ПММ (в основному через витік);
- забруднення пилом;

- відторгнення значних ділянок землі для будівництва автомобільних доріг і спорудження об'єктів транспортної інфраструктури в цілому;

- нагромадження відходів і сміття, що утворюються в зв'язку з виробництвом, ТО і ремонтом, утриманням автомобільних доріг.

У даний час автомобільний транспорт визнаний одним з найважливіших факторів екологічного ризику, пов'язаних з розвитком сучасної цивілізації.

У США, наприклад, на автомобільний транспорт приходить близько 60 % загального обсягу викидів токсичних сполук, у країнах Західної Європи – до 40 %. Забруднення повітряного басейну від автомобільного транспорту в цілому для країн СНД складає 13 % загального забруднення. Однак у містах і промислових центрах цей відсоток складає 30 %.

Автомобілі споживають велику кількість кисню і в такий спосіб знижують здатність накопишнього середовища до регенерації (*від лат. відновлення, відродження організмом втрачених або ушкоджених органів і тканин*). Основні джерела і фактори негативного впливу автомобільного транспорту на НС, працездатність і здоров'я людини:

- ВГ – 85 % усіх забруднень;
- картерні гази – 10 %;
- випар паливних систем – 5 %.

У ВГ двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) міститься близько 200 токсичних компонентів, з них близько 160 – похідні вуглеводнів, прямо пов'язані з неповним згоранням палива в двигуні. Наявність в ВГ шкідливих речовин обумовлено видом і умовами згорання палива.

Токсичність ВГ карбюраторних двигунів обумовлюється вмістом оксиду вуглецю (CO), оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) і вуглеводнів (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>), а дизельних двигунів – NO<sub>x</sub> і сажі. До числа шкідливих компонентів відносяться й тверді частинки, що містять свинець і сажу (таблиця 3.5).

Усі карбюраторні двигуни працюють за циклом Отто. Співвідношення між опалювальними вуглеводнями й повітрям визначають так званим коефіцієнтом надлишку повітря  $\alpha$ ; він відповідає відношенню кількості повітря, що поступило в

циліндр двигуна, до кількості повітря, теоретично необхідного для повного згорання заданої кількості палива. Максимальна швидкість згорання палива в карбюраторних двигунах досягається за  $\alpha = 0,85-0,9$ . Таким чином, сам цикл роботи карбюраторних двигунів зумовлює неповне згорання палива, і як наслідок, виділення токсичного компонента (СО) у ВГ.

Таблиця 3.5

Склад ВГ, % за обсягом

| Компоненти ВГ                              | Двигуни      |            |
|--|--------------|------------|
|  | Карбюраторні | Дизельні   |
| Азот – N <sub>2</sub>                      | 74–77        | 76–78      |
| Кисень – O <sub>2</sub>                    | 0,3–0,8      | 2–18       |
| Пари води – H <sub>2</sub> O               | 3–13         | 0,6–10     |
| Діоксид вуглецю – CO <sub>2</sub>          | 5–12         | 1–10       |
| Оксид вуглецю – CO                         | 0,1–10       | 0,01–0,5   |
| Оксиди азоту – NO <sub>x</sub>             | 0–0,8        | 0,0002–0,5 |
| Вуглеводні – C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> | 0,2–3        | 0,009–0,05 |
| Альдегіди                                  | 0–0,2        | 0–0,05     |
| Сажа, г/м <sup>3</sup>                     | 0–0,1        | 0–20       |
| Бензапирен, мг/м <sup>3</sup>              | 0–25         | 0–10       |
| Сполуки свинцю, мг/м <sup>3</sup>          | 0–60         | 0–10       |
| Оксиди сірки, мг/м <sup>3</sup>            | 0–0,03       | 0–0,015    |

Водночас, слід зазначити, що під час згорання палива в циліндричних двигунах виникає висока температура й тиск, що зумовлюють утворення токсичних оксидів азоту:

- 1)  $\alpha = 1$  (повне згорання, 14,7 кг повітря) – нормальна суміш;
- 2)  $\alpha < 1$  (неповне згорання, 12 та менш кг повітря) – багата суміш;
- 3)  $\alpha > 1$  (повне згорання, 17 та більше кг повітря) – бідна суміш.

Рухаючись зі швидкістю 80–90 км/год у середньому автомобіль перетворює у вуглекислоту стільки ж кисню, скільки 300–350 осіб. Річна емісія одного автомобіля – це 800 кг CO, 40 кг NO<sub>x</sub> і більш 200 кг різних C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>. У цьому наборі досить

підступний СО. Через високу токсичність його допустима концентрація в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м<sup>3</sup>.

Одержання суміші розпиленого й частково палива (бензину), що випарився з повітрям називається карбюрацією, а прилад, що забезпечує цей процес – карбюратором. Головним призначенням карбюратора є дозування подачі палива для кожного з можливих режимів роботи двигуна. Сумішоутворюючі пристрої карбюратора забезпечують необхідне співвідношення між паливом і повітрям. Так, швидкості надходження палива і повітря складають відповідно 5 і 150 м/с.

Функціонування автомобільного транспорту супроводжується потужним негативним впливом на довкілля, що виражається в забрудненні атмосфери, водних об'єктів і земель, зміні хімічного складу ґрунтів і мікрофлори, використанні природних ресурсів, виділенні тепла в довкілля, створенні високих рівнів шуму. Важливу роль у зменшенні деструктивного впливу автотранспорту на довкілля відіграють сучасні методи управління природоохоронною діяльністю. Законодавча база їх застосування розроблена достатньо, однак механізм їх реалізації на практиці залишається ще надто слабким. Сьогодні необхідно формувати нові підходи до удосконалення методів управління природоохоронною діяльністю на автотранспорті.

На початку 90-х років минулого століття уряди європейських країн почали розробляти систему заходів для поліпшення екологічної безпеки. Виробників автомобілів і автомобільних двигунів зобов'язали поетапно вдосконалювати свою продукцію з метою зменшення шкідливих викидів із ВГ. Встановлені вимоги до максимальних викидів двигунів внутрішнього згорання отримали назву «EURO».

«EURO» – це екологічні стандарти, що регулюють вміст шкідливих речовин ВГ ТЗ з дизельними й бензиновими двигунами.

Залежно від ступеня жорсткості вимог екологічні стандарти, носять назву: «EURO-1», «EURO-2», «EURO-3», «EURO-4», «EURO-5», «EURO-6» (екологічні сертифікати відповідності) (таблиця 3.6).

Під час роботи ДВЗ відбувається перетворення хімічної енергії рідких та газоподібних видів палива у теплову, а потім – у механічну енергію. Під час згорання палива в циліндрах двигунів утворюються нетоксичні (водяна пара, вуглекислий газ) і токсичні речовини. Останні є продуктами згорання або побічних реакцій, що протікають за високих температур, найшкідливіші компоненти – CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, NO<sub>x</sub>, та сажа.

Екологічні норми токсичності ВГ двигунів ТЗ «EURO» є системою, що контролює рівень токсичності ВГ автомобільних двигунів та встановлює норми токсичності, яким мають відповідати автомобілі та інша техніка в країнах ЄС. Стандарти «Євро» були вперше введені Європейською економічною комісією (ЄЕК) ООН у 1993 р.

Норми токсичності «EURO-1» встановили граничний вміст викидів оксидів вуглецю та сумарних викидів незгорілих вуглеводнів і оксидів азоту, а для дизельних двигунів – сажі. Виробників автомобілів зобов'язали надавати гарантію щодо дотримання екологічних параметрів протягом пробігу автомобілем 80 тис. км. З метою приведення показників до норми на старих автомобілях почали встановлювати каталітичні нейтралізатори в процесі експлуатації, а з ТЗ, не обладнаних такими пристроями, стягали вищі податки.

Імплементация норми «EURO-2», згідно з якими вимоги щодо викидів в атмосферу були збільшені в середньому в 1,5 рази, змусило виробників перейти на бензинові двигуни із системами впорскування палива й каталітичними нейтралізаторами. Вимогам «EURO-2» не відповідають автомобілі, обладнані карбюраторними двигунами, а також інжекторними без каталізатора. Положення «EURO-2» регламентують не тільки токсичність газів, що викидаються після згорання палива, а й склад повітря навколо автомобіля. Для цього передбачена відповідна система вловлювання пари бензину.

За нормами «EURO-3», що, на відміну від норм «EURO-2», окремо встановили екологічні параметри холодного запуску, перевірку вихлопу починають проводити за температури мінус 7 °С (до цього перевірку ВГ проводили за прогрітого двигуна). Введення цієї норми потребувало зміни



розташування каталізатора: для того щоб він швидко досяг потрібної робочої температури, його монтують якомога ближче до двигуна. Також, починаючи з норм «EURO-3», автомобілі слід обладнати бортовими діагностичними системами для контролю токсичності ВГ: водій має бути сповіщений у разі несправності або погіршення роботи системи контролю токсичності ВГ, що може спричинити підвищення токсичності ВГ понад допустиму межу.

Таблиця 3.6

## Вимоги до вмісту шкідливих речовин у викидах ВГ ТЗ, мг/км шляху

| Назва стандарту         | Оксид вуглецю (CO) | Вуглеводні | Леткі органічні речовини | Оксиди азоту (NO <sub>x</sub> ) | HC+ NO <sub>x</sub> | Тверді частинки (PM) |
|-------------------------|--------------------|------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| Для дизельного двигуна  |                    |            |                          |                                 |                     |                      |
| Євро-1                  | 2,72 (3,16)        | -          | -                        | -                               | 0,97 (1,13)         | 0,14 (0,18)          |
| Євро-2                  | 1,0                | -          | -                        | -                               | 0,7                 | 0,08                 |
| Євро-3                  | 0,64               | -          | -                        | 0,50                            | 0,56                | 0,05                 |
| Євро-4                  | 0,50               | -          | -                        | 0,25                            | 0,30                | 0,025                |
| Євро-5                  | 0,500              | -          | -                        | 0,180                           | 0,230               | 0,005                |
| Євро-6                  | 0,500              | -          | -                        | 0,080                           | 0,170               | 0,005                |
| Для бензинового двигуна |                    |            |                          |                                 |                     |                      |
| Євро-1                  | 2,72 (3,16)        | -          | -                        | -                               | 0,97 (1,13)         | -                    |
| Євро-2                  | 2,2                | -          | -                        | -                               | 0,5                 | -                    |
| Євро-3                  | 2,3                | 0,20       | -                        | 0,15                            | -                   | -                    |
| Євро-4                  | 1,0                | 0,10       | -                        | 0,08                            | -                   | -                    |
| Євро-5                  | 1,000              | 0,100      | 0,068                    | 0,060                           | -                   | 0,005                |
| Євро-6                  | 1,000              | 0,100      | 0,068                    | 0,060                           | -                   | 0,005                |

Для дотримання норм токсичності, що сьогодні діють в Європі (екологічний стандарт «EURO-5»), було вдосконалено систему подавання палива (безпосереднє впорскування, зміна тиску впорскування), що дало змогу двигуну ефективніше спалювати робочу суміш. Встановлення каталізаторів, уловлювачів твердих часток відпрацьованого палива дало змогу ефективно доокиснювати неповністю згорілу робочу суміш та якісніше очищувати ВГ. Для двигунів вантажних автомобілів, автобусів, сільськогосподарської техніки для вирішення питання очищення ВГ було запропоновано два варіанти.

**Перший варіант** – упровадження системи рециркуляції ВГ EGR (Exhaust Gas Recirculation). Суть полягає в тому, що частина ВГ після охолодження знову надходить до впускного колектора, де змішується з повітрям і надходить у циліндр двигуна. Це дає змогу проводити спалювання за низьких температур, що, своєю чергою, зменшує вміст оксиду азоту, підвищений вміст якого спричинює висока температура в камері згорання. Але водночас утворюються часточки сажі, для вловлювання яких потрібно застосовувати сажовий фільтр.

**Другий варіант** – технологія очищення ВГ завдяки системі вибіркової каталітичної нейтралізації SCR (Selective Catalytic Reduction). Технологія SCR передбачає використання спеціального розчину AdBlue на основі дистильованої води й сечовини, що впорскується у ВГ перед тим, як вони проходять каталітичний нейтралізатор. Після реакції в каталізаторі оксиди азоту розкладаються, і на виході ми отримуємо нешкідливий азотний газ і водяну пару. Для досягнення норм «EURO-4» обсяг внесення розчину AdBlue становить 3–4 % обсягу палива, а для досягнення вимог екологічного стандарту «EURO-5» – приблизно 5–7 %. Керування системою відбувається за допомогою електроніки, що контролює токсичність ВГ, їх температуру, режим роботи двигуна, обчислюючи для цього потрібну кількість реагенту.

Використання тієї чи іншої технології має свої переваги та недоліки: так, для технології SCR – це додаткове застосування ще одного витратного матеріалу, тому на борту слід мати ще один бак для нього. Крім того, навіть у ЄС інфраструктура заправлення AdBlue ще недостатньо розвинена.

У технології EGR проблем із використанням додаткової речовини немає, проте для охолодження і повторного подавання частини ВГ потрібно затратити певну потужність, що слід відібрати у двигуна. Також на двигунах, що працюють із системою EGR, потрібно застосовувати паливо вищої якості.

З першого січня 2014 р. в ЄС діє новий екологічний стандарт – «EURO-6». Сертифікат «EURO-6» передбачає зменшення викидів вуглекислого газу до 120 г/км. Виробники двигунів зазначають, що для досягнення нової норми на двигунах, можливо, будуть використовувати системи як EGR, так і SCR або EGR+SCR, а також застосовувати сажові фільтри.

Удосконалення систем із зменшення токсичності ВГ ще не дає гарантії того, що їх токсичність відповідатиме встановленим нормам. Для отримання високих результатів щодо зниження токсичності ВГ потрібно паралельно підвищувати вимоги до якості палива та саму якість палива.

В Європі створені стандарти для автомобільного бензину – EN 228 та дизельного палива – EN 590. Перші редакції цих стандартів були ухвалені 1993 р. і забезпечили виконання норм токсичності «EURO-1». І практично кожного разу, з прийняттям чергової норми, також підвищували вимоги до палив. Зокрема, з 1996 р. діяв стандарт якості автомобільного бензину – EN 228:04 («EURO-2»), у 2000 р. запроваджено стандарт EN 228:99 («EURO-3»), а з 2005 р. набрав чинності EN 228:04 (екологічний стандарт «EURO-4»). Вимоги до якості дизельного палива: 1996 р. – EN 590:96 («EURO-2»), 2000 р. – EN 590:99 («EURO-3»), 2005 р. – EN 590:04 (стандарт євро «EURO-4»).

В Україні нові екологічні правила – норми «EURO-2» – набрали чинності з 2006 р., згідно закону України «Про деякі питання ввезення на митну територію України транспортних засобів». Відповідно до цього закону, заборонено пропуск на нашу митну територію (з метою вільного обігу) та першу реєстрацію в Україні ТЗ, що не відповідають екологічним нормам «EURO-2». з 1 січня 2012 р. в нашій державі діють норми «EURO-3», з 2014 р. – «EURO-4», з 2016 р. – «EURO-5», з 2018 р. – «EURO-6».

Щодо якості палива, то на сьогодні в Україні діють Державні стандарти: ДСТУ 7687:2015 «Бензини автомобільні Євро. Технічні умови» та ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне Євро. Технічні умови». Дані стандарти містять вимоги до показників якості палив на відповідність стандартам «Євро-3», «Євро-4» та «Євро-5».

Проте не слід забувати, що використання палива підвищеної якості, що відповідає вимогам екологічних стандартів «EURO-4» та «EURO-5» технікою, що не відповідає цим вимогам із токсичності ВГ, призводить лише до витрат на виробництво даних палив, а не до зниження токсичності ВГ. А ефективне вирішення проблем екології можливе лише за комплексного вирішення питання у нерозривному ланцюзі «автомобіль – паливо».

Контроль ВГ автомобілів є глобальною проблемою. Багато країн створюють власні нормативи й стандарти, що регламентують рівні викидів токсичних речовин.

### **3.3. Технології та обладнання утилізації та рециклінгу**

Автомобіль, що надходить на утилізацію, як правило, сильно забруднений, тому спочатку він повинен бути очищений від бруду, що полегшує розбирання, дозволяє правильно оцінити придатність знятих вузлів і агрегатів до повторного використання й відновлення. Вважають, що очищення дозволяє на 20–30 % підвищити ресурс відновлюваних деталей і агрегатів і на 15–20 % підняти продуктивність праці під час розбирання автомобіля.

#### **3.3.1. Розбирання автомобіля та його агрегатів**

Розбирання автомобіля полягає у роз'єднанні різних з'єднаних агрегатів і вузлів. У сучасних конструкціях автомобілів перевагу (там, де це можливо з конструктивних міркувань) віддають легкороз'ємним з'єднанням.

Правильне розбирання автомобіля дозволяє повернути в автозбірне й авторемонтне виробництва до 70–80 % знятих

вузлів, деталей і агрегатів, у тому числі 40–60 % після відновлення.

Етапи розбирання автомобіля та його агрегатів чергуються з етапами мийки та очистки. Утилізований автомобіль після мийки надходить на загальне розбирання, де з нього знімають колеса, з його систем зливають усі робочі рідини (паливо, оливи, гальмівну, охолоджуючу технічні рідини та ін.). Знімають потенційно небезпечні системи (подушки безпеки з піропатроном, натягувачі пасків безпеки, кондиціонер, акумуляторну батарею і т.д.). Потім з автомобіля знімають електрообладнання, панель приладів, передній і задній бампери, радіатори, паливний бак, передній і задній мости, карданний вал, тормозну і паливну системи, коробку передач, двигун і т.д. Зняті агрегати і системи автомобіля надходять на подальше очищення і вузлове розбирання, що виконується на спеціалізованих ділянках.

Кузови після зняття вузлів і агрегатів пакетуються й складаються для подальшої утилізації дробленням і видової сепарації дробленого продукту з метою виділення чорних і кольорових сплавів і неметалічних матеріалів.

На рис. 3.12 показано склад підготовлених до дроблення автомобільних кузовів.

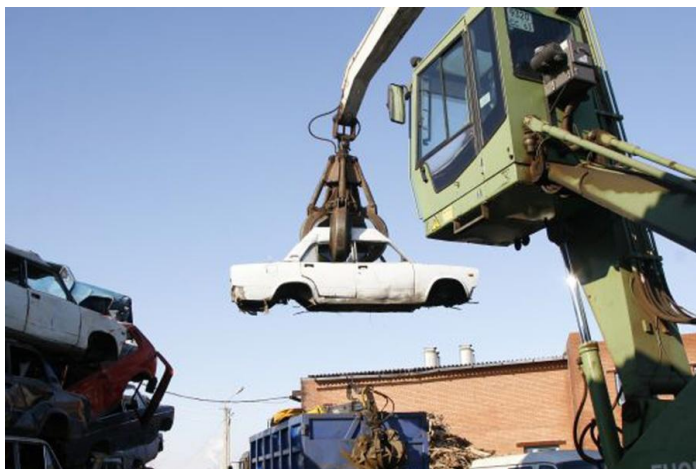


Рис. 3.12. Склад підготовлених до дроблення автомобільних кузовів

Під час розбирання використовують спеціальне устаткування і оснащення, а процес реалізується за технологічним регламентом, що встановлює послідовність операцій і правила їх виконання.

Основні роботи, що здійснюють під час розбирання автомобіля, пов'язані з роз'єднанням різьбових і пресових сполучень. Крім того, під час розбирання виконується значна робота з переміщення вузлів і агрегатів.

Розбирання здійснюється на конвеєрі, естакаді й стендах, обладнаних спеціальним оснащенням. Розбір різьбових з'єднань здійснюється за допомогою пневмо- і електрогайковертів. Спеціалізовані стенди оснащують підвісними багатопшпіндельними гайковертами.

Розбирання теплопресових з'єднань здійснюють за допомогою гвинтових, пневматичних і гідравлічних пресів.

Переміщення вузлів і агрегатів по цеху здійснюють за допомогою стрічкових і підвісних конвеєрів, електрокар і іншого обладнання.

### **3.3.2. Очищення агрегатів і деталей автомобілів**

Забруднення автомобіля та його агрегатів може бути зовнішнім і внутрішнім. Зовні автомобіль забруднений дорожньо-грунтовими та оливо-брудовими відкладеннями, герметизуючими й лакофарбовими покриттями, продуктами корозії.

Усередині агрегатів автомобіля є забруднення, що виникли внаслідок старіння оливи, зносу деталей, що труться, а також накип, нагар, продукти корозії, асфальто-смолисті відкладення.

Забруднення автомобіля та його агрегатів мають складний хімічний склад, і для їх видалення використовуються механічні, фізико-хімічні та фізичні процеси, в основі яких лежать ті чи інші способи руйнування забруднень і видалення їх з поверхні, що очищається.

Для видалення оливо-брудових, дорожньо-грунтових і асфальто-смолистих відкладень і лакофарбових покриттів, що

відшарувалися використовують пароводоструйний спосіб очищення із застосуванням миючих засобів або без них.

Нагар і накип знімають термомеханічним, гідроабразивним способами і ванно-струменевою обробкою лужним розчином. Такі відкладення видаляють також за допомогою механічного дроблення струменем дрібних твердих частинок (скляних кульок, кісточкової крихти, полімерних гранул та ін.).

Продукти корозії видаляють гідровіброабразивним способом, зануренням у кислотний розчин і іншими способами.

Для очищення автомобільних вузлів і агрегатів використовують очисні засоби, дія яких заснована на розчиненні, адсорбції, емульгуванні, диспергуванні та інших процесах. Найбільшого поширення знайшли очисні засоби на основі органічних розчинників і спеціальні технічні миючі засоби.

Використання нафтопродуктів (бензину, керосину та ін.) як миючі засоби є застарілою технологією, що призводить до забруднення НС і нераціонального використання ресурсів. Більш ефективно використовувати для цих цілей спеціальні миючі розчини. Усі миючі засоби мають у своєму складі поверхнево-активні речовини (ПАР), що знижують поверхневий натяг миючого засобу і полегшують змочування забруднених поверхонь. Для прискорення процесу очищення використовують нагрівання очищувальних середовищ, подачу їх під високим тиском, створення вібраційних коливань середовищ і інші прийоми.

Очищення автомобілів і їх агрегатів здійснюється у струменевих і занурених мийних машинах, ультразвукових і дробоструминних установках. Такі апарати можуть працювати в періодичному та безперервному режимах. Останні працюють на великих авторозбірних і авторемонтних підприємствах. Для миття автомобіля із застосуванням синтетичних миючих засобів призначена струменева миюча машина ОМ-4267 (рис. 3.13).

Очищення зануренням здійснюється в роторній машині АКТЬ-227 і конвеєрній мийній машині КМ-4 (рис. 3.14).



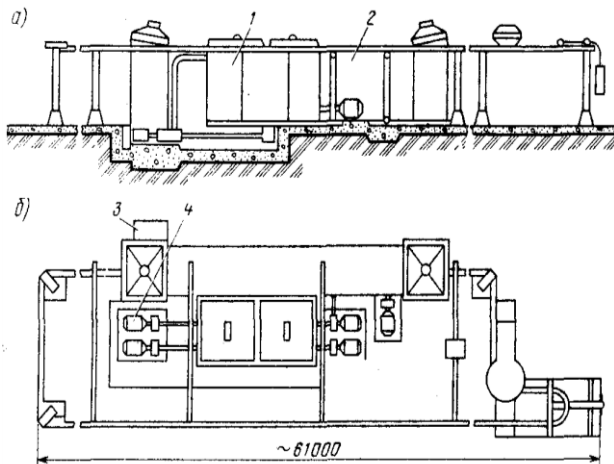


Рис. 3.13. Струменева м'юча машина ОМ-4267:

- a* – схема установки на фундаменті; *б* – загальний вигляд;  
 1 – ванна для м'ючого розчину; 2 – м'юча камера; 3 – електрошкафа;  
 4 – система подавання й перекачування розчину та води

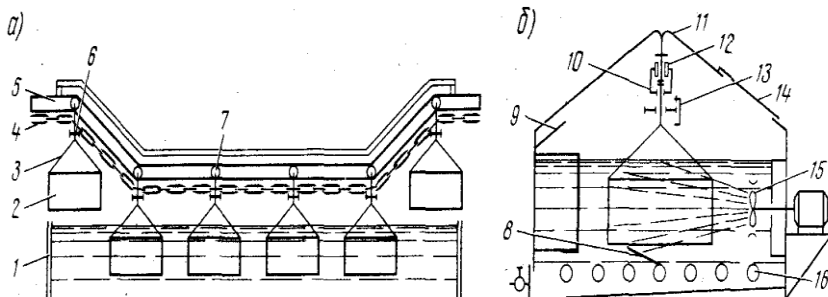


Рис. 3.14. М'юча машина КМ-4 конвеєрного типу:

- a* – поздовжній розріз; *б* – внутрішній вигляд;  
 1 – ванна; 2 – контейнер; 3 – розтяжка; 4 – ланцюг; 5 – двотаврова балка; 6 – шестерня; 7 – каретка; 8 – піддашок; 9 – щитки; 10 – опірний підшипник; 11 і 14 – кришки; 12 – ролики; 13 – рейка;  
 15 – гребний гвинт; 16 – теплообмінник

**Термохімічний метод** передбачає очищення деталей в лужному розчині. Найбільш поширений склад розчину: 65 %

їдкого натрію, 30 % азотнокислого натрію і 5 % хлористого натрію. Температура розчину ( $400 \pm 20$ ) °С. Багатостадійну комбіновану очистку деталей і агрегатів здійснюють в установках ОМ-4944 і ОМ-5458, в яких очищають деталі від нагару, накипу та іржі у лужному розчині.

Установка ОМ-4944 складається з чотирьох ванн. У першій ванні деталі для руйнування забруднення витримують протягом 5–10 хв у лужному розчині. У другій ванні деталі промивають проточною водою: різкий перепад температур викликає бурхливе пароутворення, що сприяє руйнуванню розпарених залишків нагару, накипу, іржі та розчиненню залишків розплаву.

У третій ванні здійснюють кислотну обробку (травлення) для освітлення поверхні деталей і нейтралізації залишків лугу. При одночасному очищенні деталей із чорних металів і алюмінієвих сплавів травлення ведуть розчином фосфорної кислоти (85 г/л) з додаванням хромового ангідриду (125 г/л) за температури ( $30 \pm 5$ ) °С.

У четвертій ванні деталі промивають гарячою водою. Загальний час циклу обробки складає 20–25 хв. Завантажують і відвантажують контейнери з деталями, а також переміщують їх з однієї ванни в іншу електротельфером.

**Тунельні мийні машини** випускаються з підвісним і стрічковим конвеєрами. Їх використовують для мийки й очищення деталей складної форми: фланцевих деталей з отворами, головок блоків циліндрів, поршнів, валів, роторних корпусів, зубчастих коліс та ін.

У тунельних машинах останнього покоління гарячий миючий розчин під високим тиском подається на деталі через розпилювальні форсунки. Довжина зони очищення і швидкість руху конвеєра можуть встановлюватися з урахуванням виду деталей, що очищують, ступеня їх забруднення і необхідної продуктивності.

На рис. 3.15 показана тунельна мийна машина фірми Sampo-Roserwel для очищення вузлів трансмісії.

Деякі особливості має процес видалення з деталей двигуна нагару, що представляє собою продукт неповного згорання

палива та оливи. При відновленні деталей видалення нагару є обов'язковою операцією.

Для цього використовують хімічне, механічне й ультразвукове очищення.

**Під час застосування хімічного способу** деталі занурюють на 40–60 хв у лужний розчин, підігрітий до 80–90 °С, після чого їх промивають у ванні. Хімічний спосіб очищення деталей від нагару недостатньо ефективний.



Рис. 3.15. Тунельна мийна машина фірми Sampo-Roserwel для очищення вузлів трансмісії

**Механічне очищення** деталей від нагару проводиться за допомогою струменевої обробки абразивними частинками, що під впливом різниці тисків повітря з великою швидкістю подаються на забруднену поверхню. Видалення нагару відбувається за допомогою кісточкової крихти, що під тиском 0,4–0,5 МПа по шлангу спрямовується на деталь, що оброблюється. Частинки крихти, вдаряючись об поверхню деталі, руйнують шар нагару. При цьому поверхня деталі очищається, і на ній не утворюються розрізи й подряпини. Для очищення від нагару дрібних деталей як дисперсні частинки для очищення використовують металевий пісок.

Вакуумні дробоструменні установки дозволяють видаляти бруд, іржу, стару фарбу без забруднення НС. Установки такого типу компактні та мобільні. Утворені, під час оброблення

забрудненої поверхні, пил і дисперсні частки віддаляються вакуумним пилососом і відділяються за допомогою фільтрів, а абразивний матеріал автоматично повертається в технологічний процес.

На рис. 3.16 показано комплектна лінія Euroblast 10 з циклоном-рециркулятором і пиловою камерою для піскоструменевої обробки великих деталей, що продукується фірмою Guyson (Англія).



Рис. 3.16. Лінія піскоструменевої обробки великих деталей автомобіля

**Ультразвукове очищення (УЗ)** деталей від нагару та інших забруднень застосовуються під час оброблення деталей складної конфігурації, що мають внутрішні порожнини та інші важкодоступні ділянки поверхні. УЗ очищення деталей ґрунтується на передачі енергії ультразвукових коливань від перетворювача в миючу ванну, що містить розчин для очищення. Коливання є причиною утворення дрібних повітряних бульбашок, що лопаються у розчині, створюють ефект киплячої рідини. Утворені бульбашки під час зіткнення з поверхнею, що очищається, лопаються і ефективно очищують деталь від різних, порівняно неміцних відкладень, не пошкоджуючи самої деталі.

Ефективність УЗ очищення залежить від частоти ультразвукових коливань, інтенсивності ультразвуку та фізико-хімічних властивостей миючого розчину. Для підвищення ефективності УЗ очищення в миючий розчин додають ПАР.

УЗ очищення здійснюється в спеціальних ваннах у миючих розчинах з використанням ПАР (рис. 3.17). Промисловість випускає ванни різного об'єму (до 35 л, до 50 л, до 200 л). Ванни з об'ємом миючої камери до 35 л оснащені п'єзокерамічними перетворювачами, генератором потужністю 1 кВт, пристроєм для підігрівання миючої рідини та іншим компонентам обладнанням.

Більші ванни об'ємом від 50 до 200 л забезпечені магнітострикційними перетворювачами, напівпровідниковими генераторами, системами нагрівання та охолодження миючого розчину.

### **3.3.3. Аналіз стану та сортування деталей з автомобілів, що вийшли з експлуатації**

Деталі автомобіля після розбирання і очищення проходять дефектацію, метою якої є визначення їх технічного стану та придатності для подальшого використання. При цьому визначаються пошкодження деталей.

**Ушкодженнями** називають відхилення властивостей матеріалів і геометричних розмірів деталей від допустимих значень, передбачених конструкторською документацією.

Пошкодження деталей можуть бути зовнішніми і внутрішніми. Зовнішні пошкодження визначають візуальним оглядом і за допомогою вимірювальних приладів, а внутрішні – шляхом дослідження структури деталей способом неруйнівного контролю.

Причинами появи пошкоджень можуть бути зношення, корозія і старіння матеріалу. Пошкодження проявляються у вигляді відхилень від первісних розмірів, зміни геометрії і взаємного розташування деталей, появи тріщин, негерметичності вузлів, вм'ятин, обломів, задирів, засміченні різьби та інших відхилень від вимог конструкторської документації.

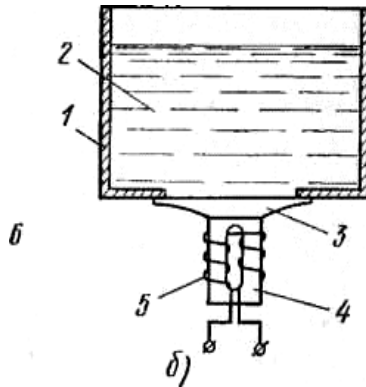
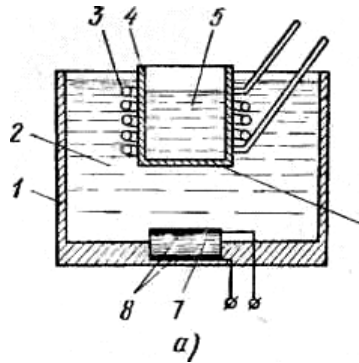


Рис. 3.17. Установка ультразвукового очищення:

- a* – з п'єзокерамічним випромінювачем: 1 – бак, 2 – рідке середовище, 3 – змійовик, 4 – ємкість, 5 – миючий розчин, б – діафрагма, 7 – кварцова пластинка, 8 – металеві обкладки;
- б* – з магнітострикційним перетворювачем: 1 – бак, 2 – миючий розчин, 3 – трансформатор ультразвукових коливань, 4 – магнітострикційний перетворювач, 5 – обмотка збудження електричних коливань і намагнічування

Пошкодження визначають такими способами:

- візуальним оглядом;
- виміром лінійних розмірів;
- виміром взаєморозміщення деталей;

- визначенням герметичності вузла;
- виміром спеціальних характеристик.

Під час візуального огляду використовують лупи, мікроскопи. Лінійні розміри визначають за допомогою калібрів і вимірювального інструменту (штангенциркулів, мікрометрів і ін.). Різьблення перевіряють різьбовими калібрами. Взаємне розташування поверхонь деталей перевіряють вимірювальними приладами, що мають індикатори годинникового типу.

Герметичність вузла визначають оцінкою проникності по відношенню до рідини або газу, що подається під підвищеним тиском.

Сучасні підприємства, що займаються УА і відновленням знятих з них деталей, оснащуються автоматизованими засобами контролю останніх поколінь – координатними вимірювальними приладами з автоматичною обробкою результатів вимірювання. Такі засоби вимірювання дозволяють підвищити продуктивність праці і надійність вимірювання, виключивши вплив людського фактора. Однак вартість такого обладнання досить висока, і його використання доцільне лише на великих підприємствах з великими обсягами виробництва.

Неруйнівні способи контролю структури деталей здійснюються за допомогою:

- переносних і стаціонарних рентгенівських апаратів;
- гамма-дефектоскопів;
- ультразвукових дефектоскопів;
- магнітних дефектоскопів;
- імпедансних акустичних дефектоскопів;
- електромагнітних дефектоскопів і інших приладів.

Залежно від характеру пошкоджень і величини відхилення характеристик від необхідних значень, деталі підрозділяють на:

- придатні;
- підлягають відновленню;
- непридатні для відновлення.

Рішення про відновлення приймається у випадку, якщо це є технічно і економічно доцільним. **Критерієм ефективності** є порівняння витрат на відновлення з вартістю нової деталі.

Придатні деталі без будь-якого доопрацювання направляються для повторного використання на комплектацію чинного виробництва і в роздрібну торгівлю.

Непридатні для відновлення деталі утилізуються. При цьому повинні бути організовані роздільне накопичення і зберігання металевих відходів з урахуванням їх класів, груп, сортів і видів відповідно до чинних стандартів на відходи металів.

### **3.3.4. Техніка безпеки під час утилізації та рециклінгу транспортних засобів**

Обладнання й самі відходи, що використовується під час утилізації та рециклінгу ТЗ, вузлів і агрегатів можуть бути джерелами травматизму, профзахворювань, пожежо- та вибухонебезпечності і завдавати шкоди життю й здоров'ю обслуговуючого персоналу. Тому під час виконання робіт потрібно ретельне дотримання як загальних, так і спеціальних правил безпеки. Заходи, спрямовані на забезпечення безпеки, відповідно до ГОСТ 12.3.002-2014 «Система стандартів безпеки праці. Процессы производственные. Общие требования безопасности» повинні бути передбачені на стадії підготовки технологічного проекту та розроблення конструкторської документації.

Під час організації робіт з утилізації ТЗ слід враховувати:

- будівельні норми і правила (СНіП);
- правила експлуатації ємкостей, що працюють під тиском;
- правила експлуатації електроустановок;
- правила експлуатації підйомно-транспортних механізмів та ін.;
- правила з охорони праці під час використання хімічних речовин;
- правила з охорони праці під час виконання ковальсько-пресових робіт;
- правила з охорони праці для машинобудівних підприємств.



Поряд із загальними заходами безпечного виконання робіт під час утилізації ТЗ слід передбачати й спеціальні заходи, характерні саме для цих технологічних процесів.

Одна з важливих вимог, якої слід дотримуватися під час утилізації відходів транспорту, полягає в необхідності їх роздільного збору, зберіганні, транспортуванні й переробці, оскільки деякі відходи, будучи нетоксичними та непожежонебезпечними, контактуючи один з одним, можуть стати небезпечними.

Усі відходи, що надходять на переробку повинні мати паспорт з описом їх природи, властивостей і технології виробництва, що дозволяє прийняти правильні заходи безпечного ведення робіт. Зокрема, в технічному паспорті на відходи повинні бути відображені такі відомості: пожежо- і вибухонебезпечність, токсичність, стабільність, хімічна активність, фізико-механічні властивості та ін.

Під час утилізації ТЗ необхідно контролювати наявність в них залишків палива, ПММ, що повинні бути повністю видалені з видаткових ємностей і трубопроводів перед початком робіт.

Однією з найважливіших операцій, що застосовують під час переробки практично усіх видів твердих відходів, є подрібнення з подальшим сортуванням за розміром частин. Для подрібнення застосовуються, шредери, різні дробарки і млини, а для сортування – грохоти, більшість з яких є вібраційними.

Під час дроблення та сортування відходів, крім шкідливого впливу самих відходів, значну небезпеку для працюючого персоналу має шум, джерелами якого є дробарки, грохоти та інше обладнання.

**Шум** – це хаотичне поєднання звукових коливань, різних за інтенсивністю і частотою.

Розрізняють низько-, середньо і високочастотні шуми. Вони мають шкідливий вплив на організм людини. Тривала дія шуму призводить до розладів нервової системи, порушення роботи серцево-судинної системи, погіршення слуху, а іноді й повної глухоти. Виробничий шум знижує працездатність, зменшує продуктивність праці, є причиною травматизму через ослаблення уваги працюючих. Тому під час проектування підприємств з утилізації ТЗ, особливо ділянок для дроблення й

сортування, необхідно передбачати комплекс заходів щодо зниження шуму відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

Шум на робочому місці не повинен перевищувати гранично допустимих рівнів (ГДР), тобто щоденної дози впливу, що не викликає у людини біологічних змін. ГДР впливу шуму наведено в табл. 3.8.

Найбільше зниження рівня шуму в приміщенні досягається при одночасному застосуванні звукоізолюючих, звукопоглинальних, звуковідбиваючих і вібропоглинаючих матеріалів і конструкцій.

Таблиця 3.8

ГДР впливу шуму

| Рівень шуму, дБА                 | 90 | 93 | 96 | 99 | 102 | 105  | 108  | 114  | 117  | 120  |
|----------------------------------|----|----|----|----|-----|------|------|------|------|------|
| Допустима тривалість впливу, год | 8  | 4  | 2  | 1  | 0,5 | 0,25 | 0,12 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |

Приміщення, в яких встановлено дробильне обладнання, необхідно відокремлювати від інших звукоізолюючими перегородками. Високими звукоізолюючими властивостями володіють пористі матеріали із замкнутою будовою осередків (пінополіетилен, пористий бетон та ін.). В окремих випадках таке обладнання слід розташовувати в звукоізолюючій кабіні, а управління ним здійснювати з пульта, віддаленого від джерела шуму на значну відстань. Такі приміщення необхідно обробляти звукопоглинальними матеріалами, здатними поглинати падаючу на них звукову енергію і перетворювати її в теплову.

Кращими звукопоглинальними властивостями володіють: мінеральна вата, пінополіуретан з відкритими осередками, м'які перфоровані деревоволокнисті плити та інші матеріали.

Звукоізоляційні й звукопоглинальні матеріали крім основних властивостей, пов'язаних з їх призначенням, повинні відповідати ряду специфічних вимог, що впливають з умов їх застосування в конкретних конструкціях. Вони повинні володіти

необхідними характеристиками міцності, санітарно-гігієнічними, протипожежними та іншими властивостями, перелік і значення яких залежать від умов роботи.

Іншим видом негативного впливу на робітників, зайнятих дробленням, є **вібрація**.

Тривала дія вібрації на людину призводить до профзахворювань: змінюється тиск, підвищується втомлюваність, з'являється вібраційна хвороба (табл. 3.9).

Дія вібрації на працюючих має бути обмежена відповідно до ГОСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

Для гасіння вібрації та зниження її впливу застосовують заходи, передбачені ГОСТ 26568-85 «Вібрація. Методи и средства защиты. Классификация».

Зокрема, з цією метою вібраційні грохоти підвішують на пружинах і ресорних амортизаторах, фундаменти дробильного обладнання віброізолюють по усьому периметру для того, щоб запобігти передачі віброколивань через ґрунт.

Таблиця 3.9

Вплив вібрації на людину

| Частота коливань, Гц | Амплітуда коливань, мм | Характер впливу   |
|----------------------|------------------------|---|
| 40–50                | 0,016–0,05             | Нервові збудження, депресія   |
| 40–50                | 0,05–0,1               | Подразнення нервової системи, серця, органів слуху  |
| 40–50                | 0,1–0,3                | Утворення стійких спалахів збудження, можливість розвитку вібраційної хвороби             |
| 50–100               | 0,1–0,3                | Ураження центральної нервової системи, серця, органів слуху, розвиток вібраційної хвороби |

Для гасіння коливань обладнання застосовують комбіновані амортизатори, що складаються із сталевих пружин і

гумових прокладок, так як пружинні амортизатори гасять низькочастотні коливання, а гумові прокладки захищають від високочастотних коливань. Кращих результатів вдається досягти застосуванням гумово-металевих віброопорів типу ОВ-31, на базі яких розроблені уніфіковані віброізолятори, що забезпечують віброізоляцію різного стаціонарного обладнання.

Обладнання на тонкостінній площині, що є джерелом шуму, встановлюють на вібропоглинаючому бітумі або гумових накладках. Їх товщина повинна в 2–3 рази перевищувати товщину листа, що є джерелом вібрацій.

Робітники, зайняті обслуговуванням дробильного обладнання, повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту слухових органів відповідно до ГОСТ 12.4.275-2014 «Система стандартів безпеки труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Методы испытаний».

Засоби захисту можуть бути внутрішніми і зовнішніми. Внутрішні – це вкладиші з еластичного матеріалу (вати, паралону), що розташовують у зовнішній частині слухового проходу (наприклад, «беруши»). Більш зручні та ефективні протишумові навушники типу «Мелодія», що щільно прикривають вушну раковину і є акустичним фільтром. Вони зменшують високочастотний шум, не заважаючи чути людський голос.

Застосування навушників при рівнях шуму понад 130 дБ неефективно. Для захисту від такого шуму випускають шумозахисні шоломи, що щільно облягають не тільки область навколо вуха, але й усю голову.

Утилізація ТЗ і компонентів пов'язана зі значним виділенням **пилу**. Багато видів пилу токсичні. Затримання пилу в робочій зоні строго регламентується.

Зниження вмісту пилу в повітрі робочих приміщень до санітарних норм досягається наступними способами:

- герметизацією технологічного обладнання з застосуванням еластичних прокладок з гуми і герметиків;
- використанням мокрих процесів дроблення і переробки в тих випадках, коли це припустимо за технологією;

- скороченням кількості перевантажень матеріалів з одного обладнання на інше;
- виключенням перепадів висот у розташуванні зони вивантаження матеріалу з одного апарату і зони завантаження його в іншу установку;
- проведенням мокрого прибирання цехів та обладнання;
- організацією загальної та місцевої вентиляції, що створює розрідження повітря в зоні роботи обладнання;
- створенням водяних завіс тонкого розпилення води в зонах з особливо високим пилоутворенням, що призводить до локалізації пилу в місцях його утворення.

Крім того, використовуються засоби індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.041-2001 «Система стандартів безпеки праці. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования».

У процесі переробки відходи можуть з безпечної форми перейти в небезпечну, тобто стати токсичними, пожежо- та вибухонебезпечними і т.д. Тому заходи безпеки при роботі з відходами необхідно дотримуватися на всіх стадіях переробки, ретельно перевіряючи можливість протікання тих чи інших процесів з метою виявлення небезпечних речовин, що утворюються при впливі на відходи.

Потенційну небезпеку при різних видах обробки представляють полімерні матеріали.

При спалюванні ПВХ матеріалів (відходів штучної шкіри для оббивання салону, синтетичних тентових матеріалів, лінолеуму та ін.) можливе виділення хлору, соляної кислоти, діоксинів і інших токсичних продуктів.

Хлорзаміщенні вуглеводні руйнують центральну нервову систему. Тому їх знешкодження шляхом спалювання повинно проводитися в спеціальних печах, що мають пристрій для нейтралізації хлору (наприклад, негашеним вапном), збору та утилізації хлористого водню (соляної кислоти).

Під час горіння поліуретанів в певних умовах виділяється синильна кислота, що є сильною отрутою, тому спалювання відходів цих матеріалів необхідно проводити лише у спеціально пристосованих для цього печах при надлишку кисню, в регламентованих умовах.

Деякі низькомолекулярні і полімерні вуглеводні, що утворюються при розпаді полімерів, є канцерогенними. Тому слід ретельно стежити за повнотою згорання таких відходів при термічній утилізації, а також здійснювати контроль над вмістом токсичних продуктів у повітрі робочої зони.

Необхідну безпеку забезпечують відповідною кратністю обміну повітря, невеликим розрідженням повітря в робочій зоні, герметизацією обладнання та іншими способами.

Одна з можливих небезпек, що виникають при зберіганні горючих відходів, полягає в їх мимовільному займанні або навіть підриванні. Займання відбувається в результаті підвищення температури відходів при їх хімічному або біологічному розкладанні, що протікає з виділенням тепла. Якщо маса відходів які зберігаються велика, а тепло що виділяється не відводиться (не розсіюється) у НС, то температура відходів може перевищити критичне значення, і почнеться займання. Тому органічні відходи не слід зберігати у великих кількостях, особливо в теплих вологих умовах, коли швидкість процесів розкладання зростає. Масу таких відходів необхідно розосереджувати, а відходи при необхідності поливати водою, щоб уникнути займання.

Особливу небезпеку становлять робочі рідини, що містяться в різних системах ТЗ. Їх зливання повинно проводитися до початку розбирання ТЗ, а зберігання та утилізація мають здійснюватися в умовах, що виключають можливе займання.

Серйозну небезпеку представляє свинець, що міститься в акумуляторах. Отруєння свинцем веде до порушення функцій головного мозку і знижує опірність інфекційним захворюванням, а розчинні солі свинцю є кумулятивними отрутами.

Під час утилізації акумуляторів повинні ретельно контролюватися норми гранично допустимих концентрацій (ГДК) по свинцю у повітрі робочої зони і в стічних водах, що утворюються при видовій сепарації свинецьвмісних відходів.

Дуже отруйними є кадмій та його сполуки: вони викликають крововиливи, легеневі захворювання, отруєння, а при великих концентраціях призводять до летального

результату. Його застосування в нових компонентах ТЗ заборонено, але його сполуки використовувалися до недавнього часу в полімерних матеріалах як стабілізатори, що також вимагає дотримання норм вмісту кадмію у повітрі робочої зони.

Під час використання розчинників під час миття й очищення агрегатів і деталей ТЗ слід пам'ятати, що практично усі вони відносяться до легкозаймистих речовин, здатних не тільки до займання, але і до утворення з повітрям вибухонебезпечних газових сумішей. Крім того, розчинники є токсичними речовинами, та їх вміст у повітрі не повинен перевищувати ГДК.

Під час порівняно невеликої кількості утворення відходів розчинників їх утилізацію проводять шляхом спалювання. Спалювання повинно проводитися або в спеціальній установці на території підприємства, або за погодженням з місцевими органами санітарного та пожежного нагляду на відведених полігонах.

Деякі види розчинників та інших летких продуктів можна спалювати тільки на установках з повною очисткою димових газів. До них відносяться сполуки, що містять галогени (хлор, бром, йод, фтор), нітросполуки, аміни, ціаніди та ін.

Особливу обережність необхідно проявляти при роботі з агресивними рідинами, уникаючи їх розбризкування та попадання на шкіряні покриви і слизову оболонку. Наприклад, під час утилізації акумуляторів, кислоти, що міститься в них необхідно тонким струменем зливати у воду, безперервно помішуючи розчин, що утворюється.

У разі потрапляння агресивних рідин на шкіряний покрив необхідно негайно промити його великою кількістю води, а потім обробити відповідним розчином (якщо це кислота, промити 3–5 %-вим розчином питної соди; якщо на шкіру потрапив луг, її промивають 1–2 %-вим розчином борної кислоти).

Під час транспортування утилізованих автомобілів і автокомпонентів, а також відходів, що утворюються при їх утилізації, необхідно керуватися вимогами ГОСТ 12.3.020-80 «Система стандартів безпеки труда (ССБТ). Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования

безпеки». При проведенні погрузо-розвантажувальних робіт за допомогою різних підйомо-транспортних машин і механізмів (кранів, електрокарів, конвеєрів і т.д.) слід керуватися правилами, установленими ОСТ 113 18 014-87 «Работы погрузочно-разгрузочные. общие требования безопасности». Зокрема, необхідна своєчасна атестація устаткування і оснащення, контроль за наявністю вільних проїздів для транспорту і проходу для людей.

Обладнання, що використовується при переробці відходів, повинно мати захисні кожухи, сітки, екрани з небиткого скла, оснащені блокуванням, що забезпечує його відключення під час їх відкривання і не дозволяє включати обладнання під час їх відкритого положення.

Згідно ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» в тих випадках, коли безпека робочого персоналу не може бути забезпечена конструкцією обладнання або організацією технологічного процесу, необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, до яких відносяться ізолюючі костюми, спецодяг, спецвзуття, засоби захисту голови, рук, очей, обличчя, органів слуху та ін.

Робітники, зайняті збором, транспортуванням та утилізацією ТЗ, вузлів і агрегатів, повинні забезпечуватися індивідуальними засобами захисту в залежності від стадії технологічного процесу і виконуваної ними роботи.

Як спецодяг необхідно використовувати, в залежності від умов роботи халати, комбінезони, фартухи по ГОСТ 12.4.029-76 «Фартуки специальные. Технические условия», теплоізолюючі костюми по ГОСТ 12.4.139-84 «Система стандартов безопасности труда. Костюм изолирующий автономный теплозащитный. Технические требования и методы испытаний» і ГОСТ 12.4.045-87 «Система стандартов безопасности труда. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур. Технические условия». Спецвзуття також може бути різним: звичайні робочі черевики, черевики з підвищеними фрикційними або протиударними властивостями, оливостійкі, кислотостійкі черевики або чоботи та ін. Спецвзуття випускається по ГОСТ 12.4.072-79 «Сапоги специальные



резиновые формовые, защищающие от воды, нефтяных масел и механических воздействий. Технические условия», ГОСТ 12.4.024-76 «Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования» ін.

Для захисту рук слід використовувати в залежності від виконуваної роботи бавовняні та гумові рукавички, брезентові та утеплені рукавиці, рукавички зі штучної шкіри та ін.

Для захисту органів дихання служать протипилові респіратори різної конструкції й промислові фільтруючі протигазу, органів слуху – навушники і «беруши», для захисту очей – окуляри, випускаються по ГОСТ 12.4.001-80 «Система стандартів безпеки праці. Очки захисні. Терміни і определения», які можуть бути із затемненим склом.

Для захисту голови необхідно застосовувати шапочки, косинки, шоломи, а при роботі з великогабаритними важкими відходами – захисні пластмасові каски за ГОСТ 12.4.128-83 «Система стандартів безпеки праці. Каски захисні. Общие технические условия».

Викладені заходи безпечного ведення робіт при утилізації та рециклінгу ТЗ, вузлів і агрегатів не є вичерпними, оскільки асортимент матеріалів, що втягуються в переробку, і використовується при цьому обладнання постійно розширюється.

Залежно від виду відходів і технології їх утилізації та рециклінгу може виникнути необхідність в додаткових заходах, що забезпечуватимуть безпеку обслуговуючого персоналу. Такі заходи повинні розроблятися в кожному випадку з урахуванням конкретних умов праці та потенційної небезпеки ТЗ, вузлів і агрегатів, що переробляються.

### **3.4. Процеси та апарати, що використовують під час утилізації транспортних засобів**

Після розбирання автомобіля його кузов, агрегати і деталі, що не підлягають відновленню, надходять на переробку з метою отримання вторинних матеріалів. Найбільшу цінність з них становлять чорні і кольорові метали, що складають основну масу автомобіля.

*Під переробкою відходів металів* мається на увазі технологічний процес, в результаті якого вони перетворюються в стан, придатний для використання в металургійному та ливарному виробництвах.

Автомобільний металобрухт під час підготовки до переплаву пресують, дроблять і сортують за видами.

### **3.4.1. Пресування автомобільного металобрухту**

Перед подрібненням автомобільний кузов і інший крупногабаритний металобрухт пресуються. Для ущільнення металолому використовують пакетувальні преси. Особливість їх роботи в тому, що пресування одночасно здійснюється в трьох площинах, в результаті чого отримують міцні компактні пакети. Прес має камеру пресування з декількома плунжерами, гідравлічну апаратуру з баком для масла, механізм завантаження камери. Пакетування полегшує дроблення металевого кузова й призводить до зниження втрат металу на сажу в процесі подальшої плавки.

Модель преса і його робочі характеристики визначають допустиму товщину листа металобрухту і параметри пакетів спресованого брухту.

Процес включає наступні операції:

- розвантаження брухту в прес,
- пресування в різних напрямках,
- складування пакетів.

При цьому використовують крани, вантажопідйомні електромагніти і іншу механізовану техніку. Вітчизняна промисловість випускає гідравлічні преси із зусиллям пресування від 1 МН до 31,5 МН.

На рис. 3.18. показана схема преса Б 1642, що застосовують для пакетування металобрухту.

Процес пресування здійснюється наступним чином. Металобрухт краном завантажується в завантажувальну камеру б преса, звідки надходить в прес-камеру 2. Кришка 3 закривається за допомогою механізму притиску 4, і лом пресується. При цьому формується остаточна висота пакета.

Потім за допомогою механізму поперечного пресування 1 формується ширина пакета. Після цього механізм поздовжнього пресування 7 формує довжину пакета. У цей час тиск в гідросистемі максимальний. Після закінчення пресування включається механізм розвантажувального пристрою 8, і пакет за допомогою механізму 5 виштовхується з камери. Потім вікно видачі пакета закривається, і прес готовий до чергового циклу роботи.

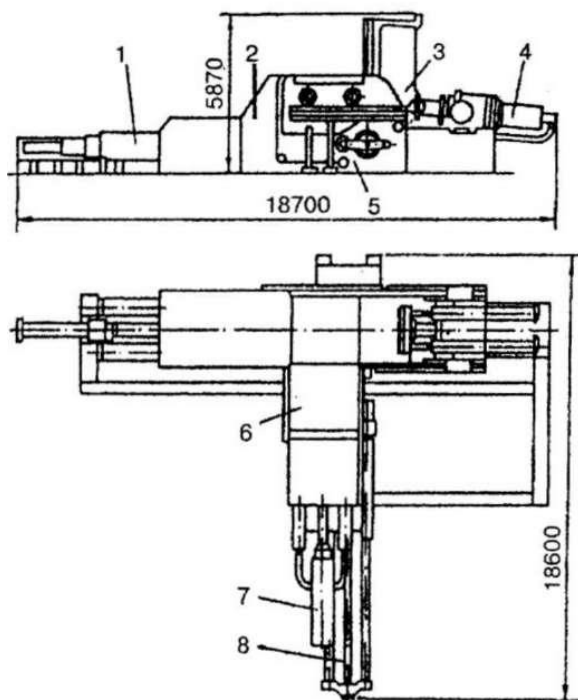


Рис. 3.18. Гідравлічний прес для пакетування Б 1642:

- 1 – механізм поперечного пресування; 2 – прес-камера; 3 – кришка;
- 4 – механізм притиску; 5 – виштовхувальний механізм;
- 6 – завантажувальна камера; 7 – механізм поздовжнього пресування;
- 8 – механізм розвантажувального пристрою

Для ущільнення автомобільного кузова та іншого крупно габаритного металобрухту застосовуються також гідравлічні прес-ножиці (рис. 3.19), що можуть працювати як в режимі пресування, так і в режимі різання.

Під час пакування кузов автомобіля за допомогою механізму подачі 2 подається в завантажувальну камеру 1, де пакет формується по ширині. Потім кузов пресується по вертикалі. Після формування пакет за допомогою механізму остаточного пресування виштовхується з камери штемпелем.

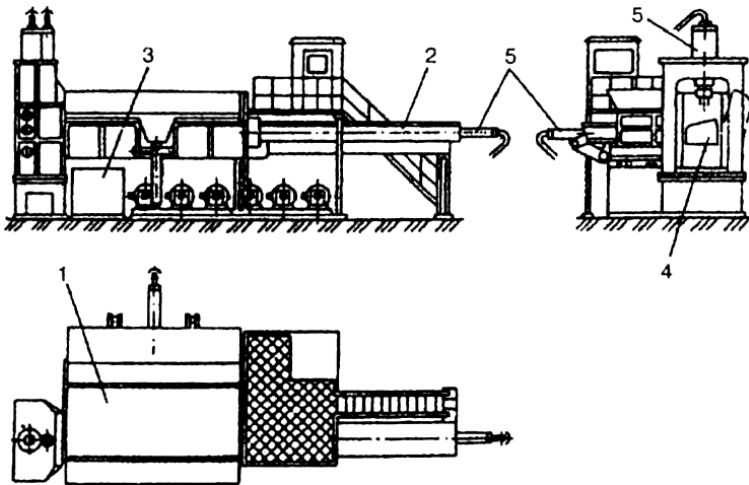


Рис. 3.19. Прес-ножиці гідравлічні:

- 1 – завантажувальна камера; 2 – вузол подачі матеріалів;
- 3 – оливна станція; 4 – ніж; 5 – гідроциліндри

Під час роботи прес-ножиць в режимі різання поперечна стінка камери, що є ножовою балкою, піднімається, і металобрухт за допомогою механізму подачі переміщається під ніж 4. Різання здійснюється механізмом різання, що працює від гідроприводу.

### 3.4.2. Дроблення автомобільного металобрухту

Дроблення дозволяє провести видове сортування матеріалів, з яких виготовлений кузов утилізованого автомобіля. Вибухонебезпечні суміші розпорошених олив і палива, що залишаються в автомобілі навіть після підготовки кузова до утилізації, становлять певну небезпеку. Щоб її зменшити, застосовують такі захисні заходи:

- ущільнення кузова автомобіля перед дробленням;
- подавання інертних газів в дробарку;
- попереднє охолодження брухту;
- впорскування води в робочий простір дробарки;
- створення в ній запобіжних клапанів і відсмоктувальних пристроїв.

Для дроблення відходів використовують дробарки різного типу: шоккові, конусні, роторні, валкові та ін.

Під час УА застосовують роторні дробарки (рис. 3.20).

У роторних дробарках подрібнення відбувається через удар, виробленого за допомогою молотків, жорстко закріплених на роторі, що швидко обертається. Маса молотків досягає 120 кг. При ударі на дроблений предмет діє як маса молотків, так і маса самого ротора.

Роторні дробарки дозволяють отримати більший ступінь подрібнення, мають високу продуктивність, зручні в експлуатації і споживають менше енергії, ніж інші види дробарок.

Роторні дробарки можуть мати один або два ротора. Більш прості і зручні в експлуатації однороторні дробарки, котрі і набули широкого поширення. Дробарки для подрібнення автомобільних кузовів можуть відрізнятися розташуванням ротора і колосникових решіток для видалення подрібненого продукту. За цією ознакою розрізняють дробарки з вертикальним і горизонтальним розташуванням ротора. Останні бувають з верхнім і нижнім розташуванням колосникової решітки.

Переваги дробарок з верхнім розміщенням решітки – в порівняно невеликій витраті електроенергії і більш високій стійкості під час попаданні неподрібнених предметів.

Продуктивність дробарки залежить від потужності приводного двигуна, розмірів ротора, яким чином будуть завантажуватися кузова, його стану, конфігурації колосникових решіток (розміру отворів) і досягає 300 тис. автомобілів за рік.

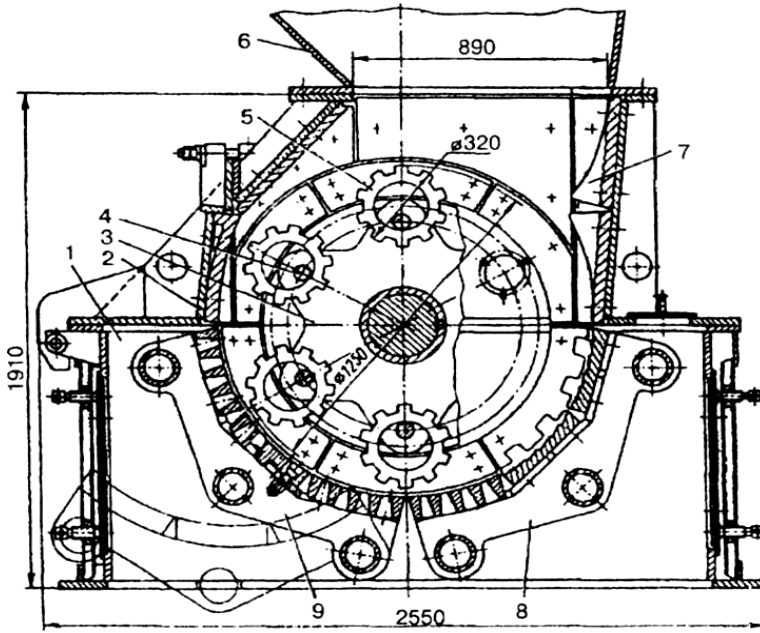


Рис. 3.20. Однороторна дробарка:

1 – станина; 2 – корпус; 3 – обертовий ротор; 4 – осі; 5 – молотки;  
6 – приймальний короб; 7 – виступи; 8, 9 – колосникові решітки

Дробарка складається з станини 1, на якій змонтований корпус 2 з колосниковими решітками 8 і 9. Металобрухт поступає в приймальний короб 6, а потім потрапляє під удари швидко обертового ротора 3, що має молотки 5, що в свою чергу кріпляться на осях 4. Відбійні плити на внутрішній поверхні корпусу мають виступи 7, що сприяють рівномірній подачі відходів на ротор.

Низка зарубіжних фірм для дроблення автомобільних кузовів випускає шредери (рис. 3.21), в яких подрібнення відбувається у дві стадії.

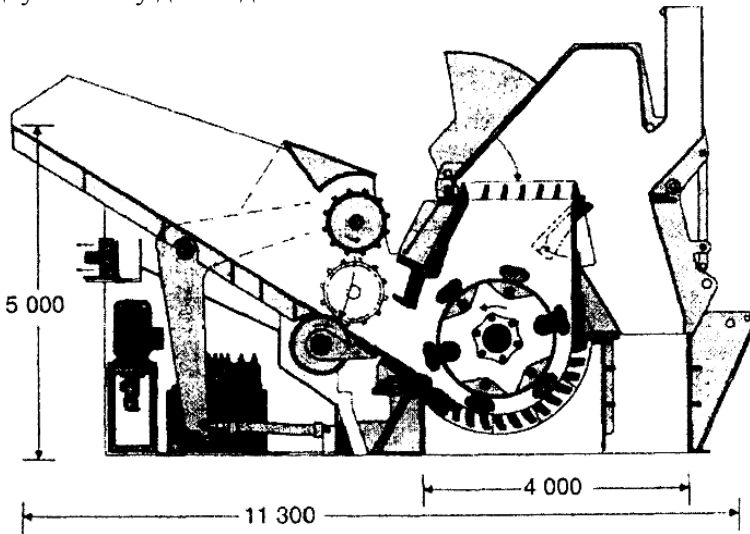


Рис. 3.21. Шредер

Кузов автомобіля подається по нахилу лотка в шредер, спочатку сплющується за допомогою потужних валків, що обертаються, а потім затягується ними в молоткову дробарку й подрібнюється.

Ротор шредера обертається зі швидкістю 600 об/хв. На ньому в шаховому порядку на шести осях закріплені 16 молотків масою близько 100 кг кожен. Радіус обертання зовнішньої частини молотків – близько 1 м. Корпус шредера футерований змінними зносостійкими плитами. Товщина плит в різних місцях складає 50–100 мм. Решітка, відбійні плити і ряд інших елементів шредера виготовлені з марганецьвмісних сталей.

Під час УА з великими габаритами, автобусів і інших ТЗ перед дробленням застосовують різання.

На процес різання впливають:

- властивості міцності матеріалу;
- геометрія і температура металу, що розрізається;

- розташування виробу по відношенню до ріжучого інструменту;
- форма і стан ріжучого інструменту;
- величина зазору між ножами;
- швидкість програми нарізки (швидкість різання);
- конструкція ріжучого обладнання (жорсткість станини, точність напрямних, наявність опори і т.д.);
- величина тертя між металом і ріжучим інструментом.

Кращим обладнанням для різання кузовів автомобілів являються гідравлічні ножиці (рис. 3.22).

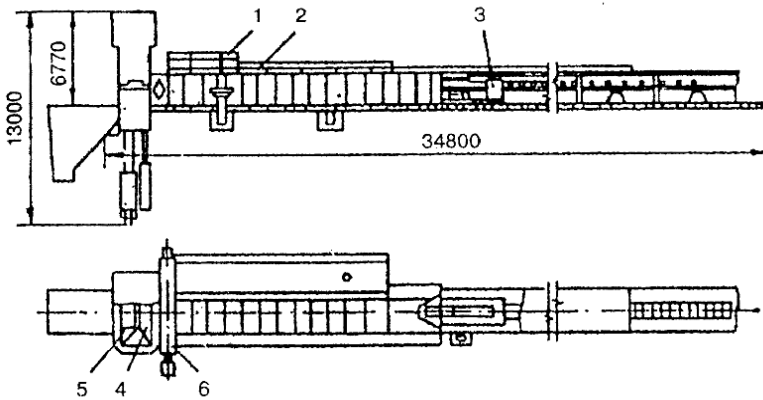


Рис. 3.22. Гідравлічні (гільйотинні) ножиці моделі Н0340:

- 1 – кришка; 2 – короб; 3 – механізм подавання; 4 – механізм стиснення;  
5 – механізм різання; 6 – механізм попереднього стиснення

Гідравлічні ножиці є агрегатом, що складається з станини, завантажувального та подавального пристроїв, механізмів стиснення і різання, гідро- і електроприводу.

Конструкція ножиць дозволяє різати металобрухт порціями, обсяг яких визначається ємністю завантажувального пристрою. Процес складається з наступних операцій:

- підготовки брухту;
- завантаження брухту в ножиці;
- різання брухту.



Ножиці працюють спільно з мостовим краном, обладнаним поліпгрейфером або електромагнітної шайбою.

Принцип роботи ножиць полягає в наступному. Лом завантажується в короб 2, що після заповнення повертається за допомогою гідроприводу. При цьому лом переміщається в завантажувальний жолоб, по якому механізмом подачі 3 пересувається в ножиці. Величина ходу повзуна механізму подачі регулюється з пульта управління. Перед спрацьовуванням ріжучих ножиць лом ущільнюється за допомогою механізму стиснення 4, що утримує лом під час різання. Після спрацьовування механізму різання 5 нарізаний металобрухт падає в приймальний бункер, звідки забирається краном. У цей час завантажувальний короб заповнюється наступною порцією металобрухту. Для полегшення процесу різання жолоб гідравлічних ножиць обладнаний кришкою 1 і механізмом попереднього стиснення металобрухту 6.

### **3.4.3. Видова сепарація відходів металів**

Під час перероблення автомобільних кузовів і агрегатів, що містять чорні та кольорові метали, полімерні матеріали, скло тощо, використовують різні способи сепарації відходів за видами матеріалів. Видова сепарація (сортування) дозволяє виробляти з відходів високоякісні вторинні матеріали.

Видову сепарацію проводять за:

- фізичними ознаками (магнітної сприйнятливості, густини, електропровідності і ін.);
- зовнішніми ознаками (кольором, характером шламу і ін.);
- предметними ознаками (найменування деталі);
- маркуванням деталей;
- результатами хімічного, спектрального, рентгенівського, радіаційного аналізів.

Широко застосовуються методи, засновані на відмінностях в магнітних, електричних та інших фізичних властивостях відходів.

**Магнітні способи** дозволяють створити потужні сили впливу на матеріали, що перевищують силу гравітації в 100

і більше разів, що полегшує процеси поділу. Ці способи мають високу виборчої здатністю, екологічною чистотою, простотою обслуговування й низькою собівартістю.

Технологія магнітної сепарації залежить, перш за все, від складу матеріалів, що підлягають розподілу та визначається типом використовуваних сепараторів.

Електромагнітні сепаратори, призначені для видалення залізних і інших феромагнітних предметів з немагнітних матеріалів, знайшли широке застосування під час утилізації автомобілів і автокомпонентів.

Номенклатура електромагнітних сепараторів, що застосовують для розділення відходів, досить велика, і вони можуть бути класифіковані в такий спосіб:

- підвісні залізovidділювачі;
- електромагнітні шайби;
- електромагнітні шківні;
- електромагнітні барабани.

Для видалення магнітних матеріалів з потоку продуктів дроблення застосовують шківні електромагнітні сепаратори (залізovidділювачі) типу ШЕ. (рис. 3.23), що встановлюються замість приводного барабана стрічкового конвеєра.

Ефективність роботи електромагнітного шківня залежить від маси, геометрії й магнітної сприйнятливості видобутих матеріалів, а також від густини матеріалу, що транспортується і швидкості руху стрічки конвеєра.

Принцип роботи електромагнітних шківнів полягає в тому, що феромагнітні матеріали, що транспортуються стрічкою конвеєра, притягуються до неї в зоні установки шківня, а немагнітні скидаються зі стрічки по ходу її руху. Звільнення стрічки від феромагнітних матеріалів відбувається в тому місці конвеєра, де відсутнє магнітне поле, тобто там, де припиняється її контакт зі шківном. Швидкість руху стрічки повинна становити 1,25–2,0 м/с. При більш високій швидкості руху стрічки знижується повнота поділу магнітної та немагнітної фракцій.

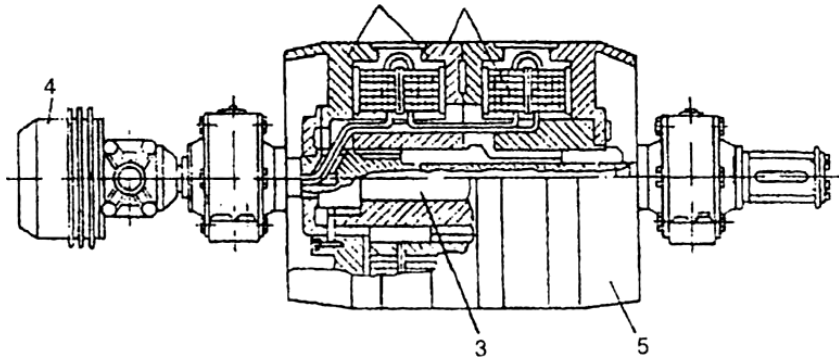


Рис. 3.23. Електромагнітний шків:

*1* – диски-полюси; *2* – котушка; *3* – вал;  
*4* – коробка розподілу струму; *5* – корпус шківа

Іншим різновидом електромагнітних сепараторів являються підвісні саморозвантажувальні залізовідділювачі типу ПС, призначені для вилучення й видалення феромагнітних предметів із сипучих немагнітних матеріалів, у тому числі із брухту і відходів кольорових металів (рис. 3.24).

Принцип роботи підвісних сепараторів полягає в підтягуванні магнітних частинок до розвантажувальної стрічки, що виносить їх в сторону для розвантаження.

Сепаратори типу ПС працюють в безперервному режимі та здійснюють механічне розвантаження конвеєра від магнітних матеріалів. У конструкцію сепаратора входять опорний *1*, основний *4* і натяжний *6* барабани, електромагніт *3*, розвантажувальна стрічка *2* і привід *7*. Всі елементи підвісного сепаратора змонтовані на рамі *5*. Підвісні залізовідділювачі встановлюються над стрічковими конвеєрами, якими транспортуються суміші магнітних і немагнітних подрібнених відходів.

Під час утилізації відходів широко використовується видова сепарація у важких середовищах, яка полягає в поділі матеріалів по густині у гравітаційному або відцентровому полі на суспензії або рідини, густина якої є проміжною між густиною поділюваних часток.

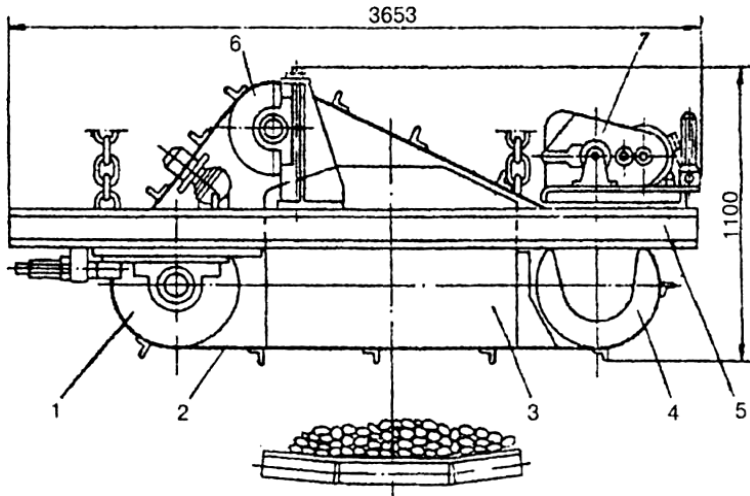


Рис. 3.24. Підвісний електромагнітний сепаратор:

1 – опорний барабан; 2 – розвантажувальна стрічка; 3 – електромагніт; 4 – основний барабан; 5 – рама; 6 – натяжний барабан; 7 – привід

Важкі суспензії являють собою зважені у воді тонкодисперсні частинки важких мінералів або сплавів-обтяжувачів, в якості яких використовують феросиліцій, пірит, піротин, магнетитові та гематитових концентрати та інші матеріали крупністю до 0,16 мм.

Як важкі рідини використовують водні розчини деяких солей: хлориду кальцію і цинку, йодиду калію та інші, що дозволяють отримувати середовища з густиною до  $3000 \text{ кг/м}^3$ .

Колективна суміш надходить по завантажувальному лотку у ванну, що складається з двох з'єднаних в нижній частині відділень.

На рис. 3.25 показаний колісний важкосередній сепаратор СК-12.

В одному з відділень розміщено елеваторне колесо для вивантаження суспензії разом з затонулого, важчій фракцією. Легка фракція вивантажується в верхній частині ванни. Їх

перемішування в зоні вивантаження запобігає розділовій перегородкою.

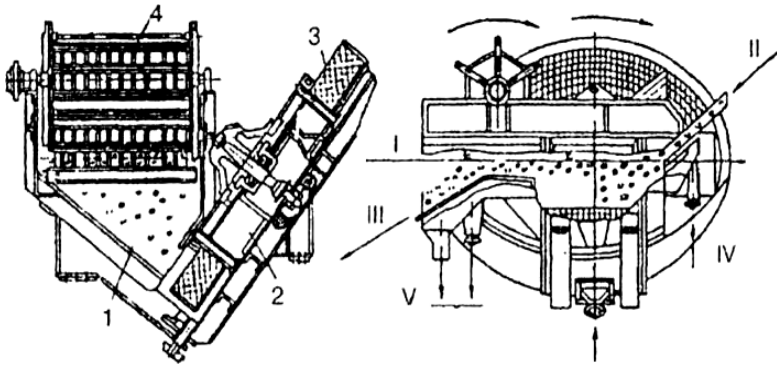


Рис. 3.25. Колісний важкосередній сепаратор СК-12

Іншим видом обладнання для поділу змішаних відходів способом важкосередньої сепарації є сепаратор СБС-5, розроблений спеціально для технологічних ліній з переробки алюмінієвого брухту. Він призначений для розділення змішаних відходів на фракції з високим вмістом магнію (густина  $< 2650 \text{ кг/м}^3$ ), з високим вмістом цинку (густина  $> 2850 \text{ кг/м}^3$ ) і міднокремнієві алюмінієві сплави проміжної густини.

Для поділу матеріалів з різною густиною використовується також пневматична сепарація, заснована на різниці в швидкостях падіння в повітряному середовищі частинок різних розмірів і густини.

Зигзагоподібний пневматичний сепаратор (рис 3.26) застосовується для видалення з дробленого продукту неметалевих домішок: фарби, текстилю, пластмас і інших відходів.

Подрібнений матеріал з приймального бункера 1 через шиберну заслінку 2 роторним завантажувачем 3 подається в робочу зону сепаратора. Назустріч потоку дробленого матеріалу надходить повітря, що захоплює легкі компоненти відходів і через патрубок 7 направляється на очистку в циклон і фільтр. Для регулювання режиму сепарації передбачений шибер 4 для

всмоктування повітря з метою зниження швидкості потоку. Важка фракція накопичується на нижньому шибері 5 і періодично розвантажується в короб 6.

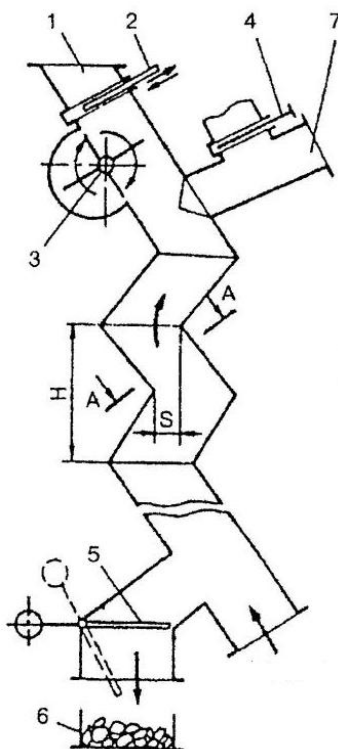


Рис. 3.26. Зигзагоподібний пневматичний сепаратор:

- 1 – приймальний бункер; 2 – шиберна заслінка; 3 – завантажувач роторний; 4 – верхній шибер; 5 – нижній шибер;  
 6 – короб; 7 – патрубок;  
 $H$  – висота секції (колони);  $S$  – площа вільного прольоту;  
 $A$  – напрям руху

Конструктивні параметри зигзагоподібного сепаратора – число колін, висота  $H$  секції (колони), її ширина, перетин вільного прольоту  $S$  – визначаються характеристиками відходів, що розділяються.

### 3.5. Технології утилізації та рециклінгу пластикових виробів транспортних засобів

Деталі з пластмас широко використовуються в сучасних ТЗ. З них виготовляють великогабаритні вироби з великою масою (бампери, панель приладів, каркаси облицювання даху й дверей кузова, сидіння, бензобак і ін.), а також порівняно невеликі деталі автомобіля (витратні бачки робочих рідин, ручки, декоративні накладки, деталі електронного устаткування і багато іншого).

Далеко не завжди під час утилізації ТЗ демонтовані деталі з пластмас придатні для відновлення і повторного використання. Тому утилізація пластмасових деталей виведених з експлуатації ТЗ має велике значення, дозволяючи скоротити використання первинних матеріальних і енергетичних ресурсів і знизити навантаження на НС.

Відомі такі основні способи поводження з відходами пластмас:

- **перероблення** під вторинну полімерну сировину для повторного використання при виробництві виробів;
- **піроліз** з одержанням вуглеводневої сировини для енергетичного і хімічного застосування;
- **спалювання** разом з твердими побутовими відходами з одержанням теплової та електричної енергії;
- **поховання на полігонах.**

Основним способом поводження з відходами пластику має стати їх повторне використання, що виконує при виробництві виробів з пластмас таку ж роль, яку відіграє металобрухт в металургії. Однак в силу різних, насамперед організаційних, причин це зробити не завжди вдається. Тому деяка кількість відходів пластмас, що утворюються під час утилізації ТЗ, піддається піролізу, спалюється і захоронюється.

**Піроліз полімерних матеріалів** проводиться за температури 400–500 °С за обмеженого доступу повітря. Продуктами піролізу є цінні сировинні матеріали: піролізний газ, що не поступається за своїми властивостями природному газу, піролізна смола, що є цінним продуктом для синтезу

полімерних матеріалів, і твердий вуглецевий залишок, що витрачається на виготовлення адсорбенту.

Пластмаси мають високу теплотворну здатність. Деякі з них (поліетилен, поліпропілен та ін.) переважають за цим показником природні паливні ресурси – вугілля і нафта. Тому, пластикові деталі невеликого розміру, що важко відокремлюються від інших матеріалів спалюють. На відміну від природного палива при спалюванні пластмас виділяються токсичні продукти, що вимагає значних витрат на очищення димових газів.

**Захоронення** – з усіх точок зору нераціональний спосіб поводження з пластмасовими відходами, тому що не приносить ніякого економічного або технічного результату, але вимагає будівництва дорогих полігонів.

У загальному вигляді перероблення відходів пластмас з метою їх повторного використання складається з наступних стадій: сортування, мийки, сушки, подрібнення і гранулювання.

### **3.5.1. Утилізація деталей з поліолефінів**

До поліолефінів, що застосовують в автомобілебудуванні, відносяться поліетилен високої і низької густини (ПЕВГ і ПЕНГ) і поліпропілен (ПП). З поліетилену високої густини виробляють різні дрібні деталі автомобіля, порівняно недавно з нього почали виготовляти бензобаки. З поліетилену низької густини виготовляють плівку.

Поліпропілен широко використовується для виготовлення бамперів, панелей приладів автомобіля та інших деталей.

Особливістю термопластів, і зокрема поліолефінів, є можливість їх багаторазового переробки шляхом розплавлення й повторного формування без істотної зміни характеристик.

### **3.5.2. Утилізація відходів ПВХ матеріалів**

Полівінілхлорид застосовується у виробництві оббивних штучних шкір, синтетичних тентових матеріалів, плівок, ливарних виробів і т.д.



Можна виділити три основних напрями у використанні відходів ПВХ-матеріалів:

- перероблення відходів в лінолеум, штучні шкіри й плівкові матеріали;
- хімічне перероблення з регенерації ПВХ смоли;
- використання в суміші з іншими полімерами в різних полімерних композиціях.

**Виробництво лінолеуму.** Оскільки ПВХ широко застосовують під час виготовлення рулонних матеріалів на текстильній основі, нижче будуть розглянуті особливості переробки відходів таких текстильно-полімерних матеріалів. Технологічна схема процесу виробництва лінолеуму з використанням відходів штучної шкіри представлена на рис. 3.27.

За такою схемою можна виготовляти різні покриття для підлоги (лінолеум, лінолеумове плитку), штучні шкіри технічного призначення та інші матеріали.

Відходи штучної шкіри спочатку надходять на подрібнення в дробарку 1. З дробарки отримана крихта через випускний отвір подається в накопичувальну ємність.

Під час переробки відходів забруднених ПВХ матеріалів важливою стадією процесу є їх очищення та промивання в мішалці 2 з вертикальними лопатями. Мішалка розташована таким чином, що весь внутрішній об'єм промивного механізму ділиться на дві зони: зону турбулентного потоку, що утворюється нижче лопатей мішалки, і зону ламінарного потоку над ними.

Через дозуючий пристрій крихта безперервно надходить в промивальне пристрій спочатку в турбулентну зону, а потім в зону ламінарного потоку. Відходи спливають на поверхню промивного розчину, густина якого більше густини подрібнених відходів, і відбираються за допомогою спеціального підйомного пристрою.

Воронки для вловлювання розташовані в днищі мішалки нижче зони турбулентності, збирають сторонні включення, відокремлені від відходів, і виводять їх через трубопровід.

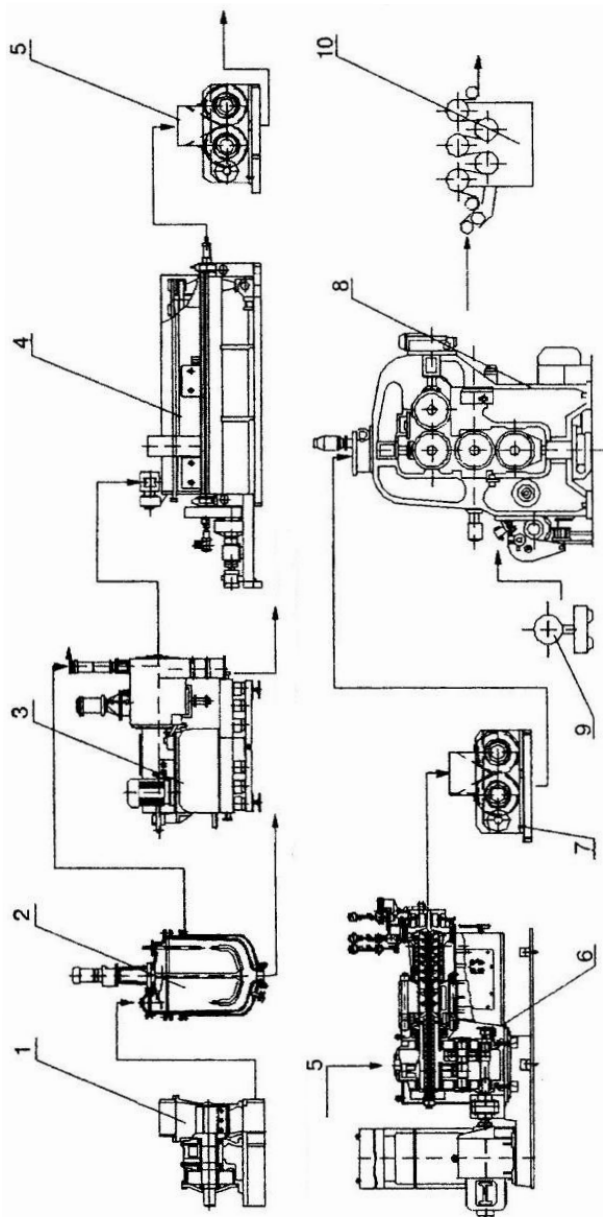


Рис. 3.27. Технологічна схема процесу виробництва лінолеуму

з використанням відходів штучної шкіри:

- 1 – роторний подрібнювач; 2 – мшалка якрна; 3 – центрифуга; 4 – осушувач барабанний;  
 5 – крєкер-вальці, 6 – гранулятор, 7 – каландр, 8 – вальці, 9 – ролон покриття підлоги з верхнім шаром;  
 10 – барабани для охолодження

Промита й очищена від сторонніх включень крихта надходить в центрифугу 3 і барабанну сушарку 4, де відділяється від води та висушується. Висушена крихта по трубопроводу направляється на гомогенізацію на крекер-вальці 5 з ребристою поверхнею валків.

Час обробки на крекер-вальцях становить 1–5 хв для руйнування текстильної основи і гомогенізації суміші. Отримана гомогенна суміш надходить на екструдер-гранулятор 6, а звідти у вигляді гранул подається в накопичувальний бункер.

Під час переробки відходів полівінілхлориду та виробництва з них гранул до складу полімерної композиції додатково вводять стабілізатори, а також пластифікатори, що дозволяють уникнути механічно деструкційних процесів.

Встановлено, що під час використання відповідних стабілізаторів можлива 6-кратна повторне перероблення відходів ПВХ практично без зміни його фізико-механічних властивостей.

Лінолеум з використанням відходів штучної шкіри виготовляють багат шаровим: лицьовий шар виготовляють з композиції, що містить первинну сировину, а нижній шар – з 30 % первинного і 70 % вторинної сировини. Це співвідношення залежить від кількості текстильних волокон у відходах. Якщо вторинна сировина виготовлено з матеріалів, що не містять текстильну основу (плівок, листових матеріалів, безосновного лінолеуму), то його зміст в нижньому шарі може досягати 95–100 %.

Композиція на основі вторинного ПВХ з накопичувального бункера подається на вальці 7, на яких виходить полотно необхідної товщини. Далі воно калібрується на каландрі 8 і з'єднується з лицьовим шаром 9 з первинної композиції, що мають декоративне оздоблення. Отриманий лінолеум охолоджується на барабанах 10, упаковується і здається на склад.

Лінолеум, виготовлений із застосуванням відходів в нижньому шарі, за властивостями практично не відрізняється від матеріалу, виготовленого повністю з первинної сировини.

Добрими властивостями володіє тришаровий лінолеум, виготовлений із застосуванням грануляту, отриманого з відходів штучної шкіри. Вміст ПВХ в такому грануляті складає 76–85%, волокна – 24–15 %. Нижній шар лінолеуму виготовляється повністю з вторинного матеріалу, середній шар містить 75 % відходів, а тонкий лицьовий шар – з первинної сировини.

Технологічний процес виготовлення лінолеуму з відходів штучної шкіри здійснюється з використанням обладнання для виробництва лінолеуму та штучної шкіри.

**Регенерація полівінілхлориду.** Під час регенерації можна утилізувати будь-який вид відходів ПВХ-матеріалів, в тому числі різні плівки, листові матеріали, штучні шкіри.

Технологічна схема регенерації ПВХ з відходів штучної шкіри й тентових матеріалів складається з наступних стадій:

- подрібнення відходів штучної шкіри й тентових матеріалів;

- відділення магнітних матеріалів від маси відходів;

- складування підготовлених відходів в бункер;

- змішування відходів з селективним розчинником і розчинення в ньому полівінілхлоридної смоли;

- відділення нерозчинних фракцій;

- зниження розчинності ПВХ в розчиннику додаванням води;

- виділення ПВХ (фільтрування);

- сушіння отриманого полімеру;

- дистиляції розчину (поділу води й розчинника).

Технологічна схема представлена на рис. 3.28.

Після подрібнення в дробарці 1 відходи по транспортеру подаються в магнітний сепаратор 2, в якому здійснюється видова сепарація і відділення магнітної фракції. З магнітного сепаратора відходи потрапляють в накопичувальний бункер 3, а з нього надходять в барабанний змішувач 5, в якому змішуються з розчинником, що надходять з ємності 4. У змішувачі протягом 1 год за постійного перемішування відбувається розчинення ПВХ. Нерозчинені компоненти відокремлюються в центрифугі 6. Розчин ПВХ проходить в лопатеву мішалку 8, в яку додають воду з ємності 7 для зниження розчинності полімеру.

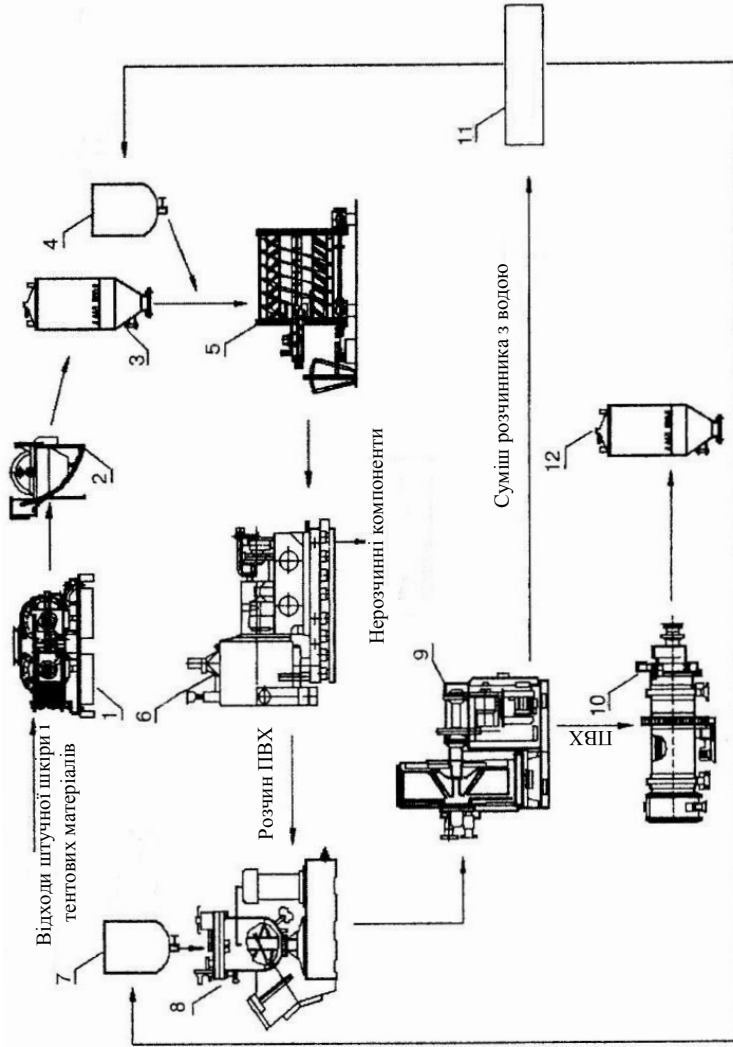


Рис. 3.28. Технологічна схема регенерації ПВХ.

1 – дробарка двовалкова; 2 – сепаратор магнітний; 3 – бункер; 4 – ємкість з розчинником;  
 5 – змішувач барабанний; 6 – центрифуга; 7 – ємкість з водою; 8 – мішалка; 9 – фільтр  
 барабанний вакуумний; 10 – осушувач барабанний;  
 11 – дистиллятор; 12 – бункер з регенованим ПВХ

Завдяки цьому відбувається осадження ПВХ. Утворена суміш – випадає в осад ПВХ, розчинник і вода – проходить через барабанний вакуумний фільтр 9, де відбувається

відділення ПВХ від рідин. Потім полімер проходить через сушарку 10 і потрапляє в бункер 12. Суміш розчинника і води через систему трубопроводів надходить в дистиллятор 11, де відбувається відділення води від розчинника, після чого вони повертаються в ємності 7 і 4 відповідно.

Описаний спосіб створює можливість отримувати полівінілхлорид, близький за властивостями до вихідного.

### 3.5.3. Утилізація деталей з пінополіуретану (ППУ)

З пінополіуретану виготовляють подушки і спинки сидінь, підголівники, підлокітники та інші деталі автомобілів. Матеріал має високу об'ємну деформацією, тому що має низьку гусину. Серед технологій утилізації виробів з пінополіуретану слід виділити:

- переробку, пов'язану з попередніми розчиненням відходів і виділенням вихідної сировини;
- гідроліз поліуретанових відходів;
- дроблення і використання поліуретанових відходів в якості наповнювачів.

Під час розчинення подрібнених відходів еластичного пінополіуретану (ППУ) за температури 180–200 °С та безперервного перемішування сировину обробляють розчинником до отримання гомогенного розчину. Отриманий розчин змішують з вихідним полієфіром, ізоціанітом або форполімером. З отриманої суміші розчинник може бути видалений за підвищеної температури під вакуумом з залишковим тиском менше 10 мм рт ст.

Продукти, отримані з відходів ППУ, є сировиною для заливальних композицій, використання яких дозволяє виготовляти вироби з меншою вартістю і забезпечити економію первинної сировини. Вміст відходів в кінцевому продукті може досягати 20 %.

**Гідролізна технологія.** Полягає в обробленні відходів ППУ водяною парою за тиску 0,05–0,15 МПа і температури не нижче 185 °С у присутності аміаку, що сприяє збільшенню швидкості процесу. У результаті гідролізу отримують сировинні

продукти – діаміни й рідкі олігомери, придатні для отримання нових матеріалів.

Подрібнені відходи ППУ у вигляді порошку можна додавати в термопластичний поліуретан, в гумові суміші на основі нітрилу, хлоропренових і інших полярних еластомерів як підсилюючих наповнювачів.

Наприклад, для виготовлення різних еластичних деталей використовують композицію з 6–25 % уретанового форполімеру, 4–5 % полістиролу і 70–90 % подрібнених відходів. Виготовлення формованих деталей з відходів пористих або непористих поліуретанових еластомерів. Для цього їх подрібнюють, пластикують в екструдері з одночасним виведенням газоподібних продуктів, причому термообробку ведуть з регулюванням температури по зонах: 130–170 °С в першій зоні і 160–190 °С у другій. Отримані компаунди це еластичні термопластичні матеріали, що мають задовільні фізико-механічні властивості й застосовуються під час виготовлення формованих деталей способом лиття під тиском.

#### **3.5.4. Утилізація деталей з полістирольних пластиків**

Полістирольні пластики широко застосовуються в різних галузях промисловості. В автомобільній промисловості використовуються вироби з ударостійкого полістиролу й акрілонітрилбутадієнстиролу. Це деталі облицювання інтер'єру, різні великогабаритні деталі, одержувані термоформуванням з листових матеріалів.

Найбільш простим і ефективним способом утилізації відходів полістирольних пластиків є їх дроблення і використання отриманої крихти як добавок до вихідного матеріалу. При утриманні в композиції до 20 % (мас.) вторинного пластика експлуатаційні та технологічні характеристики матеріалу практично не відрізняються від властивостей первинного полімеру.

Подрібнення амортизованих виробів з полістирольних пластиків проводиться на роторних дробарках, а отримана крихта внаслідок однорідності по гранулометричному складу не вимагає додаткової грануляції через розплав. Для подальшої

переробки литтям під тиском доцільно використовувати крихту розміром близько 5 мм.

### **3.5.5. Утилізація деталей з реактопластів**

Поряд з термопластами в автомобілебудуванні іноді використовуються і реактопласти, що не плавляться при нагріванні. Їх утилізація описаними вище технологіями не можлива. До них відносяться, зокрема, склопластики, що використовуються, в основному, для тюнингового доведення автомобіля.

Склопластики складаються з термореактивного полімеру і скляного наповнювача у вигляді ниток або текстильної основи. Скляний наповнювач, будучи надзвичайно міцним, для свого руйнування вимагає значних витрат енергії. До того ж його частки мають високу абразивність, що призводить до швидкого зносу ударних елементів подрібнюючого обладнання.

Для подрібнення відходів склопластиків використовуються дезінтегратори спеціальної конструкції, основним ударним органом яких є пальці двох роторів, що обертаються назустріч один одному з високою швидкістю (більше 120 м/с). За час перебування в камері дезінтегратора, яке становить всього 0,25 с, матеріал руйнується з утворенням частинок розміром в декілька мікрон, набуваючи зовсім нові фізико-хімічні властивості. У частинок такого порошку є функціональні групи, що роблять його активним наповнювачем. Крім того, різко зростає їх питома поверхня. Розмір частинок органічної частини порошку, тобто самого реактопласту, становить 3–20 мкм. Вони агрегуються в конгломерати розміром до 100 мкм, що мають сферичну форму. Скляні частки наповнювача витягнуті, ниткоподібні, відношення довжини до діаметру такої частки становить 1,5–2,0.

Склопластикові порошки називають органо-мінеральним наповнювачем. Такий наповнювач виконує роль модифікатора: завдяки наявності функціональних груп на поверхні частинок він бере участь в хімічній взаємодії з полімером. Завдяки цьому прискорюється процес утворення тривимірної структури, а отримані матеріали набувають високі фізико-механічні



властивості. Використання органо-мінеральних наповнювачів як наповнювачів у композиціях на основі реактопластів знижує час затвердіння в 6–10 разів, підвищує теплостійкість до 200 °С.

Використовують органо-мінеральні наповнювачі і для виготовлення лакофарбових покриттів з хорошими декоративними властивостями, підвищеними фізико-механічними характеристиками і більш високою експлуатаційною довговічністю.

Введення органо-мінеральних наповнювачів в клейові композиції на основі епоксидних смол дозволяє підвищити міцність при відриві в 1,5–2 рази під час склеювання титанового сплаву і на 10–15 % під час склеювання сталі. Час затвердіння клейової композиції знижується з 24 до 4 год. Граничний вміст порошку склопластику в клеї не повинно перевищувати 33 %.

Таким чином, основні види полімерів, використовуваних при серійному виготовленні автомобілів, є термопластами. Вони здатні до багаторазовій переробці і є цінною вторинною сировиною, практично не поступається за своїми характеристиками первинним матеріалам.

Для їх ефективного використання необхідний роздільний збір утилізованих деталей і суворий поділ їх за видами пластиків. Для полегшення ідентифікації і роздільного збору полімерів заводи-виробники вказують на деталях вид використаної сировини.

Найбільш раціональним способом поводження з утилізованого пластмасовими деталями автомобілів є їх застосування в подрібненому вигляді в складі полімерних композицій того ж складу для виробництва аналогічних деталей.

### **3.6. Технології утилізації та рециклінгу амортизованих шин та гумо-технічних виробів**

Вироби з гуми виготовляють вулканізацією гумових сумішей на основі каучуків. Склад гумових сумішей різний й залежить від асортименту виробів. В автомобілебудуванні використовуються наступні вироби з гуми: автопокришки, привідні паски, шланги, сальники, манжети, килимки та ін.

Багато гумових виробів мають складну конструкцію й поряд з гумою містять метал, текстиль та інші матеріали.

Найбільш великими за габаритами, великотоннажними й складними за вмістом виробами з гуми є автопокришки. До їх складу входять гума, металевий дріт, полімерні нитки.

Зі зростанням чисельності автотранспорту постійно збільшується і кількість зношених автопокришок. Приріст зношених автопокришок зростає, а утилізується не більше 10 %.

До 50 % автопокришок, що знімаються з автомобілів при утилізації, можуть бути відновлені. Під час відновлення автопокришок замінюють зношені протектори на нові наваркою сирої гумової суміші. Таку технологію можна використовувати тільки для шин з каркасом, що мають необхідну міцність і жорсткість. Під час наварювання залишок зношеного протектора видаляють механічним способом і на каркас накладають сиру гумову суміш. Далі покришка поміщається в прес-форму, що обігривається для формування малюнка протектора і вулканізації гумової суміші. Відновлені автопокришки за всіма характеристиками відповідають технічним вимогам до нових виробів.

Автопокришки і гумо-технічні вироби, демонтовані з утилізованого автомобіля, що не підлягають відновленню, є джерелом цінних вторинних матеріалів.

Особливості хімічної будови еластомерів (полімери з високоеластичними властивостями в широкому температурному діапазоні, наприклад гума і каучук), що мають міцну тривимірну структуру з поперечними зв'язками, а також складність надмолекулярних утворень надають їм унікальні властивості, роблять гуму незамінним матеріалом для сучасного машинобудування та інших галузей економіки.

У той же час саме ці властивості, в деяких випадках є основою значних труднощів, пов'язаних з їх утилізацією після завершення експлуатації.

Способи переробки зношених автопокришок і гумо-технічних виробів можна розділити на фізичні, фізико-хімічні та хімічні (рис.3.29).

**Фізичні способи переробки відходів гуми** включають різні технології їх подрібнення з метою отримання гумової

крихти (борошна). Утворений продукт зберігає всі властивості гуми. Процес подрібнення досить складний, оскільки завдяки високим еластичним властивостям гуми, енергія, що витрачається на її руйнування, витрачається в значній мірі на механічні втрати. Ефективність подрібнення гуми залежить від температури і швидкості додатка навантаження. Якщо процес подрібнення відбувається при температурі нижче температури крихкості полімеру, то його деформації невеликі та руйнування носить крихкий характер і не вимагає великих витрат енергії.

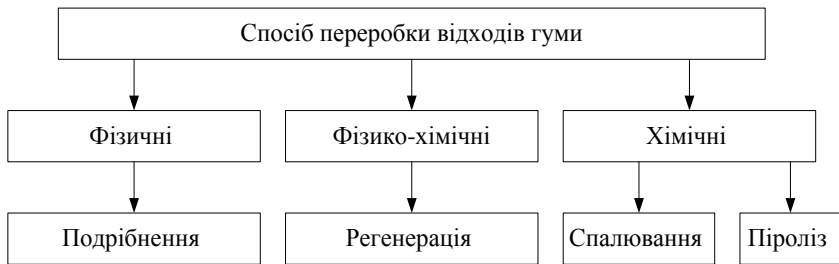


Рис. 3.29. Способи переробки зношених автопокришок і гумо-технічних виробів

**Фізико-хімічні методи переробки відходів**, під якими мається на увазі регенерація, здійснювана різними технологіями, дозволяють зберегти структуру сировини, використаної в процесі виробництва гуми. Під час регенерації руйнується просторова вулканізаційна сітка гуми за рахунок теплового, механічного та хімічного впливу на неї. Одержуваний продукт – регенерат – володіє пластичними властивостями і використовується для виготовлення гумових сумішей з метою часткової заміни каучуку.

**Хімічні способи переробки** призводять до незворотних хімічних змін не тільки гуми, але і речовин, її складових (каучуків, м'ягчителів і т.д.). Вони здійснюються при високій температурі, внаслідок чого відбувається деструкція полімерного матеріалу. До хімічних методів належать спалювання і піроліз.

Незважаючи на те, що хімічні способи переробки відходів гуми дозволяють отримати цінні продукти й теплову енергію, така утилізація є недостатньо ефективною, оскільки вона не дозволяє зберегти вихідні полімерні матеріали.

### **3.6.1. Виготовлення та застосування гумової крихти**

Найбільшого поширення набула технологія подрібнення шин у високоеластичному стані при помірних швидкостях, не дивлячись на значно вищі витрати енергії в порівнянні з криогенною технологією.

За цією технологією перероблення покришок ведеться в наступній послідовності: миття – вирізка бортів – попереднє дроблення – грубе дроблення – дрібне дроблення – видова сепарація – подрібнення до крихти.

На сьогодні розроблені різні види обладнання для подрібнення гумових покришок, що розрізняються за характером і швидкістю навантаження, конструкції робочих органів і т.д. Для цих цілей застосовують абразивні стрічки й кола, гільйотини, борторізки, дискові ножі, преси, вальці, роторні дробарки та інше обладнання.

Традиційним обладнанням, що застосовується для дроблення гумових відходів є вальці. За кордоном частіше застосовують дискові і роторні подрібнювачі. Однак схема, заснована на застосуванні вальців, є більш продуктивною й менш енергоємною.

Останнім часом за кордоном набуло поширення **криогенне подрібнення зношених шин**. У порівнянні з подрібненням за кімнатної температурі воно має такі переваги:

- зменшує енерговитрати;
- виключає пожежо- та вибухонебезпечність;
- дозволяє отримувати дрібнодисперсний порошок гуми з розміром частинок до 0,15 мм;
- зменшує забруднення НС.

Ефективність криогенного подрібнення покришок є наслідком:

- ослаблення зв'язку між металокордом і гумою за низької температури, що призводить до часткового відділенню гуми від металу;

- різкого зниження еластичності гуми, в результаті якого крихке руйнування відбувається за незначних деформацій.

Під час криогенного подрібненч покришки охолоджуються протягом 25 хв в пристроях барабанного типу, витрата рідкого азоту становить 0,25–1,2 кг на 1 кг матеріалу, що подрібнюється. Охолоджена покришка подрібнюється в різного типу дробарках (рис. 3.30).

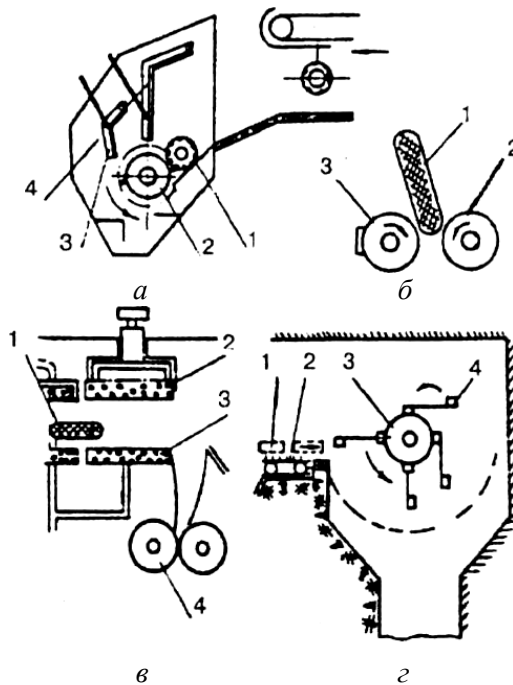


Рис. 3.30. Механізми для криодроблення покришок з металокордом:  
а – ударно-відбивна дробарка: 1 – покришка; 2 – валок;  
3, 4 – відбивні плити; б – валкова дробарка: 1 – покришка; 2, 3 – валки;  
в – ударно-валкова дробарка: 1 – покришка; 2,3 – теплоізовані матриця і пуансон; 4 – валкова дробарка; з – молоткова дробарка:  
1 – покришка; 2 – транспортер; 3 – ротор; 4 – молоток

Отримана в результаті дроблення крихта має розміри від 0,15 до 20 мм.

Вартість рідкого азоту становить 2/3 від усіх витрат на криогенне подрібнення.

Технологічна схема криогенного подрібнення покришок представлена на рис. 3.31.

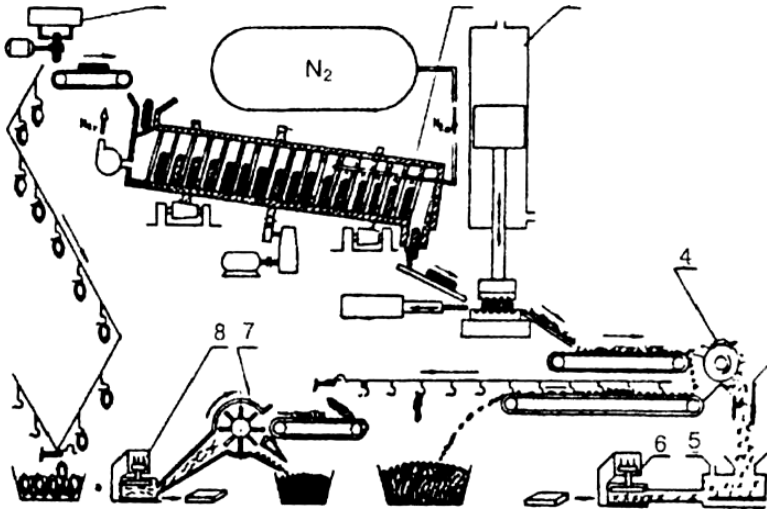


Рис. 3.31. Технологічна схема криогенного дроблення зношених покришок:

- 1 – універсальна борторізка; 2 – охолоджуюча камера; 3 – молот;
- 4 – залізовідділювачі шківних; 5 – обпалювальна піч; 6 – прес пакування металу;
- 7 – роторний подрібнювач;
- 8 – прес пакування текстилю

Під час підготовки покришок до кріоподрібнення вони миються, сортуються і надходять на борторізку 1 для видалення бортових кілець. Далі покришка надходить в охолоджувальну камеру барабанного типу 2, куди подається рідкий азот.

Покришки охолоджуються в камері до мінус 120 °С (температура склування практично будь-яких гум вище мінус 70 °С). Наявний запас охолодження покришки необхідний для компенсації теплопритоків до неї під час переміщення з

охолоджувальної камери 2 до молота 3, а також для компенсації тепловиділень при ударі, що відбуваються внаслідок перетворення кінетичної енергії молота в теплову. Молот має спрофільовані пуансон і матрицю, на якій відбувається розбивання тендітної покришки. Подрібнена покришка транспортером подається на шківний залізвідділювач 4, за допомогою якого відбувається відділення гуми та текстилю від металу. Гумова крихта надходить в бункер.

Металокорд надходить в випалювальну піч 5 для випалювання залишків гуми на дроті і далі в пакетувальний прес 6. Шматки гуми, що містять текстильний корд, додатково подрібнюються в роторному подрібнювачі 7. Подрібнений продукт поділяється на гумову крихту і волокно, що потім подається на пакетування прес 8.

У результаті руйнування гума, що міститься в покришці, перетворюється в крихту, причому 57 % крихти має розміри від 1,25 до 20 мм і 24 % – від 0,14 до 1,25 мм. Це дозволяє істотно скоротити витрати на додаткове подрібнення гумової крихти, якщо воно необхідне за умовами її подальшого використання.

Питомі витрати енергії на руйнування покришки в охрупченному вигляді в 1,8 рази менше, ніж в еластичному.

Для різання й подрібнення амортизованих шин з металокордом доцільно застосування **шредерів** – двохроторних машин з дисковими ножами, що мають велику потужність.

Подрібнена гума у вигляді крихти широко застосовується в різних областях, і перш за все, як повноцінного додатку до свіжих гумових сумішей.

Тонкодисперсна гумова крихта в максимальному ступені зберігає еластичні й властивості міцності вихідного матеріалу. Композиції, що містять подрібнену гуму, є дисперсію типу «полімер в полімері» з чітко вираженою межею поділу.

Дисперсність гумової крихти дуже впливає на властивості гумових виробів, а також на можливий вміст її в складі суміші. Зі зменшенням розмірів крихти можливе збільшення її вмісту в гумових виробках. При цьому властивості міцності матеріалу не тільки не знижуються, але зростають в порівнянні з гумою, що містить в такій же кількості активні мінеральні наповнювачі. Це

стає можливим при використанні гумової крихти з розміром частинок в кілька мікрон, що досягається при новітніх способах подрібнення, наприклад, за допомогою абразивно-дискового подрібнювача, в якому гумова крихта подрібнюється в зазорі між двома обертовими в різні боки абразивним кругами.

Під час використання гумової крихти в складі гум необхідно враховувати, що її властивості в процесі зберігання погіршуються, тому що відбувається її старіння внаслідок інтенсивного окиснення на високорозвиненій поверхні, що утворюється в процесі подрібнення.

Доцільно використання гумової крихти в складі асфальтобетонних дорожніх покриттів. Завдяки підвищеним фрикційним властивостям і кращому опору зносу такі покриття можуть бути ефективними на гірських дорогах, на площах і вулицях з інтенсивними транспортними потоками, на злітно-посадочних смугах аеродромів, на мостах і в тунелях.

Високі еластичні й фрикційні властивості, що забезпечуються дорожньому покриттю гумовою фракцією, роблять цей матеріал корисним для створення доріг в регіонах з великими температурними перепадами, під час будівництва трамвайних шляхів (віброзахисні властивості), бігових доріжок стадіонів.

При виготовленні асфальтобетонних покриттів використовується гумова крихта розміром до 25 мм без видалення частинок металлокорда і волокна. Композиція виготовляється в бетономішалках (бетонні суміші) або обігрівається у змішувачах (асфальтові суміші). Для укладання покриття використовуються звичайні дорожньо-будівельні машини.

### **3.6.2. Виробництво регенерату**

Іншим напрямом утилізації гумовмісних відходів, зокрема зношених шин, є отримання регенерату – пластичного матеріалу, здатного вулканізуватись при додаванні в нього вулканізуючих агентів і частково замінити каучук в складі гумових сумішей.



Існують різні способи отримання регенерату, що відрізняються характером і інтенсивністю впливу на гуму, а також природою і кількістю речовин, що беруть участь в хімічних процесах. При регенерації гуми відбуваються складні фізико-хімічні процеси, в результаті яких вона перетворюється в пластичний продукт – регенерат.

Під час отримання регенерату застосовують пом'якшувачі, активатори, модифікатори, емульгатори та інші речовини.

Як пом'якшувачі використовуються продукти переробки нафти, вугілля, сланців і іншого виробництва. Вміст пом'якшувачів залежить від способу отримання регенерату.

Активатори дозволяють скоротити тривалість і знизити температуру процесу, поліпшити властивості кінцевого продукту. У якості активаторів найбільше застосування знайшли сірковмісні органічні сполуки.

Модифікатори дозволяють надати регенерату та гумі на його основі деякі спеціальні властивості – міцність, оливо- та бензостійкість, блиск і ін. Для модифікації регенерату використовуються як мономері (малеїновий ангідрид, малеїнова і олеїнова кислоти та ін.), так і полімери (полістирол, поліметилметакрилат, полівінілхлорид і ін.).

Емульгатори використовуються в технологічних цілях – для стабілізації дисперсій подрібнених гумових відходів.

Початкова стадія отримання регенерату будь-яким з існуючих способів – подрібнення гумових відходів. Розмір частинок, що необхідно отримати під час подрібнення, визначається способом подальшої регенерації, а також властивостями гуми, що піддають регенерації, і вимогами до регенерату. Чим менше розміри частинок гуми, тим швидше і рівномірно вони набухають у пом'якшувачі, внаслідок чого підвищується продуктивність обладнання та поліпшується якість регенерату. Однак зменшення розмірів гумової крихти пов'язано зі збільшенням витрат на її отримання, тому розміри частинок завжди більше 0,5 мм.

Найбільш перспективний термомеханічний спосіб отримання регенерату внаслідок безперервності процесу, повної його механізації та автоматизації, а також нетривалості циклу.

При цьому способі не утворюються стічні води, що також має велике значення для зменшення вартості продукту.

Під час отримання регенерату термомеханічним способом (рис. 3.32) використовується крихта розміром не більше 0,8 мм при вмісті текстильних волокон не більше 5 % за масою.

За цією технологією автопокришка за допомогою конвеєра 1 подається в мийну машину 2 і далі в борторізку 3.

Потім за допомогою конвеєрів 4 і 6 шматки покришки послідовно потрапляють в дробарки 5 і 7. Подрібнений продукт просівається в гуркоті 8. Отримана крихта заданого розміру разом з металлокордом проходить через магнітний сепаратор 9, де відділяється від металокорду. Метал брикетується та передається на переплавку в металургійне виробництво. Гумова крихта після магнітного сепаратора накопичується в бункері 11.

Підготовлений до регенерації матеріал разом з іншими компонентами подається в черв'ячний змішувач 12, що охолоджується водою. Під впливом механічних впливів і температури в змішувачі в тонкому зазорі між шнеком і корпусом відбуваються набухання і часткова девулканизація гуми через тепло, що виділяється при деформації гуми, і впливу кисню, пом'якшувача та інших добавок.

Середня тривалість перебування гуми в змішувачі не перевищує 7 хв, осьове зусилля, що розвивається шнеком, становить 1000 кН. Температура продукту, що виходить з головки змішувача, не повинна перевищувати 190 °С, для чого його корпус охолоджується водою. При подальшому проходженні через черв'ячний девулканизатор 14 відбувається остаточне руйнування гуми, продукт охолоджується до 70–80 °С і в такому вигляді надходить на рафінуючі вальці 16 і закаточну машину 17, де йому надається товарний вигляд (плівка, згорнута в рулон на зразок руберойду). При цьому на вальцях відбувається гомогенізація регенерату і очищення від сторонніх включень і частинок гуми, що недостатньо зазнали деструкції.

У гумо-технічній промисловості регенерат застосовують у складі гумових сумішей для часткової заміни каучуку під час виготовлення рукавних виробів, прокладок, пасків, взуття та іншої продукції. На основі регенерату отримують гумові клеї з високим опором старінню й адгезію до різних матеріалів.

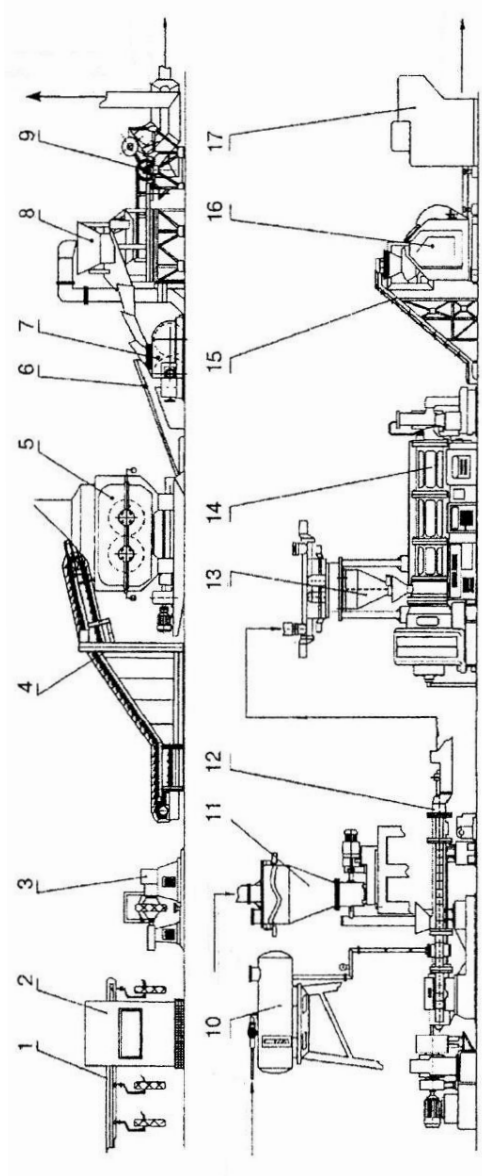


Рис. 3.32. Схема виробництва регенерату термохімічним способом:

- 1 – дробарка ножова; 2 – машина для миття; 3 – борторізка; 4 – конвеєр завантажувальний;
- 5 – дробарка двовалкова; 6 – конвеєр міжопераційний; 7 – дробарка двовалкова; 8 – грохог інерційний;
- 9 – магнітний сепаратор; 10 – ємкість з пом’якшувачем; 11 – бункер; 12 – змішувач; 13 – бункер-дозатор; 14 – вулканізатор; 15 – конвеєр шнековий; 16 – вальця; 17 – машина для заочучування

### 3.6.3. Хімічні способи утилізації гумових відходів

Під час застосування хімічних способів, до яких відносяться піроліз і спалювання, відбувається руйнування не тільки гуми, а й сировини, використаної під час її виробництва, тобто каучуків і інших інгредієнтів.

У результаті піролізу утворюються речовини, близькі за складом до продуктів крекінгу нафти що є цінною хімічною та енергетичною сировиною.

Залежно від конструкції технологічного обладнання піролізу можуть піддаватися як подрібнені гумові відходи, так і цілі автопокришки. Піроліз відбувається за відсутності або при обмеженому доступі кисню за температури 500–1000 °С. Від температури залежить склад продуктів, що утворюються під час піролізу. У процесі піролізу виділяється значна кількість теплоти, так що її підведення ззовні до реактору необхідно тільки на початковій стадії процесу. Схема піролітичної установки приведена на рис. 3.33.

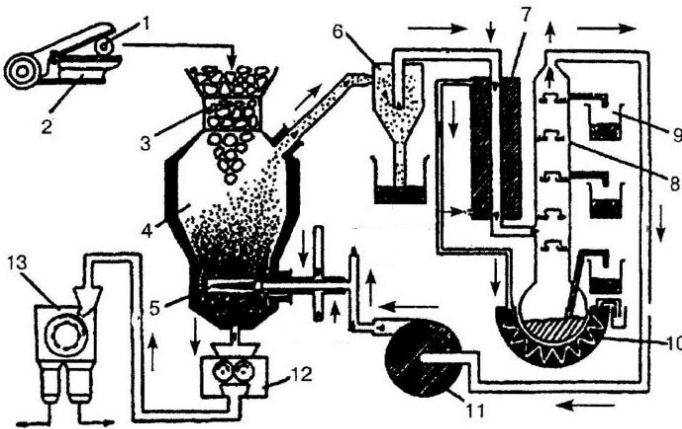


Рис. 3.33. Схема установки утилізації автопокришок способом піролізу:

- 1 – шина; 2 – гільйотина; 3 – завантажувальний пристрій;  
4 – реактор; 5 – топка; 6 – циклон; 7 – холодильник; 8 – дистиляційна колона; 9 – конденсатосбірник; 10 – теплообмінник; 11 – компресор;  
12 – дробарка коксу; 13 – магнітний сепаратор

Зношені покришки 1 після мийки надходять в гільйотину 2, де розрізаються на шматки розміром 100–400 мм і в такому вигляді подаються в бункер, а звідти – в завантажувальний пристрій 3, яким забезпечений реактор 4. Завантажувальний пристрій являє собою шлюзову камеру з двома затворами, що запобігають потраплянню в реактор надлишкової кількості повітря. Завантаження шматків покришок в реактор проводиться циклічно. Реактор забезпечений топкою 5, де для початку процесу спалюється природний газ, а потім, після стабілізації процесу піролізу, в неї подається утворений піролізний газ. У нижній частині реактора є розвантажувальний пристрій для відвантаження металлокорда й утворення коксу.

Дисперсні продукти піролізу (сажа) виносяться з реактора потоком утвореного піролізного газу в циклон 6, де газ відокремлюється від твердих частинок сажі. З циклону газоподібна фракція потрапляє в холодильник 7, в якому охолоджується проточною водою. Утворена газоконденсатна суміш стікає в дистиляційну колону 8, де розділяється на фракції з різною температурою кипіння, що збираються в конденсатозбірники 9. Нижня частина дистиляційної колони обігрівается гарячою водою, що надходить з холодильника в теплообмінник 10. Частина піролізного газу, що виходить з дистиляційної колони, за допомогою компресора 11 надходить на спалювання в реактор. Надмірна піролізний газ подається зовнішнім споживачам.

Тверда фаза у вигляді суміші коксу і металокорду після вивантаження з реактора подається в валкову дробарку 12 і розділяється магнітним сепаратором 13. Металокорд брикетується і поставляється зовнішньому споживачеві для подальшого переплаву. Подрібнений кокс гранулюється з метою отримання активного вугілля.

Газоподібні продукти піролізу містять 48–52 % водню, 25–27 % метану і мають високу теплоту згорання (34–44 МДж / кг). Вони використовуються як джерело енергії. Тверді продукти піролізу (так званий шинний кокс) використовують під час очищення стічних вод від іонів важких металів, фенолу, нафтопродуктів. Технічний вуглець (сажа), одержуваний під час піролізу, використовується як активний наповнювач у

виробництві гумових сумішей і пластмас, в лакофарбовій промисловості. Рідка фракція продуктів піролізу гумових відходів також є високоякісним паливом, але може використовуватися і в складі гумової суміші, виконуючи роль пластифікатора.

Існуючі промислові установки для утилізації шин способом піролізу мають високу продуктивність (30–50 тис. т відходів на рік).

Під час спалювання автопокришок відбувається повне руйнування вихідних продуктів з виділенням значної кількості теплової енергії, тому що гумові відходи є висококалорійним продуктом. За енергетичним потенціалом автопокришка прирівнюється до високоякісного вугілля: її теплотворна здатність становить 30 МДж/кг.

В Японії з метою отримання теплової енергії спалюють 200 тис. т шин щорічно.

У Великобританії для спалювання покришок використовується вертикальна циклонна піч з внутрішнім діаметром 1,8 м, що відрізняється безперервною подачею шин в нерухому топку, високою температурою спалювання 1900–2100 °С, а також грануляцією рідкого залишку. Продуктивність такої печі не менше 1 т/год, час перебування шини в печі – 2–5 хв, номінальна паропроductивність котла-утилізатора – 13,6 тис. т/рік.

Автопокришки використовуються як альтернативне паливо в цементних печах. Розроблено автоматизовані системи завантаження в піч зношених покришок без подрібнення. Процес здійснюється за допомогою роликового конвеєра із застосуванням вагового дозатора, що визначає масу кожної покришки, що необхідно для правильного дозування повітря й основного палива, що здійснюється автоматично за допомогою ЕОМ. Використання автопокришок в кількості до 25 % від маси основного палива дозволяє організувати процес горіння практично без виділення чадного газу і забезпечити повне згорання шин. Металокорд що міститься в покришках оплавляється, окиснюється і переходить у вигляді оксидів в клінкер (напівфабрикат цементу), що покращує властивості кінцевого продукту.

Таким чином, існуючі способи відновлення і вулканізації зношених автопокришок і гумо-технічних виробів надають переробникам широкий спектр можливостей як для отримання високоякісних відновлених виробів, так і для виробництва цінних вторинних матеріальних і енергетичних ресурсів, що користуються попитом на ринку.

### **3.7. Технології утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів**

На сьогодні світовий обсяг виробництва мастильних матеріалів складає:

- оливи – біля 38,5 млн т/рік;
- мастила – понад 1,0 млн т/рік;
- мастильно-охолоджуючі технологічні засоби (МОТЗ) – біля 1,5 млн т/рік.

Незначна частина мастильних матеріалів (10–20 %), що ви користовується під час експлуатації техніки, безповоротно втрачається на чад, випаровування, віднесення, протоки та витоки. Основна їх частина (80–90 %) в умовах експлуатації зазнає істотних змін складу та властивостей: від простого забруднення зовнішніми домішками й внутрішніми продуктами зносу до глибоких хімічних перетворень.

Утилізація відпрацьованих олив є важливим науково-практичним завданням, тому що вони є техногенними відходами, що вкрай негативно впливають на усі об'єкти навколишнього середовища – атмосферу, ґрунти і води. Тільки забруднення вод відпрацьованими нафтовими оливами становить 20 % від загального техногенного забруднення, або 60 % від забруднення нафтопродуктами.

Захоронення й знищення відпрацьованих олив (в основному через спалювання) породжують часом ще більш складні екологічні проблеми ніж самі відпрацьовані оливи, та являють собою істотну загрозу для біосфери. Екологічно безпечна утилізація відпрацьованих олив передбачає їх використання для одержання товарних продуктів всіякого призначення: пластичних мастил, МОТЗ, консерваційних мастильних матеріалів тощо. Основне місце у вирішенні проб-

леми займають відпрацьовані нафтові оливи, ресурси яких оцінюють приблизно у 50 % від споживання свіжих продуктів, при ньому відпрацьовані нафтові оливи становлять ~ 30 % усіх нафтових відходів. Одночасно і з цим розвивається й техніка очищення та регенерації відпрацьованих синтетичних і рослинних олив. Утилізація відпрацьованих пластичних мастил ускладнена через низку факторів і поки ще реалізована тільки на залізничному транспорті для натрієвих і натрієво-кальцієвих мастил.

Окрім зменшення кількості шкідливих викидів у довкілля, регенерація і повторне використання олив дозволить отримувати додатковий прибуток. За умов правильної організації процесу вартість відновлених олив буде на 40–70 % нижче за вартість свіжих олив при практично однаковій їх якості. В індустріально розвинених країнах частка регенованих олив від загального обсягу їх виробництва складає близько 30 %.

Найважливішою проблемою є збір відпрацьованих олив. Зібрані відпрацьовані оливи підрозділяють на групи: відпрацьовані моторні оливи, відпрацьовані індустріальні оливи і суміші відпрацьованих нафтопродуктів (СВН). Відпрацьовані моторні та індустріальні оливи використовують як сировину для регенерації та очищення, СВН переробляють на НПЗ у суміші із сировою нафтою. Можливість збору моторних й індустріальних олив становить до 20–40 %, трансформаторних – 80–90 % від обсягу відпрацьованих продуктів. Світовий збір СВН становить ~ 15 млн т/рік, при цьому переважна їх кількість (70–90 %) спалюється як компонент палив. Дотепер у більшості країн відсутній централізований збір СВН. У Європі збір СВН найбільш високий: ~56–58 % (до 1,6 млн т/рік), і використання їх як палива – 60 % відн.

Для утилізації СВН застосовують різноманітні методи (рис. 3.34, 3.35).

На сьогодні СВН піддають:

1) вторинній переробці у вигляді сумішей, в основному нафтових олив, іноді з незначними домішками синтетичних олив і МОТЗ з одержанням базових компонентів;



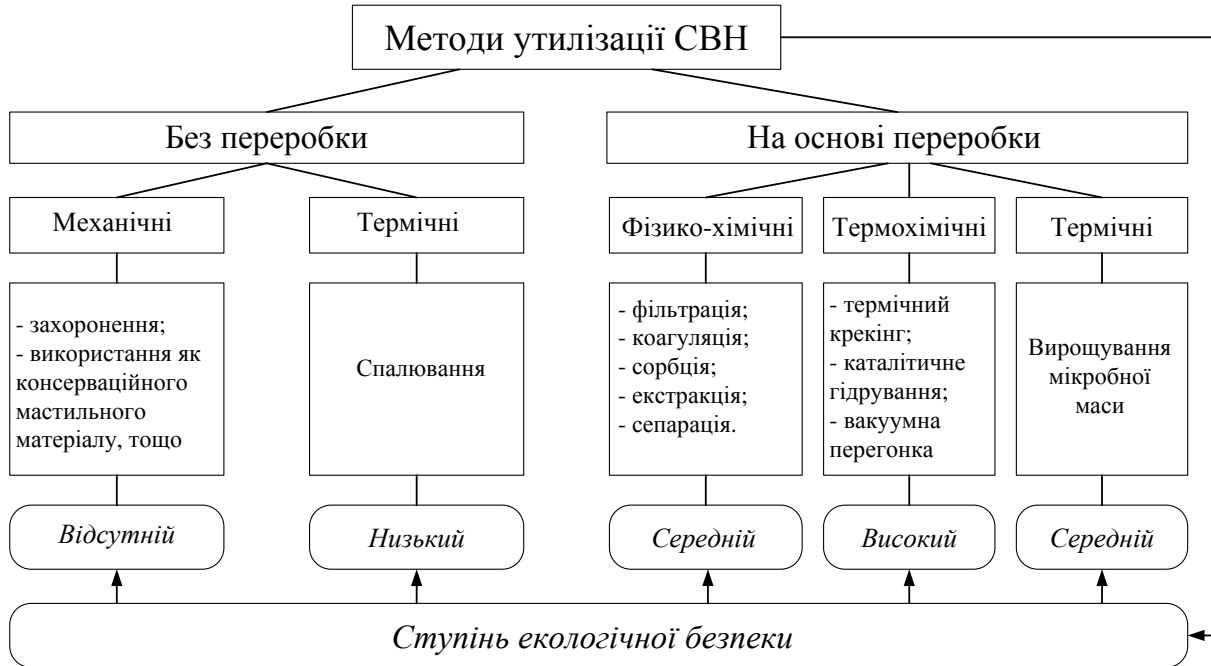


Рис. 3.34. Узагальнена структура методів утилізації СВН

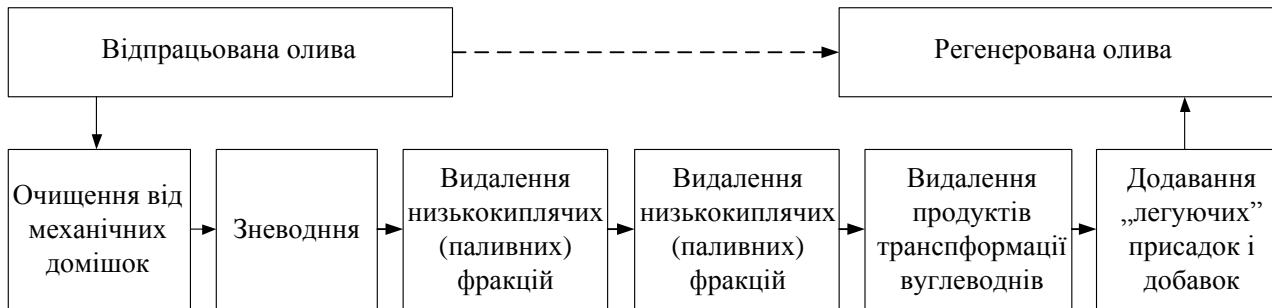


Рис. 3.35. Стадії процесу регенерації олив

2) роздільній регенерації за марками з одержанням олив відповідного призначення. У цьому випадку здійснюють видалення продуктів старіння й забруднень без руйнування й відділення присадок, що бракує, кількість яких додають на заключній стадії готування товарних олив;

3) переробленні сумішей відпрацьованих олив або очищенню окремих відпрацьованих продуктів з метою одержання пічного палива;

4) використанню як низькоякісного палива або компонентів інших нафтових палив.

Серед сучасних способів відновлення якості та регенерації відпрацьованих мастильних матеріалів (ММ) переважають фізичні методи – відстій, центрифугування, фільтрація, вакуумне сушіння. Можливе використання й більш складних фізико-хімічних методів (у випадку сильно забруднених або глибоко окиснених олив) (додаток 6).

**Вторинне перероблення.** У найбільших обсягах здійснюється перероблення СВН, що збирають централізовано на промислових підприємствах. Основними труднощами тут є організація збору сировини. У світі загальна частка базових олив, одержуваних вторинною переробкою СВН, не перевищує 5 % від споживання свіжих.

Значну частину СВН становлять моторні оливи, що містять в основному парафінові, нафтові й ароматичні вуглеводні, присадки, продукти старіння й метали.

На сьогодні основна маса зібраних відпрацьованих ММ спалюється або зливається на ґрунт. Лише невелика частина піддається переробці, в основному для рециклінгу в виробництво свіжих продуктів.

Серед різноманітних промислових процесів вторинної переробки переважають наступні методи очищення: адсорбційне, екстракційне, гідроочищення, тонкоплівкове випаровування, ультрафільтрація.

Найважливіше місце за обсягом сировини, що переробляється займають **процеси із застосуванням сірчаної кислоти**, серед яких до недавнього часу основними були:

- кислотно-контактне очищення;

- кислотно-контактне очищення, поєднане з атмосферновакуумною
- перегонкою;
- процес Французького інституту нафти (IFP);
- процеси зі стадією термічної обробки сировини;
- процес фірми Meinken (Німеччина).

Намітилася тенденція до зростання значення технологій з використанням *термічного крекінгу*, що є більш гнучким по відношенню до переробки різноманітної вуглеводневої сировини.

Для *екстракційного очищення* в основному використовують пропан, головним недоліком якого є низька температура кипіння, що вимагає високого робочого тиску і спеціального обладнання (насоси, змішувачі). Пропан досить небезпечний під час роботи та зберігання; при цьому виробничі втрати, особливо в жаркому кліматі, є досить високими.

Процеси, що займали раніше друге місце за обсягом промислового застосування з використанням *адсорбційного очищення* (контактним або перколяційні методом) як основної стадії, відходять на другий план через утворення великої кількості відпрацьованих сорбентів. Недоліки таких процесів полягають у відсутності контролю в'язкості і меж кипіння одержуваного продукту і значних втратах олив з сорбентом. Певні труднощі виникають і з огляду на необхідність утилізації великої кількості відпрацьованого сорбенту.

*Гідрогенізаційні процеси* набувають все більшого поширення в галузі вторинної переробки відпрацьованих ММ і в теперішній час стають звичайною стадією потокової схеми. Це пов'язано як з широкими можливостями отримання високоякісних олив, збільшенням їх виходу, так і з більшою екологічною чистотою процесу в порівнянні з усіма вищенаведеними. Гідроочищення поєднують зазвичай з вакуумною перегонкою.

У низці випадків гідрогенізаційні процеси застосовують для доочищення цільових продуктів переробки. Гідроочищення поєднують також з екстракцією пропаном.

Вельми перспективним процесом вторинної переробки моторних олив вважається *тонкоплієкове випаровування*

**(ТПВ).** Сировину, після видалення води й легких паливних фракцій випаровують в тонкоплівковому випарнику за умов глибокого вакууму (0,133–0,266 кПа), за температури 350 °С. частина, що не випарувалася, містить тверді забруднення, смолисті речовини, метали і видаляється з низу випарника (може бути використана у виробництві асфальту). Оливні фракції обробляють фуллеровою землею або піддають гідроочищенню. Найважливішим недоліком процесу ТПВ є необхідність підтримування вакууму та високої температури, що вимагає використання спеціального теплоносія. Оберткові елементи випарника часто виходять з ладу і їх необхідно часто міняти.

**Перероблення СВН і використання їх як палива** одержали найбільшого поширення. За енергетичними характеристиками відпрацьовані оливи близькі до нафтових палив. Нижче наведені значення теплоти згорання (нижчої) низки продуктів, МДж/кг:

- мазути флотські й топкові – 40–42;
- відпрацьовані нафтові оливи (моторні) – 45;
- відпрацьовані синтетичні оливи на основі складних ефірів – 39;
- те ж, на основі поліалкеленгліколя – 23–26.

Використання відпрацьованих нафтових олив як палива можливе за кількома напрямками:

- у вигляді низькоякісного палива;
- в суміші з іншими нафтовими паливами;
- перероблення з отриманням високоякісного палива.

Під час спалювання відпрацьованих ММ, або їх сумішей зі свіжими, неминуче виникають проблеми забруднення навколишнього середовища. Значне забруднення атмосфери відбувається під час спалювання відпрацьованих ММ з метою їх знищення, а також під час утилізації як котельно-пічного палива, що призводить до викидів SO<sub>2</sub>, органічних сполук хлору і важких металів. Усе це вимагає вирішення питань охорони навколишнього середовища.

Значна кількість відпрацьованих ММ та інших вуглеводневих відходів спалюються як низькоякісне паливо. Такий шлях передбачає або використання відпрацьованих ММ

як таких, або їх очищення із застосуванням деяких фізичних процесів – відстоювання, фільтрації та центрифугування.

Легкі паливні фракції, що відганяються, отримані також під час вторинної переробки, можуть містити домішки, екологічно небезпечні та спричиняючі корозію обладнання речовини. Тому в низці випадків такі продукти воліють знищувати, а не використовувати як технологічне паливо.

Фізичні методи, що використовуються для попереднього очищення відпрацьованих ММ, непридатні для отримання екологічно безпечних палив, особливо у питанні подальших викидів твердих частинок, галогенів і металів типу свинцю та міді (присутність твердих частинок в оливах є наслідком зносу змащованого обладнання). Наслідком використання більш ефективних методів для видалення цих потенційних забруднювачів навколишнього середовища є більш висока вартість підготовки олив, що робить такі продукти неконкурентоспроможними в порівнянні з кондиційними. Однак проблема утилізації відпрацьованих ММ повинна вирішуватися, а їх використання як джерела енергії є досить перспективним за дотримання природоохоронного законодавства. Необхідно тільки мати на увазі, що використання такого палива для опалення житлових приміщень є небажаним. Для промислових цілей (наприклад, спалювання в цементних печах) можливо змішування з іншими видами палив.

Відпрацьовані ММ застосовуються не за прямим призначенням, якщо вони не піддаються регенерації й переробці. Відпрацьовані ММ можуть використовуватися для змащення грубих вузлів тертя, наприклад залізобетонних прес-форм; як реагенти під час флотаційної обробки руди на збагачувальних фабриках; для запобігання змерзання й прилипання сипучих вантажів до стінок вагонів за низьких температур. Недолік такого використання відпрацьованих ММ – можливість забруднення навколишнього середовища екологічно небезпечними продуктами. Очищені відпрацьовані ММ або базові оливи вторинної переробки можуть застосовуватися у виробництві пластичних мастил як компонент дисперсійного середовища.

**Очищення й регенерація синтетичних олів** у зв'язку з їх високою вартістю має особливо важливе значення. Крім того, низка синтетичних олів (поліхлордифеніли, складні ефіри фосфорної кислоти) становлять значну небезпеку для людини й навколишнього середовища. Частина відпрацьованих синтетичних олів неминуче попадає в СВН під час збору для вторинної переробки й може негативно впливати на ефективність використовуваних процесів. Оскільки напівсинтетичні (частково синтетичні) і синтетичні базові оливи не розкладаються в процесі експлуатації мастильного матеріалу, в процесах вторинної переробки доцільно їх виділення як цінних сировинних компонентів.

Способи регенерації відпрацьованих синтетичних олів вибирають залежно від їх хімічного складу, і, як правило, вони аналогічні тим, що використовуються під час регенерації нафтових олів: фільтрація, вакуумна перегонка, сірчано-кислотне, селективне, гідроочищення та ін..

Найбільш доцільним і вигідним способом утилізації відпрацьованих синтетичних олів є регенерація, оскільки змішування олів різного походження в більшості випадків недоцільно. Хімічний склад кондиційних і відпрацьованих синтетичних олів істотно впливає і на методи їх регенерації. За кордоном основним процесом як для нафтових, так і для синтетичних олів досі залишається сірчано-кислотне очищення. Слід зазначити, що зростання обсягів регенерації олів на базі синтетичних складних ефірів призводить до істотного збільшення кількості кислого гудрону, оскільки сірчана кислота в значній мірі розкладає ці сполуки.

З огляду на викладені проблеми подальшого розвитку вторинної переробки відпрацьованих моторних олів, висуваються наступні вимоги до технології:

- кількісне збереження і виділення високоякісних напівсинтетичних і синтетичних базових компонентів;
- збереження високого рівня низькотемпературних властивостей;
- кількісне видалення або розкладання ПА;
- повна відсутність токсичності кінцевого продукту.

Різноманітні процеси металообробки передбачають використання різноманітних асортиментів рідких МОТЗ (понад 100 найменувань), їх частка від загального обсягу споживання мастильних матеріалів порівняно невелика (3–8 %). Останнім часом збільшується обсяг використання водних МОТЗ. Водозмішувані концентрати мастильного матеріалу перед використанням розводять водою – вміст концентрату у кінцевому продукті становить у середньому 3 %. Це істотно збільшує реальну частку водних МОТЗ серед інших мастильних матеріалів – до 50 % відн., що може сприяти забрудненню навколишнього середовища.

Для очищення й регенерації МОТЗ використовують складні схеми із застосуванням гравітаційних баків-відстійників, магнітних сепараторів і коагуляторів, гідроциклонів, різних конструкцій фільтрів, флотаторів і піновідділювачів, коагулянтів і реагентів для осадження домішок із наступним введенням необхідних домішок.

*До екологічно безпечних мастильних матеріалів* на тепер відносять складні ефіри на базі синтетичної або рослинної сировини, рафіновані рослинні оливи й продукти їх переестерифікації. Під час знешкодження таких СВН потрібно дотримуватися певних правил: спалювати відпрацьовані рослинні оливи на спеціальних заводах по знищенню відходів, скидання в каналізацію або у відкриті водойми здійснювати за розведення відповідно 1:2000 й 1:20000. Технологія вторинної переробки СВН може включати вакуумну перегонку відпрацьованих олив (дозволяє одержувати оливу попереднього рівня якості – базову або сировину для виробництва технічних продуктів), лужну нейтралізацію, промивання нейтралізованої оливи водою й адсорбційним очищенням. Необхідний окремий збір біорозщеплювальних рідин, щоб зберегти високий рівень їх експлуатаційних властивостей.

Відпрацьовані ріпакову та інші рослинні оливи можна використати як паливо, у тому числі у суміші з відпрацьованими нафтовими оливами. Можлива конверсія (переестерифікація) у складні метилові естери, що використовуються як дизельне паливо («біодизель»).



## Питання для самоконтролю

1. *Перелічіть основні технологічні операції, що включає в себе процес утилізації автомобілів.*
2. *Наведіть основні етапи процесу утилізації транспортних засобів у провідних країнах світу.*
3. *Охарактеризуйте внесок автомобільного транспорту у загальний обсяг викидів відпрацьованих газів.*
4. *Які вам відомі методи управління природоохоронною діяльністю на автотранспорті?*
5. *Охарактеризуйте основні напрями негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище.*
6. *Які вимоги до викидів двигунів внутрішнього згорання встановлюють стандарти «EURO»?*
7. *Опишіть типовий процес розбирання автомобілів у процесі їх утилізації.*
8. *Які технології застосовують для очищення агрегатів і деталей автомобілів у процесі їх утилізації?*
9. *Які ви знаєте технології виявлення пошкоджень деталей автомобілів, що вийшли з експлуатації?*
10. *Опишіть процес пресування металобрухту та пристрої, що використовуються для цього.*
11. *Опишіть процес дроблення металобрухту та пристрої, що використовуються для цього.*
12. *Які ви знаєте способи видової сепарації відходів металів?*
13. *Які ви знаєте способи поводження з відходами пластикових виробів транспортних засобів?*
14. *Які вам відомі способи утилізації відходів ПВХ матеріалів?*
15. *Які вам відомі способи утилізації відходів ППУ матеріалів?*
16. *Які вам відомі способи переробки деталей з реактопластів?*
17. *Які технології застосовують для утилізації та рециклінгу амортизованих шин і гумо-технічних виробів?*
18. *Що таке регенерат? Які є способи його отримання та використання?*
19. *Охарактеризуйте відомі вам хімічні способи переробки зношених шин, зокрема піроліз.*
20. *Які вам відомі технології переробки та регенерації відпрацьованих мастильних матеріалів?*

## РОЗДІЛ 4

### УТИЛІЗАЦІЯ ТА РЕЦИКЛІНГ АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Сьогодні світова та національна економіка стикається з актуальною проблемою переробки відходів транспортної галузі. Одним з можливих варіантів вирішення цієї проблеми є впровадження державних рециклінгових програм – авторециклінгу та авіарециклінгу.

#### 4.1. Світовий досвід утилізації літаків. Авіарециклінг

В останні роки опубліковано низку наукових праць, що вивчають ефективність рециклінгових програм, а також етичний, економічний, технічний та технологічний аспекти цього питання. Розробками у сфері планування загальнодержавних рециклінгових програм займався Дж. Вінстон Портер. Німецький хімік М. Браунгардт та американський учений-економіст Дж. МакДонах розробили економічні концепції ефективності впровадження рециклінгу та утилізації у виробництво з позицій реверсивної логістики та управління ЖЦ продукції.

Починаючи з 80-х рр. ХХ-го століття проблема поводження з авіаційними ТЗ набуває все більшої актуальності у зв'язку з накопиченням великої кількості списаної АТ, зберігання якої пов'язане з додатковими витратами на консервацію та оренду площ. Із закінченням терміну зберігання потенційно небезпечних видів АТ різко зростає ризик виникнення надзвичайних ситуацій, що ускладнює процес подальшого правильного поводження з ними.

Повітряний транспорт є невід'ємною складовою частиною світової економіки. В умовах розвитку міжнародного розподілу праці й зростання міжнародних економічних і культурних зв'язків значення транспорту для світового господарства стає все більш важливим фактором. Система повітряного транспорту охоплює понад 1300 авіатранспортних компаній і понад 40 тис.

цивільних аеропортів. У системі міжнародних повітряних сполучень беруть участь практично всі держави світу. Експерти зазначають, що «світовий повітряний транспорт належить до найбільш динамічних галузей світового господарства, середньорічні темпи приросту якого, як правило, у два рази перевищують аналогічні показники в інших сферах економіки».

Основними економічними продуктами авіаційної промисловості є повітряні судна (ПС) – літаки, гелікоптери, авіаційні двигуни, прилади і обладнання для авіації, а основними виробничими процесами – є проектування, конструювання, створення пакетів технічної документації, дослідне збирання, випробування, серійне виробництво, ремонт, утилізація та рециклінг.

Для забезпечення економічної незалежності держави необхідним є комплексне вирішення науково-методичних, економічних, технічних, технологічних, організаційно-управлінських і соціальних завдань ефективного використання транспортної техніки (ТТ) на усіх етапах життєвого циклу.

Одне з таких завдань – ефективна утилізація ТТ, що потребує розроблення й реалізації системного підходу до створення, розвитку та постійного вдосконалення виробничо-технічного потенціалу утилізації ТТ.

На даному етапі розвитку економічної системи України склалась ситуація, коли ТТ досягла значного фізичного зношення, а виробничо-технічний потенціал з її утилізації недостатньо розвинутий. У той же час існує потреба у забезпеченні авіаційних, машинобудівних, автомобілебудівних підприємств чорними та кольоровими металами, значну частину яких можна отримати від утилізації ТТ.

Одним із ефективних напрямів залучення позабюджетних коштів, наприклад, на підтримку галузей авіабудування, військово-повітряних сил України та цивільної авіації (ЦА) є використання фінансових ресурсів, отриманих через комплексну утилізацію ПС, що належать цим відомствам.

Аналіз фактичного стану справ свідчить, що утилізація АТ дозволить отримати додаткові матеріальні й фінансові ресурси, необхідні для подальшого поступального розвитку авіабудування та розв'язати низку соціально-економічних

і виробничих завдан, пов'язаних із активізацією виробничої діяльності авіаремонтних підприємств, розширенням кількості робочих місць та створенням цехів і дільниць цілеспрямованої переробки вузлів і агрегатів утилізованої техніки за відповідною номенклатурою споживання.

Як вже згадувалося нами раніше, важливим завданням «реверсивної логістики» є управління відходами та правильна їх утилізація. Реверсивна логістика в авіабудуванні виконує важливу захисну роль, адже процеси технічного обслуговування і ремонту також включаються в сферу її діяльності.

Під час виготовлення наукоємної продукції (складної техніки), у даному випадку в галузі авіабудування, потрібно враховувати також екологічний фактор впливу продукції протягом всього життєвого циклу.

Починаючи з 80-х рр. ХХ-го століття проблема поводження з авіаційними ТЗ набуває все більшої актуальності у зв'язку з накопиченням великої кількості списаної АТ, зберігання якої пов'язане з додатковими витратами на консервацію та оренду площ. Із закінченням терміну зберігання потенційно небезпечних видів АТ різко зростає ризик виникнення надзвичайних ситуацій, що ускладнює процес подальшого правильного поводження з ними.

На світовому ринку, згідно прогнозів компанії Airbus, на період з 2009 по 2028 рр. буде відправлено на списання до 8453 одиниць ЛА. На підставі звіту компанії Boeing, потенційний ринок для утилізації літаків буде складати близько 6 тис. одиниць.

З 1990 по 1999 рр. в рік списувалося в середньому 170 комерційних авіалайнерів, згідно з даними агентства ICF International. У наступне десятиліття це число виросло до 400 ПС в рік, до 2023 р. за прогнозами в середньому 750 літаків будуть списуватися щорічно, в перспективі – до 1000.

У США для цивільних літаків, чий термін експлуатації підійшов до кінця, останнім притулком служить аеропорт «Мохаве», розташований в пустельній східній частині американського штату Каліфорнія. Ось уже кілька десятиліть сюди звозять авіалайнери і тримають їх в спекотній пустелі до подальшого розділення і переробки.

Колекція списаних бойових літаків знаходиться в штаті Арізона на авіабазі «Девіс-Монте» (англ. Davis-Monthan Air Force Base). Полігон обслуговується 309 групою підтримки й відновлення АТ військово-повітряних сил (ВПС) США. Крім стройових авіачастин (355-е винищувальне авіакрило) і штабів (12-е командування ВПС США), на базі «Девіс-Монте» зберігається на консервації, ймовірно, найбільший парк АТ у світі – більше 4400 од., складовано також 40 космічних кораблів (КК). Близько 700 од. із загальної кількості це винищувачі «McDonnell Douglas F-4 Phantom II».

База була заснована в 1925 р. і названа на згадку про жителів м. Тусон, військових льотчиків Першої світової війни Семюеля Девісі та Оскара Монтеня. Проте історія цього полігону почалася в 1949 р., коли в пустелю були відправлені перші списані бомбардувальники В-29. Щорічно на базу надходить близько 400 од. військової техніки. На сьогодні площа полігону перевищує 10 км<sup>2</sup>, а сумарна вартість майна авіабазы перевищує тридцять п'ять мільярдів доларів.

Аеродром «Мохаве» і авіабаза «Девіс-Монте» це лише кілька прикладів існуючої на сьогодні глобальної проблеми, що пов'язана з відсутністю впровадження ефективних програм і сучасних високотехнологічних способів утилізації «сталених птахів». Що в свою чергу призводить до загострення, досить складної, екологічної ситуації у цілому.

Літакобудування як вид економічної діяльності є за змістом інноваційно-орієнтованим. Проте, оскільки діяльність авіабудівних підприємств пов'язана із забрудненням НС, то авіаційне та авіаремонтне виробництво відноситься до екологічно небезпечного.

Сучасний розвиток еколого-економічної діяльності повинен охоплювати не тільки виробництво екологічно чистої продукції, а й впровадження нових технологій з ресурсозбереження, раціонального використання існуючих ресурсів, використання у виробничому процесі твердих відходів виробництва, заміною матеріалів на нові – екологічно безпечні. Вказані напрями еколого-економічної діяльності пов'язані із здійсненням інноваційних розробок, їх експериментальним впровадженням і подальшим використанням у виробництві.

У свою чергу це потребує значних обсягів фінансування та розробки відповідної стратегії.

У середині грудня 2014 р. в м. Штутгарт (Німеччина) пройшов перший Міжнародний симпозіум з утилізації повітряного транспорту (International Symposium on Aircraft Recycling). Згідно з оприлюдненими на заході даними, понад 25 % парку цивільних літаків буде виведено з експлуатації в найближчі 15 р. Звідси гостро постає питання правильного поводження зі списаними ПС.

Досвід компанії «Aeroturbine» показав, що утилізація «Боїнг-747» може принести значні доходи. На борту лайнера знаходиться більше 6 млн різних деталей, 66 т високоякісного алюмінію, 30 % деталей, вузлів і конструкцій продовжуватимуть працювати на інших ПС. За оцінками компанії «Aeroturbine» утилізація таких великих літаків займає майже два тижні. У сукупності дохід компанії може становити до 6,8 млн доларів.

В Україні практика утилізації свідчить про те, що тільки 10–15 % вартості утилізованої техніки реабілітується, порівняно з 60–70 % у світі.

Так, утилізація літака середнього класу дає відносно його загальної ваги 60–70 % алюмінію і його сплавів, 10–15 % сталі, 10 % – композиційних матеріалів та коштовних металів, в тому числі титану. Собівартість утилізації значно нижча від вартості нових металів і матеріалів.

Світовим лідером у сфері правильного поводження з авіаційними ТЗ, що вийшли з експлуатації є заснована в 2006 р. Асоціація по утилізації парку ПС (Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA)). До Асоціації входять провідні європейські компанії та заокеанські корпорації серед яких Boeing, Bombardier, Embraer, Rolls-Royce та інші.

Розташований у французькому місті Шатору, центр AFRA працює над тим, щоб підвищити продуктивність авіаційної галузі та зробити демонтаж ЛА екологічно безпечним і економічно вигідним.

AFRA розроблено спеціальну процедуру демонтажу, що дозволяє швидко виділити цінні сплави і метали. Провідні спеціалісти Асоціації працюють над детальним вивченням

системи життєзабезпечення літака й розмірковують над тим, як в майбутньому забезпечувати її виключно з матеріалів, що можна буде повторно використовувати.

Відповідно до їхньої процедури розбирання літака відбувається в три етапи, спочатку з різних резервуарів видаляються рідини й газоподібні речовини, багато з яких дуже токсичні. Потім проводиться демонтаж обладнання з метою виокремлення всіх деталей, що можуть бути повторно використані. І нарешті, літак повністю розчленовується, але до цього видаляються ті його частини, де містяться цінні сплави й метали.

Головне завдання AFRA – забрати все найцінніше, а саме: шасі, двигун, допоміжну силову установку, потім все, що відноситься до авіаелектроніки, систему кондиціонування повітря і так далі, щоб запропонувати все це на ринку старих деталей.

У Шатору, витягнуті зі списаних ЛА комплектуючі проходять спеціальну перевірку і потім відправляються на заводи, де їх розбирають і, цілком або частинами, монтують в нові літаки.

На сьогодні AFRA працює над тим, як удосконалити процедуру рециклінгу, тобто повторної переробки металів і сплавів. Так як вміщені в корпусі літака кількості не так великі, щоб отримати великий економічний прибуток, особливо це стосується пластику, необхідна, з одного боку, підтримка держави (у вигляді квот або інших законодавчих норм), з іншого – необхідно удосконалювати саму процедуру демонтажу списаних літаків.

До 85 % деталей ПС марки «Airbus» першого покоління можуть бути перероблені і використані повторно. Мета фахівців у Шатору – довести цей показник до 100 %.

За прогнозами компанії Boeing, в найближчі 20 років світовому авіаринку потрібно 34 тис. нових літаків. Тільки в Європі за ті ж 20 років 6 тис. ЛА будуть списані.

При утилізації та рециклінгу АТ необхідно забезпечити не тільки отримання фінансових ресурсів внаслідок реалізації складових елементів АТ, а й узагальнити і використовувати передовий досвід і знання, втілені в конструкції цих виробів.

Але відсутність системного підходу, цілісного подання життєвого циклу АТ і комплексної утилізації є однією з причин того, що проекти утилізації та рециклінгу для держав, в тому числі і України, виявляються неприбутковими і потребують державних дотацій. Комплексна утилізація АТ дасть можливість поповнювати авіаційні підрозділи запасними частинами й агрегатами з ресурсом, проводити технічне обслуговування та ремонт АТ без посередників.

Проблема правильного поводження з авіаційними ТЗ, що вийшли з експлуатації виникла відносно недавно. Десятки тисяч лайнерів, бомбардувальників, транспортників і винищувачів без руху знаходяться в ангарах, на обладнаних стоянках і занедбаних аеродромах. Якісь із них є унікальними виробами епохи НТР (науково-технічного розвитку), інші – машинами простіше; проте кожен літак виконаний зі сталі, алюмінію й титану, начинений електронною радіоапаратурою, облицьований пластиком. Розміри цієї проблеми не обмежені якими б то не було регіональними межами. З нею зіткнулися всі розвинені країни.

Рішення про виведення літаків з експлуатації в багатьох державах не є однозначними. Так, в США більшість літаків, випущених після Другої світової війни, містяться в законсервованому стані, багато з них готові до експлуатації. Європейські урядові органи намагаються виробити таку систему взаємин з компаніями, що займаються утилізацією й рециклінгом, що б робила ці процеси економічно вигідними всім учасникам. Сьогодні Китай, передбачаючи швидку зміну нинішнього авіаційного парку, вкладає 2 млрд. доларів в будівництво заводу, здатного за рік переробляти 50 одиниць техніки. Вітчизняні фахівці і керівники галузі розходяться у виборі єдиного варіанту використання літаків, що відпрацювали свій ресурс. Сотні одиниць АТ продовжують службу, незважаючи на крайній ступінь зношеності. Частина ПС за минулі роки була модернізована: на них були замінені силові агрегати, оновлена електронна і програмна начинка. Переобладнання, в основному, торкнулося військових літаків. Пасажирський авіапарк, що не відповідає стандартам ЄЕС, з 2002 р. підлягає повній утилізації.



Літак складається з десятків тисяч компонентів, що після списання машини повинні підлягати подальшій переробці. Деякі матеріали утилізують за допомогою автоматизованих комплексів, деякі вимагають великої кількості ручної праці. Частина авіахламу відправляється на звалища назавжди. Якась частка відходів тимчасово складається в очікуванні виникнення відповідних технологій. І такими технологія повинні бути авіарециклінг і утилізація.

Опис технології утилізації починається в аеропорту стоянки або на базі зберігання АТ. У першу чергу з систем літака видаляють:

- залишки палива, що не вдалося повністю злити з машини;
- технічні рідини, що використовувалися в різних системах агрегатів;
- вибухові пристрої катапульта;
- технологічні електронні прилади;
- пасажирське обладнання;
- пластикові обшивки, накладки і і.д.;
- допоміжне технологічне обладнання – дроти, силові та передавальні пристрої приводів шасі, елеронів, закрилків, керма управління – сотень вузлів.

У Франції, наприклад, велика частина подібних вузлів продається з метою їх повторного використання.

Для придбання запасних авіачастих, підтримання їх складу, а також ціноутворення на них останнім часом простежуються два чинники. З одного боку, наявні запаси компонентів для ремонту відносно недавно побудованих літаків і авіаційних двигунів продовжують рідшати, з іншого – ті ж самі літаки і двигуни все частіше розбираються на запчастини. Обидва ці явища відкривають перед авіаперевізниками можливість скорочення витрат без шкоди для технічної готовності парків.

Згідно інформації американської корпорації AAR CORP. (Allen Aircraft Radio Corporation) на європейському, близькосхідному і африканському ринках, відбувається помітне скорочення запасів запчастин і компонентів для таких типів ПС, як Airbus A320, Boeing 737NG і 747-400. Одночасно з цим літаки

все новіших типів стали розбирати на запчастини - з класичних моделей Boeing 737 перекинулася на Airbus A320 більш ранніх випусків, потім на Boeing 737-700, а зовсім недавно і на Airbus A321 і A318.

Ці два фактори збіднюють і без того невеликі пули (англ. pool – загальний котел – форма об’єднання компаній, що відрізняється тим, що прибуток усіх учасників пулу надходить до загального фонду (котел) і потім розподіляється між ними відповідно до заздалегідь встановленої пропорції) запчастин для нових типів ПС, що знаходяться в розпорядження авіакомпаній, а ринкові ціни таких компонентів знижуються. На запчастини йдуть все більш нові моделі літаків, і галузеві фахівці задаються питанням, чи мають вони справу з тенденцією або тимчасовим явищем.

У пулах авіакомпаній зараз на 20 % менше запчастин, ніж раніше, і скорочення припадає саме на компоненти, призначені для установки на більш нові типи ПС. До пулів традиційно вдаються, щоб уникнути дорогого ремонту компонентів, двигунів і великих швидкоз’ємних блоків. Тепер ця практика застосовується на класичних моделях Airbus A320, на Boeing 737-700, Airbus A321 і навіть на більш пізніх Airbus A318. Розбирання окремих екземплярів таких ПС збільшує пули запчастин, які перевізники потім моментально пускають в справу, щоб знизити прямі експлуатаційні витрати на останньому в експлуатації парку.

У поєднанні з прагненням авіакомпаній скоротити провізні потужності зазначені вище фактори призводять до скорочення витрат перевізників на закупівлі нових запчастин від оригінальних виробників АТ. Авіакомпанії все більш інтенсивно закупають компоненти на вторинному ринку й намагаються оптимізувати використання власних пулів.

Важливим гравцем на вторинному ринку авіазапчастин є компанія International Aircraft Associates (IAA) – це один з найбільших дистриб’юторів компонентів для авіадвигунів. У разі потреби перевізники й ремонтні підприємства все частіше звертаються до вторинного ринку в пошуках запчастин для таких силових установок, як CFM56-7B, оскільки не хочуть утримувати власний пул подібних компонентів. Власні запаси

деталей авіакомпанії або виставляють на продаж, або намагаються використовувати по максимуму: просто тримати запчастини у себе на складі стає не вигідно.

Американський низькотарифний авіаперевізник Southwest Airlines зараз використовує свій запас компонентів набагато ефективніше, ніж раніше. На початок листопада 2012 р. ця авіакомпанія була найбільшим у світі експлуатантом літаків Boeing 737-700, з парком в 424 одиниці. Зараз перевізник ретельно відсортовує наявний пул запчастин і позбавляється приблизно від 10–15 % запасів. У перспективі запаси компонентів, що зберігаються в авіакомпанії, планується скоротити ще радикальніше.

Така оптимізація стала можливою завдяки тому, що великий парк Southwest цілком складається з літаків виробництва Boeing: 604 з 692 її авіалайнерів представляють сімейство Boeing 737. З огляду на однотипність парку, у авіакомпанії більше запчастин, ніж потрібно. Проте від надлишкових запасів деталей компанія поступово позбувається.

На відміну від Southwest з її великим однотипним парком і відповідним асортиментом деталей до нього, більшості авіаперевізникам доводиться користуватися більш традиційними пулами запчастин. Так, новозеландська авіакомпанія Air New Zealand недавно підписала низку угод з постачальником авіаційних компонентів.

У минулому пули запчастин створювалися в рамках договорів між окремими авіакомпаніями, але зараз ситуація змінилася, оскільки авіакомпанії визнають, що на їх складах накопичилося занадто багато надлишкових компонентів.

За останні 5–7 років прагнення авіаперевізників запастися запчастинами пішло на спад, оскільки стало очевидно, що використання послуг сторонніх постачальників є ефективним і більш економічним рішенням.

Перспектива економічної вигоди від більш ефективного використання авіаційних компонентів призводить до скорочення бюджетів на придбання запчастин. Деталі, зняті з розібраних примірників новіших типів ПС, стають дешевшими, вартість недавно розібраних на запчастини компонентів ПС, знизилась на 10–20 %.

Сьогодні авіакомпанії продовжать позбуватися від власних запасів авіакомпонентів і все активніше починають користуватися пулами.

Незважаючи на наявність великої статистики щодо виведення комерційних літаків з експлуатації, достовірних даних про те, скільки нових літаків при цьому розбираються на частини, немає. У середині 2000-х рр. щорічно у світі виводилося з експлуатації від 220 до 230 авіалайнерів. Зараз цей показник становить близько 500 бортів на рік.

Інтенсифікація робіт з розбору ПС на компоненти пов'язана із наступом надходженням на ринок більш паливно-ефективних моделей – Boeing 737 MAX і Airbus A320 NEO, що користуються підвищеним інтересом серед авіакомпаній, що відчайдушно намагаються скоротити витрати на паливо. Як свідчить практика економічно вигідніше продавати літак на запчастини, чим цілий, так Airbus A319 був проданий колишнім експлуатантом на запчастини за 14 млн дол., у той час як за цілий літак пропонували не більше 12 млн. Основним фактором тут є окупність інвестицій. Якщо власник може отримати на 2 млн дол. більше, продавши ПС частинами, рік випуску літака не має значення.

Провідні фахівці галузі переконані, що можливість розбирати нові літаки та двигуни на запчастини послужить для авіакомпаній додатковим стимулом до зменшення власних запасів авіакомпонентів.

Авіабудівний концерн Boeing і корпорація Alcoa (американська металургійна компанія) сформували замкнуту програму з розширення авіарециклінгу брухту алюмінієвих сплавів, що використовують у виробництві літаків. Її втілення в життя спричинить за собою інтермодальні перевезення відходів з підприємств Boeing у Франції і сторонніх постачальників на завод Lafayette (США) для подальшої переробки.

Програма Boeing і Alcoa передбачає утилізацію сплавів, що застосовують у виготовленні компонентів крил і фюзеляжу літаків Boeing. Дана програма максимізує вартість всього ланцюжка поставок при одночасному зниженні кількості відходів. Також, Alcoa Fastening Systems (підрозділ Alcoa, найбільший американський виробник кріплень для аерокос-

мічної та автомобільної промисловості) на початку 2013 р. було підписано угоду з китайським виробником комерційних літаків.

Також, Alcoa Fastening Systems (AFS) оголосив про нову угоду щодо стратегічних технологій і комерційної співпраці з китайським виробником комерційних літаків COMAC. COMAC є виробником великого пасажирського літака в Китаї і має амбіції конкурувати з Boeing і Airbus. Угода допоможе Alcoa в закріпленні на китайському ринку аерокосмічної індустрії, що є одним з найбільш швидкозростаючих ринків у світі. Відповідно до нової угоди, Alcoa Fastening Systems забезпечить COMAC технічну допомогу в розробленні й виборі кріплення та нових конструкцій кріпильних систем. А також забезпечить підготовку системи менеджменту якості. Технічна допомога включатиме в себе інжиніринг, проектування і навчання. У свою чергу, COMAC придбає значну кількість патентів і технологій компанії AFS. Ці кріпильні вироби будуть використовуватися у виробництві літаків COMAC C919 B. У AFS вже є одна угода про співпрацю з COMAC, що була підписана в 2009 р.. Ця угода була направлена на вивчення передових алюмінієвих конструктивних рішень, а також нових сплавів для літаків COMAC C919.

Значних досягнень у напрямку впровадження процесів рециклінгу у авіаційну галузь досягли і європейські вчені, що займаються розробленням методів авіарециклінгу деталей конструкцій літака, виготовлених з композиційного матеріалу з вмістом вуглецевого волокна. Дослідження проходять в рамках проекту Inasmet-Tecnalia, метою якого є отримання вуглецевого волокна з даного виду відходів. Дослідницька група також планує оцінити можливість використання отриманого таким чином волокна в інших галузях.

У даний час розглядаються три способи отримання вуглецевого волокна з композиційного крила літака. Найбільш ефективним показав себе метод піролізу – термічний процес, що протікає в аргоновому середовищі, що видаляє смоли, не зачіпаючи при цьому вуглецеве волокно. Отримане таким чином волокно змішується з поліпропіленом і поліамідом в пропорціях 15 % і 30 %, що надає матеріалу оптимальні механічні властивості. Такі матеріали можуть використовуватися в

областях, що вимагають застосування композитів високої якості з хорошими технічними характеристиками, але за меншою ціною.

Звичайно, застосування процесів авіарециклінгу, утилізації і переробки АТ вимагає висококваліфікованого персоналу, необхідного обладнання, затрат енергії, територій та спецтехніки, але без економічної підтримки і дотацій з боку держави реалізувати це підприємствам самостійно буде неможливо. Усім розвиненим країнам потрібно зрозуміти, що екологічна ситуація з кожним днем погіршується, природних запасів і ресурсів стає все менше, тому перехід і впровадження нових методів правильного та ефективного поводження з відходами транспортної галузі має відбуватися в першу чергу на державному рівні.

На сьогоднішній день промисловість розвинутих країн за рахунок використання вторинної сировини здатна відшкодувати 80 % комплектуючих виробів. Завдання полягає в тому, щоб довести ступінь вторинного використання матеріалів до 100 %.

#### **4.2. Екологізація авіаційного транспорту. Сучасні вимоги та тенденції**

Однією із важливих аспектів природоохоронного законодавства є система екологічних стандартів. Під стандартизацією розуміють встановлення єдиної та обов'язкової для всіх об'єктів даного рівня системи норм і вимог. Стандарти можуть бути державними, галузевими й заводськими.

Важливішими екологічними стандартами є нормативи якості НС.

Для визначення стану НС і впливу того або іншого забруднювача на живі організми і здоров'я людини визначена система соціоекологічних нормативів: ГДК забруднюючих речовин, гранично допустимі викиди (ГДВ) в атмосферу, гранично допустимі скиди (ГДС) шкідливих речовин у водойми; гранично допустимі екологічні навантаження (ГДЕН) на природні об'єкти та інші.

Сьогодні стрімкі процеси євроінтеграції та прийняті міжнародні екологічні стандарти змушують підприємства

авіаційної галузі активізувати свою діяльність щодо зниження негативного впливу на довкілля. Питанням впливу господарської діяльності вітчизняних підприємств на довкілля звертається значна увага в сучасних наукових розробках, зокрема в напрацюваннях: Білявського Г. О., Гірусова Е. В., Данілова-Данільяна В. І., Шевчука В. Я. та ін., дослідження розвитку авіаційної галузі відображені у наукових працях: Г. Франчука, О. Ареф'євої, В. Загорулько, В. Коби, К. Колди, М. Новікової, Г. Остапової, Є. Сича, В. Щелкунова та ін., питанням негативного впливу на довкілля у галузі ЦА – у працях О. Запорожця, О. Коновалової, К. Синило та ін.

Проте варто зазначити, що до тепер актуальною проблемою є розроблення дієвих заходів зниження негативного впливу ЦА на природу та населення.

В Україні існує гостра проблема забруднення атмосфери від пересувних джерел (рис. 4.36), що зумовлює необхідність організації ефективного контролю за дією підприємств усіх галузей і сфер діяльності та розробки ефективних заходів зниження їх негативного впливу на довкілля.

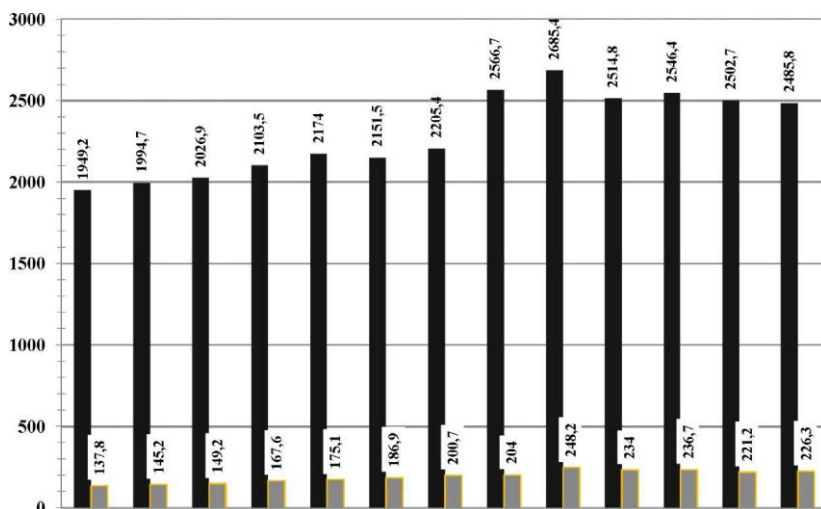


Рис. 4.36. Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу від пересувних джерел України за 2000–2015 рр.

Пересувні джерела України (автомобільний, залізничний, авіаційний, водний транспорт) мають значний негативний вплив на довкілля, при цьому вважається, що на долю авіації припадає близько 2 % усіх викидів CO<sub>2</sub>, з якими зв'язують проблеми глобального потепління.

У 2013 р. відбулося зростання пасажиропотоків в основних аеропортах: Львів (на 21,7 %), Харків (на 20,6 %), Одеса (на 17,8 %), Донецьк (на 11 %), Сімферополь (на 8,1 %) та Дніпропетровськ (на 2,4 %). Отже, постійне зростання загального обсягу міжнародних і внутрішніх регулярних авіаційних перевезень, рівня пасажиропотоків через аеропорти України також зумовлює збільшення концентрації забруднювальних речовин як на території аеропорту, так і в тому районі міста, що є дотичним до нього.

У Києві, де розташовані найбільші аеропорти України, спостерігається велика концентрація транспорту, у зв'язку з чим загальний рівень забруднення повітря мегаполісу вище середнього по Україні й оцінюється фахівцями-екологами як високий. У загальній кількості сумарних забруднень атмосферного повітря столиці у 2016 р. 88 % припало на автомобільний, залізничний, водний та авіаційний транспорт, 12 % – на промислові підприємства. Найбільше посилюють екологічну напругу м. Києва аеропорти «Київ» (Жуляни) та міжнародний аеропорт «Бориспіль», їх перспективний розвиток зумовлює ще більше забруднення повітря.

Статистичні дані Департаменту фінансів та економіки Державіаслужби України свідчать, що головний аеропорт країни «Бориспіль» за 2015 р. надав послуги 7,9 млн пасажирів, а питома вага аеропорту в обслуговуванні пасажирів за підсумками року склала 53 %. Значне зростання обсягів пасажирських перевезень у 2015 р. спостерігалось в аеропорту «Київ» (Жуляни) (у 2,1 раза порівняно з 2014 р.).

Вважається, що вплив повітряного транспорту на довкілля пов'язано з наступними особливостями авіаційної діяльності: сучасний парк літаків та гелікоптерів має газотурбінні двигуни (ГТД), що використовують авіаційний керосин, хімічний склад якого відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних



домішок, головна маса ВГ викидається ПС безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів.

Згідно з результатами досліджень щодо несприятливого впливу авіації на довкілля, в околиці аеропорту існують наступні чинники: «шум під час експлуатації літаків, викиди забруднюючих речовин, електромагнітні випромінювання, теплові забруднення, забруднені стоки з території аеропорту».

До факторів «хімічного впливу» авіації на довкілля фахівці відносять: емісію шкідливих речовин ГТД та дію їх на озоновий шар атмосфери; до факторів «фізичного впливу» – авіаційний шум та звуковий удар.

Авіаційний шум істотно впливає на шумовий режим території в околицях аеропортів. Підраховано, що при 300 зльотах і посадках трансконтинентальних авіалайнерів за добу в атмосферу поступає 3,7 т оксиду вуглецю, 2 т вуглеводневих сполук і 1,7 т оксидів азоту. У середньому одне ПС, споживаючи протягом 1 год 15 т палива і 625 т повітря, викидає в довкілля: 18 т водяної пари; 46,8 т CO<sub>2</sub>; 15 кг SO<sub>x</sub>; 635 кг CO; 635 кг NO<sub>x</sub>; 2,2 кг твердих часток.

Літаки забруднюють приземні шари атмосфери ВГ авіаційних ГТД, що складають 87 % усіх викидів ЦА. Загальний викид токсичних речовин повітряними апаратами може бути приблизно оцінений об'ємом споживаного авіацією палива, котрий складає десь 4 % від загальних витрат палива усіма видами транспорту.

Фахівцями підраховано викиди ВГ у зоні аеропорту за злітно-посадковий цикл для літаків різних типів (табл. 4.10).

Згідно з даними екологічного паспорту аеропорту «Київ» (Жуляни), джерелами забруднення атмосферного повітря в районі аеропорту є ПС і наземні джерела (вентиляційні системи виробничих приміщень, склади ПММ аеропорту, спецавтотранспорт, котельні установки). Послугами аеропорту «Київ» користується ремонтний завод ЦА. На його території знаходяться: станція технічного обслуговування легкових та вантажних автомобілів, котельні, склади ПММ, авіаремонтні майстерні тощо. Аеропорт здійснює значний негативний вплив

на всі компоненти довкілля: поверхневі та ґрунтові води, ґрунти та атмосферне повітря. Мешканці розташованих поблизу житлових будинків відчувають шум від літаків.

Таблиця 4.10

Емісія від авіаційних двигунів для літаків різних типів

| Тип літака | Викиди шкідливих речовин за злітно-посадковий цикл, кг/год |                               |                 |                 |       |
|------------|--|-------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
|            | CO   | C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | Попіл |
| Ту-154     | 48,8   | 45,5                          | 68,3            | 0,6             | 2,0   |
| Як-42      | 7,8  | 1,5                           | 12,7            | 0,2             | 0,7   |
| Ту-154М    | 53,2   | 9,3                           | 15,6            | 0,5             | 1,8   |
| Як-40      | 22,5   | 4,5                           | 4,7             | 0,1             | 0,5   |

Основними джерелами потенційних дій на довкілля аеропорту «Київ» у 2015 р. визнано, окрім авіаційного шуму, що створюється при наземній і льотній експлуатації ПС, викиди двигунів ПС і спецавтотранспорту; забруднення ґрунтів стічними водами та відходи, що утворюються у процесі господарської діяльності авіаперевізника, а також місця їх зберігання. Згідно з даними моніторингових досліджень проб води у р. Нивка в зоні аеропорту «Київ» показав, що головними забруднювачами річки є важкі метали та нафтопродукти (табл. 4.11), концентрація яких перевищує норми ГДК.

Таблиця 4.11

Результати проб води у р. Нивка в зоні аеропорту «Київ»

| Проби поверхневих вод у р. Нивка в зоні аеропорту «Київ» | Нафтопродукти, мг/л | Важкі метали, мг/л |      |      |      |      |       |      |
|--|---------------------|--------------------|------|------|------|------|-------|------|
|  |                     | Mn                 | Zn   | Cu   | Pb   | Ni   | Cr    | Fe   |
| Труба (у зоні, де стоки скидаються у річку)              | 39,3                | 31,3               | 7,7  | 2,6  | 12,9 | 0,05 | 0,8   | 14,7 |
| р. Нивка (в селі)  | 2,42                | 11,5               | 2,4  | 0,8  | 6,8  | 0,05 | 0,005 | 2,8  |
| ГДК  | 0,05                | 0,01               | 0,01 | 0,01 | 0,1  | 0,01 | 0,005 | 0,1  |

Аналіз результатів інвентаризації розсіювання наземних джерел викидів аеропорту «Київ» встановив перевищення нормативів забруднюючої речовини в розрахункових точках на межі житлової зони (табл. 4.12).

*Таблиця 4.12*

Рівень розсіювання наземних джерел викидів  
аеропорту «Київ»

| Забруднююча речовина   | Приземна концентрація<br>в частках ГДК |
|------------------------|--|
| Оксиди вуглецю         | 3,23                                   |
| Вуглеводневі сполуки   | 2,014                                  |
| Група зважених речовин | 1,62                                   |
| Тверді частки          | 2,6                                    |

Щодо рівня шуму аеропорту (за даними його екологічного паспорта) рівні звуку від зльотів і посадок літаків (у точці, розташованій під траєкторією зльоту / посадки) у нічний час доби на 0,5–0,6 дБА перевищують встановлені допустимі рівні звуку, а в денний час доби перевищують на 8–15 дБА допустимі еквівалентні рівні.

Вважається, що негативна дія різних авіаційних джерел шуму насамперед здійснюється на операторів, інженерів і техніків виробничих підрозділів аеропорту, а також населення в зоні джерел цього впливу.

Крім шуму, авіація призводить до електромагнітного забруднення середовища. При постійній дії електромагнітних хвиль малої інтенсивності виникають розлади нервової та серцево-судинної системи, ендокринних органів та інше.

Таким чином, результати досліджень вітчизняних та закордонних фахівців стосовно наслідків діяльності аеропортів свідчать про негативний вплив на НС та населення за основними факторами:

- авіаційного шуму в дотичних до аеропорту територій;
- викидів в атмосферу;
- забруднення підземних вод та ґрунту у районі розташування аеропортів;

- електромагнітного випромінювання.

Як свідчать результати медичних наукових досліджень, у населення, що мешкає в зонах впливу аеропортів, спостерігається порушення стану здоров'я:

- підвищена загальна смертність населення – 16,4 на 100 тис. осіб., що перевищує середній міський показник (15,3 на 100 тис. осіб);

- у дитячого населення: частіші функціональні відхилення: з боку серцево-судинної системи (у 1,3 рази), знижений індекс здоров'я (у 2–3,2 рази), зниження розумової працездатності (у 2,3 рази), послаблення неспецифічного імунітету зі зниженням лейкоцитарного індексу інтоксикації та імунодефіцитними станами (у 2,4–3,8 рази), що відповідає реакції стресу;

- вади з боку серцево-судинної системи: підвищення кров'яного тиску (систоличного) у дітей – 110–120 мм рт. ст. проти 86–110, у дорослих осіб – 140–180 мм рт. ст. проти 120–140;

- підвищені показники захворюваності природженими аномаліями – у 2,1 рази, кістково-м'язової та сечостатевої системи – у 2,2 рази, органів кровообігу, шкіри й підшкірної клітковини в 1,8 рази, органів травлення – в 1,5 рази, органів дихання – в 1,2 рази;

- у дорослого населення: підвищена захворюваність у 1,5 рази – показники захворюваності 951 проти 651 на 1000 чол. населення; зростання хвороб органів кровообігу, дихання, травлення, новоутворень (темпи приросту склали, відповідно, 83,9 %, 41,16 %, 56,49 %, 17,9 %); пріоритетними захворюваннями є гіпертонічна хвороба й вегето-судинна дистонія.

Отже, в результаті активізації розвитку ЦА України загострюються екологічні проблеми та пов'язані з ними хвороби населення.

На сьогодні вирішальне значення мають заходи, що дозволять скоротити зони шумового впливу та обсяги емісії забруднюючих речовин в атмосферу (незважаючи на збільшення інтенсивності повітряного руху).

Так, для зниження емісії двигунів літаків фахівці пропонують оптимізувати режим польоту літаків (на номінальному режимі роботи двигунів), що дає істотне зниження викиду  $\text{NO}_x$  у зоні аеропорту.

У зв'язку із запланованим збільшенням інтенсивності польотів в аеропортах України («Бориспіль», «Київ») пропонується щорічний моніторинг рівнів авіаційних шумів у дотичних до аеропортів територій, що забезпечить контроль за шумовою ситуацією й вплив на неї з боку аеропорту, а також збереження лісосмуг (з використанням поєднання щільно та високорослих видів дерев і чагарників), а також застосування приладів і споруд (спеціальних ангарів) для ефекту поглинання шуму.

Для розв'язання екологічних проблем ЦА насамперед слід розробити: принципи та методи захисту повітря від забруднення двигунами ПС; принципи та методи захисту від електромагнітних полів радіочастот аеропортів; технології захисту ґрунтів та води від забруднення стоками аеропортів; оптимізаційні схеми керування повітряним рухом на трасі, в зоні аеропортів з урахуванням екологічного стану довкілля; методи кількісної інтегральної оцінки екологічного стану підприємств авіаційного транспорту.

Отже, в аеропорту «Київ» пропонується здійснення наступних заходів:

1) у сфері охорони атмосферного повітря: щоквартально здійснювати контроль за екологічними показниками в умовах експлуатації автомобілів – згідно з вимогами дсту 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі» та дсту 4276:2004 «Норми і методи вимірювань димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями»; вживати заходи, спрямовані на недопущення викидів фреонів в атмосферу; організувати зберігання палива бензинової групи в підземних резервуарах на базовому складі ПММ;

2) у сфері охорони водного середовища: проводити роботи із очищення ґрунтових вод від залишків нафтопродуктів на базовому складі ПММ; виконувати плановий поточний ремонт

очисних споруд зливових стічних вод і ремонт й очищення магістрального водовідвідного колектора;

3) у сфері поводження з відходами: акумулювання твердих побутових відходів у контейнерах; роздільне збирання та тимчасове накопичення відходів до їх передавання іншим суб'єктам господарювання;

4) організаційні заходи: забезпечити утримання територій аеропорту в належному санітарно-екологічному стані та контроль та своєчасну ліквідацію наслідків розливів ПММ на перонах, а також контроль стану ґрунту та води на вміст нафтопродуктів.

Таким чином, необхідно планувати господарську діяльність авіаперевізника на засадах чинних норм в області охорони довкілля й природокористування (у т. ч. міжнародних), для чого необхідно відбирати й упроваджувати найбільш перспективні для аеропорту еколого-інвестиційні проекти розвитку, планувати екологічно спрямовану стратегію розвитку аеропорту.

Подальшого вирішення потребують питання розроблення екологічних програм аеропортів і формування критеріїв комплексної оцінки їх ефективності.

Комітет Міжнародної організації ЦА (ICAO) з захисту НС від впливу авіації погодив новий екологічний стандарт для цивільних авіалайнерів.

Оскільки кожен розроблений двигун (для літаків) перед запуском у серійне виробництво проходить серію випробувань (сертифікацію), серед яких є дослідження на екологічну безпечність, тому ICAO розробила жорсткі норми на емісію ГТД.

Кількісною характеристикою викидів шкідливих речовин авіаційними двигунами є індекс емісії EI, що показує, скільки грамів даної шкідливої речовини викидається в повітря під час спалювання 1 кг палива в двигуні. Тобто,  $(EI = \text{г/кг})$  і існують  $EI_{CO}$ ,  $EI_{C_{xH_y}}$ ,  $EI_{NO_x}$  і т. ін.

EI характеризує якість організації процесу згорання в камері згорання кожного зразка двигуна. Тому пов'язаний з конструктивними й експлуатаційними характеристиками камери. Тому EI часто називають емісійною характеристикою

двигуна. Індеси емісії визначаються в процесі їх сертифікаційних випробувань.

Вміст інгредієнтів  $\text{CO}$  та  $\text{C}_x\text{H}_y$  у ВГ авіадвигунів обумовлений неповним згоранням палива в двигуні, а цей процес, в свою чергу, залежить від характеристики його параметрів згорання, тобто, величини коефіцієнта повноти згорання  $\eta$  та режиму роботи двигуна.

Залежність емісії шкідливих речовин від режиму роботи типового сучасного ГТД представлено на рис. 4.37.

Емісія, тобто викиди забруднюючих речовин ГТД, буде неоднаковою в зоні аеропорту і під час польоту по маршруту, так як двигуни в цих випадках працюють на принципово різних режимах. Як видно з наведених таблиці і графіка, забруднення в зоні аеропорту є більш шкідливим (на маршруті значення відносної тяги лежить в межах 0,6–0,8).

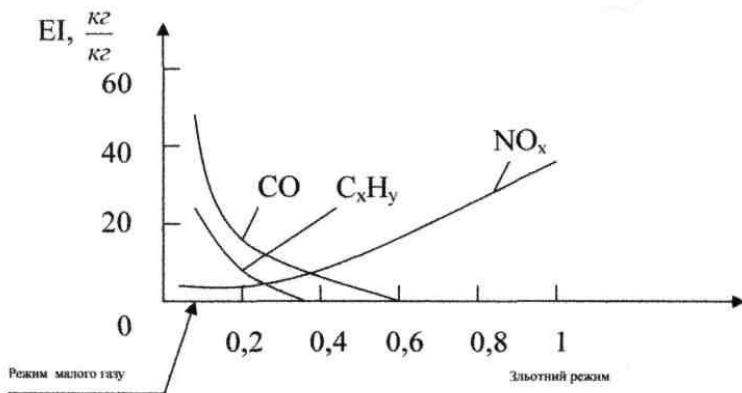


Рис. 4.37. Залежність емісії шкідливих речовин від режиму роботи типового сучасного ГТД

Крім того, локальне забруднення приземного шару повітря в зоні аеропорту, де працює багато людей, є більш концентрованим і стійким, ніж загальне забруднення верхніх шарів тропосфери на маршруті польоту, оскільки робота двигунів є стабільною на великих швидкостях, а забруднюючі речовини швидко розсіюються.

Максимальна повнота згорання палива в двигуні має місце на розрахунковому режимі – злітному (режимі максимальної тяги двигуна). На цьому режимі сучасні двигуни мають  $\eta = 0,97-0,99$ , ( $\eta = 1,0$  за абсолютно повному згоранні, чого в дійсності досягнути неможливо). На всіх інших режимах  $\eta$  нижча, тобто, повнота згорання менша, ( $\eta = 0,75-0,85$ ), у двигуна в атмосферу викидається більше продуктів неповного згорання ( $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$  та інших), і, відповідно, забруднення повітря збільшується. Вміст інгредієнта  $\text{NO}_x$  у ВГ авіадвигуна залежить від: величини температури суміші в камері згорання (чим вона вища, тим більше утворюється  $\text{NO}_x$ ), а вона максимальна (2500–3000 К) на злітному режимі; часу перебування суміші в камері згорання (чим він більший, тим більше утворюється  $\text{NO}_x$ ), а це має місце на невеликих швидкостях літака. Тобто, максимальний викид  $\text{NO}_x$  має місце на злітному режимі двигуна і режимах, близьких до нього (при здійсненні зльоту літака і при наборі ним висоти польоту).

Під час визначення загальної кількості шкідливих речовин авіаційним спеціалістам доводиться сумувати  $\text{NO}_x$  з  $\text{C}_x\text{H}_y$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{CO}$  і навіть з твердими частинками сажі. Але на нашу думку, таке сумування шкідливих ВГ є некоректним.

На сьогодні вже існують альтернативні і акутальні методи підвищення екологічних властивостей авіаційного палива через підвищення його якості. Підвищити екологічні показники палива можна завдяки зменшенню вмісту в ньому сірки, ароматичних вуглеводнів (особливо бензолу), фактичних смол, олефінів та свинцю. А також додаванням відповідних присадок (додатків), наприклад, іонол (Агідол-1). На підставі серії дослідів українські дослідники дійшли висновку, що перехід України на паливо марки Jet A-1, пов'язаний з раціональним використанням нафтопродукту, не змінить екологічні показники палива, якщо не будуть проведені зміни в камерах згорання.

Особливості впливу ПС на довкілля пов'язані, по-перше, з тим, що сучасний парк літаків та гелікоптерів має ГТД. По-друге, ГТД працюють на авіапаливі, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних домішок. По-третє, головна маса ВГ викидається ПС



безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів. Загальний викид токсичних речовин повітряними апаратами може бути приблизно оцінений об'ємом споживаного авіацією палива.

До недавнього часу питання про вплив авіації на НС та здоров'я людей займали незначне місце в загальних дискусіях, присвячених проблемам захисту довкілля. Але усвідомлення суспільством важливості екологічних проблем та занепокоєність відносно шляхів їх вирішення викликали прийняття урядами багатьох країн відповідних політичних заходів, направлених на зниження впливу авіації на природу. Тому останнім часом екологічні аспекти авіатранспортних процесів притягують до себе значно більше уваги, ніж це було раніше. На сьогодні практично всі питання, що стосуються світової ЦА вирішує ІКАО. ІКАО виробляє основні вимоги до роботи цивільної авіації, в тому числі й вимоги щодо сертифікації літаків за рівнем впливу на НС, а також обмежує використання літаків, що не відповідають екологічним вимогам. При цьому, ІКАО майже не займається питаннями компенсації екологічних збитків від впливу ПС на НС, віддаючи ці питання на вирішення кожної окремої держави.

У багатьох країнах Європи та Північної Америки діють економічні механізми компенсації шкідливого впливу ЦА на НС. На жаль, в Україні цим питанням приділяється незначна увага.

Майже повністю відсутні теоретичні та методичні підходи до еколого-економічної оцінки впливу ЦА на НС. Потребують подальшого поглиблення та доповнення теоретичні та методичні положення, що пов'язані зі створенням механізму компенсації еколого-економічних збитків від авіатранспортних процесів.

Разом з цим, за об'єктивними оцінками, в недалекому майбутньому очікуване зростання об'ємів авіаційних перевезень може скласти 30–40 % на рік, а з введенням в Україні нової системи аеронавігаційного обслуговування, що відповідає новій стратегії управління повітряним рухом, очікується зростання

кількості транзитних літаків в 5–6 разів! Збільшення об'ємів роботи авіаційного транспорту на території нашої держави звичайно призведе до відповідного зростання впливу на довкілля. Таким чином, якщо навіть зараз кількісні показники еколого-економічних збитків незначні, то в недалекому майбутньому можливе їх істотне зростання.

Економічні збитки від впливу авіації на НС слід визначати від емісії авіаційних двигунів та від шумового впливу. Відмінності впливу та різні умови роботи спонукають до виконання окремих розрахунків збитків від емісії під час прольоту території, емісії в зоні аеродрому, шумового впливу. Таким чином збитки:

$$Z = Z_e + Z_{ш} = Z_{en} + Z_{ea} + Z_{ш}, \quad (1)$$

де:  $Z_e$  – збитки від емісії;

$Z_{ш}$  – збитки від шуму;

$Z_{en}$  – збитки від емісії під час прольоту території;

$Z_{ea}$  – збитки від емісії в зоні аеродрому.

Аналіз методів, що використовуються для розрахунків збитків від шкідливого впливу на НС, дозволив зробити висновок про можливість використання для оцінки впливу емісії на довкілля, методу непрямої (емпіричної) оцінки збитків з використанням показників питомих збитків на одиницю валових викидів шкідливих речовин. Формула для такого розрахунку має вид:

$$Z_e = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{z=1}^k Y_{zj} \cdot R_{ijz}, \quad (2)$$

де:  $Y_z$  – питомий збиток від викиду однієї тонни  $z$ -го компоненту емісії, в нашому випадку  $z = 3$  (оксид вуглецю, вуглеводні, оксиди азоту), грн/т;

$R_{ijz}$  – кількість  $z$ -го компоненту емісії, що викидається  $i$ -м літаком на  $j$ -му режимі роботи двигунів, т.

Аналіз вітчизняних методик розрахунку збитків від забруднення атмосфери, а також зарубіжних джерел дозволив визначити питомі збитки, що необхідні для розрахунку.

Визначення кількості викидів було орієнтовано на базу даних ІСАО по емісії авіаційних двигунів та базу даних підприємства «Укראерорух». З врахуванням наявної інформації було одержано залежність для розрахунку збитків під час польоту території:

$$Z_{en} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i \cdot Q_{i2} \cdot D_i}{V_i} \cdot \sum_{z=1}^3 Y_z \cdot EI_{iz2}, \quad (3)$$

де:  $3,6 \cdot 10^{-3}$  – коефіцієнт, що враховує розмірність;

$K_i$  – кількість двигунів на  $i$ -му літаку, шт;

$Q_{i2}$  – витрати палива одним двигуном  $i$ -го літака на режимі роботи № 2 (набір висоти), кг/сек;

$D_i$  – ортодромічна відстань, що пролетів  $i$ -й літак, км;

$V_i$  – швидкість крейсерського польоту  $i$ -го літака, км/год;

$EI_{iz2}$  – індекс емісії  $z$ -го компонента для одного двигуна  $i$ -го літака під час його роботи в режимі набору висоти, г/кг.

Формула для розрахунку збитків від емісії авіаційних двигунів в районі аеропорту буде дещо відрізнятись від (2) і прийме наступний вигляд:

$$Z_{ea} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \sum_{j=1}^m Q_{ij} \cdot t_{ij} \cdot \sum_{z=1}^k EI_{ijz} \cdot Y_z}{10^6}, \quad (4)$$

де:  $Q_{ij}$  – витрати палива одним двигуном  $i$ -го літака на  $j$ -му режимі роботи, кг/сек;

$t_{ij}$  – час роботи  $i$ -го літака на  $j$ -му режимі роботи (існують середні значення  $t$  для роботи літаків в зоні аеродрому), сек;

$EI_{ijz}$  – індекс емісії  $z$ -го шкідливого компонента одним двигуном  $i$ -го літака на  $j$ -му режимі роботи, г/кг;

$10^6$  – коефіцієнт, що враховує розмірність.

З використанням формул (3) і (4), фахівцями було проведено розрахунки збитків від емісійного впливу, окремо, для більше ніж тридцяти двигунів і літаків. Розрахунки було проведено поетапно, що дало змогу оцінити кількісні показники ВГ, вагу різних компонентів емісії й режимів роботи двигунів у загальній сумі збитків. Були виконані розрахунки для різних типів літаків з врахуванням можливості заміни двигунів на альтернативні, виконані обчислення відповідних зборів за аеронавігаційне обслуговування та аеропортових зборів за зліт-посадку та відношення розміру збитків до таких зборів, аналогічні розрахунки були проведені для вартості використаного палива, були обчислені питомі збитки на одного пасажира з врахуванням середнього коефіцієнту завантаження літаків. Проведені розрахунки дозволили зробити наступні висновки:

- найбільша доля збитків (у середньому 99 % для прольоту території і 90 % під час роботи літаків у зоні аеропорту) належить  $\text{NO}_x$ ;

- у залежності від типу двигуна, що може бути встановлено на літак, розмір збитків може змінюватися не більше ніж на 40 %;

- відношення розміру збитку до відповідних аеронавігаційних зборів складає в середньому 1,75 % під час прольоту території і 0,27 % під час операцій в зоні аеропорту;

- питомі збитки на одного пасажира склали в середньому 0,60 грн під час прольоту території на відстань 1000 км і 0,03 грн під час виконання зльоту або посадки;

- під час операцій в зоні аеродрому найбільшу вагу в розмірі збитків має режим набору висоти, а у витраті палива – зліт.

Разом з цим проведені розрахунки не дозволяють напряму оцінити розміри збитків на території України в цілому. Вирішити цю проблему можна за допомогою формул (3) і (4) з використанням бази даних підприємства «Украерорух», в якій реєструються всі польоти на українській території. Але під час розрахунків виникають деякі труднощі:

- в інформаційній базі «Украерорух» відсутня інформація про те, що двигуни встановлені на літаках;

- в базі даних ІСАО відсутня інформація про деякі двигуни виробництва країн колишнього СРСР, як неперспективних для міжнародних польотів.

Подолати ці перешкоди можна, але при цьому знизиться точність розрахунків. Крім того для виконання таких обчислень (для більше ніж 100 тис. літаків на рік) потрібно використовувати спеціальну програму для ЕОМ. У майбутньому можна виконувати такі обчислення разом з обчисленням аеронавігаційного збору.

Одержати результати, що за точністю будуть мало відрізнятися від обчислення за формулами (3) і (4), можна, знаючи структуру і загальну суму зборів за аеронавігаційне обслуговування, а також відповідні відношення збитків до аеронавігаційних зборів і правила обчислення останніх. Проводити такі розрахунки необхідно окремо для прольоту території, операцій в зоні аеродрому, а також по видах польотів. Таким чином збиток від емісії під час прольоту території:

$$Z_{en} = Z_{entm} + Z_{enm} + Z_{env} \quad (5)$$

де:  $Z_{entm}$  – збиток від емісії під час прольоту території транзитними літаками;

$Z_{enm}$  – збиток від емісії під час прольоту території літаками, що здійснюють міжнародні рейси;

$Z_{env}$  – збиток від емісії під час прольоту території літаками, що здійснюють внутрішні рейси.

$$Z_{en} = S \cdot V_n \cdot K_m + S \cdot V_n \cdot K_m \cdot C_{mm} + S \cdot V_n \cdot K'_e \cdot C_{en} \cdot \Delta R_n, \quad (6)$$

де:  $S$  – річна сума зборів за аеронавігаційне обслуговування, тис. грн;

$V_n$  – середнє відношення збитків від емісії під час прольоту території до відповідних зборів за аеронавігаційне обслуговування при прольоті території;

$K_m$ ,  $K_m$ ,  $K_e$  – відповідно доля транзитних, міжнародних і внутрішніх маршрутів в річній сумі зборів за аеронавігаційне обслуговування;

$C_{m1}$ ,  $C_{en}$  – відповідно середня доля аеронавігаційних зборів під час прольоту території в загальній сумі аеронавігаційних зборів для одного міжнародного або внутрішнього рейсу;

$\Delta R_n$  – відношення тарифів за аеронавігаційне обслуговування під час прольоту території міжнародних рейсів до внутрішніх.

Залежність для розрахунку суми збитків від емісії під час операцій у зоні аеродрому має такий вид:

$$Z_{ea} = Z_{eam} + Z_{eav}, \quad (7)$$

де:  $Z_{eam}$  – збиток від емісії під час операцій у зоні аеропорту літаків, що здійснюють міжнародні рейси;  $Z_{eav}$  – збиток від емісії під час операцій в зоні аеропорту літаків, що здійснюють внутрішні рейси.

$$Z_{ea} = S \cdot V_a \cdot K_m \cdot (1 - C_{m1}) + S \cdot V_a \cdot K_e \cdot (1 - C_{m1}) \cdot \Delta R_n, \quad (8)$$

де:  $V_a$  – середнє відношення збитків від емісії під час операцій в зоні аеропорту до відповідних зборів за аеронавігаційне обслуговування в зоні аеропорту;

$\Delta R_n$  – відношення тарифів за аеронавігаційне обслуговування в зоні аеропорту міжнародних рейсів до внутрішніх.

Збитки від шумового впливу авіації, з деякою точністю, також можна розрахувати за допомогою непрямої оцінки, при цьому як показники питомого збитку приймемо збиток на одного пасажера під час виконання зльоту або посадки. Для розрахунку показника питомого збитку було використано досвід французьких міжнародних аеропортів «Орлі» та «Шарль де Голь», що давно використовують такі показники для розрахунку зборів за шумовий вплив. Аналіз інтенсивності операцій в українських і французьких аеропортах, курсів валют дозволив

розрахувати питомий збиток від злету або посадки одного пасажира в нашій країні рівний 1,05 грн.

Економічний оптимум якості НС відповідає мінімуму витрат, обумовлених забрудненням довкілля, а соціальний – мінімуму збитків, що завдаються природньому середовищу. Загальні витрати  $P$  складаються з витрат на запобігання забруднення  $Z$  і економічних збитків від забруднення  $Y$ .

$$P = Z + Y \quad (9)$$

Економічний ефект передбачає  $P_{\min}$ , соціальний –  $Y_{\min}$ .

Маючи за основу вищевказані положення, було розроблено основні залежності для розрахунку економічного та соціального ефекту, економічної ефективності. Базуючись на наявній базі даних, було запропоновано відповідні формули для розрахунку вищевказаних показників для кожного з заходів, що можуть бути направлені на зменшення впливу ЦА на довкілля.

Аналіз результатів розрахунків дозволив зробити наступні висновки:

- з усіх розглянутих заходів економічно ефективні тільки експлуатаційні та організаційні;

- соціальний ефект приносять всі з вищезазначених методів, при цьому найбільші значення соціального ефекту притаманні найбільш радикальним заходам – модернізації двигуна та планера;

- організаційні та експлуатаційні заходи економічно ефективні тільки в аеропортах зі значною інтенсивністю польотів, в інших аеропортах вони також можуть бути ефективні, але при меншому ступені їх впровадження (менших витратах);

- результати розрахунків, що представлені в табл. 4.12, залежать від вибраних для розрахунків конкретних двигунів і аеропортів, але при зміні об'єктів, для яких виконуються розрахунки, висновки за результатами обчислень лишаються незмінними;

- під час обчислення ефективності (збитковості) модернізації двигуна й планера не врахували, що витрати на ці заходи будуть окуповуватись протягом десятків років, тоді як

організаційні та експлуатаційні заходи забезпечують ефект (соціальний та економічний) відразу ж після їх втілення.

Таким чином, якщо навіть буде створено економічний механізм, повної компенсації збитків від впливу авіації на довкілля, це не буде стимулювати авіакомпанії купувати більш сучасні і, як правило, більш дорогі літаки. Лише тепер стає зрозумілою роль ІСАО в цьому питанні. Здавалося б, обмеження по емісії та шуму запропоновані цією організацією в Додатку 16 до Конвенції про міжнародну ЦА, залежать від маси літака. Для більш сучасних літаків встановлено більш жорсткі вимоги, ніж до старих, крім того прикладаються зусилля для поступового виводу з експлуатації літаків, що не відповідають деяким вимогам. Таким чином ІСАО не економічно, а адміністративно, примушує авіакомпанії оновлювати свій повітряний парк машинами з низьким впливом на довкілля. Якщо докладніше розібратися в заходах ІСАО щодо зменшення впливу авіації на довкілля, стає зрозумілим, що ці заходи, крім адміністративної, мають ще й економічну основу. Адже під час купівлі літака авіакомпанія порівнює всі характеристики повітряної машини, в тому числі ціну, строк експлуатації, строк через який літак може бути знятий з експлуатації як невідповідаючий вимогам ІСАО.



## Питання для самоконтролю

1. *Наведіть визначення поняттю «авіарециклінг».*
2. *Охарактеризуйте ситуацію, що склалася у світі із застарілою авіаційною технікою.*
3. *Наведіть основні етапи утилізації авіаційної техніки.*
4. *Наведіть приклади існуючих на сьогодні у світі баз для зберігання застарілої авіаційної техніки.*
5. *Які компоненти застарілої авіаційної техніки можуть використовуватися повторно? Які компоненти не підлягають повторному використанню?*
6. *Які ви знаєте провідні компанії, що займаються переробленням застарілої авіаційної техніки?*
7. *Охарактеризуйте діяльність авіаційного транспорту як джерела забруднення навколишнього середовища.*
8. *Наведіть основні джерела забруднення довкілля, що розташовуються на території аеропортів.*
9. *Які наслідки для здоров'я людини може наносити діяльність аеропортів?*
10. *Які заходи застосовуються з метою мінімізації негативного впливу аеропортів на довкілля?*
11. *Який показник прийнято використовувати для кількісної характеристики викидів шкідливих речовин авіаційними двигунами?*
12. *Опишіть залежність емісії шкідливих речовин від режимів роботи типових сучасних авіаційних двигунів*
13. *Які вам відомі методи зниження емісії відпрацьованих газів авіаційних двигунів?*
14. *Опишіть методику розрахунку економічних збитків від впливу авіації на навколишнє середовище.*
15. *Охарактеризуйте результати розрахунків економічних збитків від емісії авіаційного транспорту в Україні.*

## РОЗДІЛ 5

### УТИЛІЗАЦІЯ КОСМІЧНОГО ТРАНСПОРТУ, ЩО ВИЙШОВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Експлуатація КТ – це сукупність штатних (за нормального функціонування) та аварійних діянь на всіх етапах: виробництво, експлуатація, ліквідація та утилізація. Але головний вплив КД на поверхню Землі сконцентровано в районах, дотичних до космодромів і зонах падіння ступенів космічних ракет. Останні представляють собою спеціально відведені великі території. Крім цього, в результаті аварійних падінь космічних апаратів (КА) і ракет, можливо виникнення екологічної катастрофи практично на різних ділянках земної поверхні. Необхідно зауважити, що лише в останні роки в світі, з'явилися цільові дослідження та відкриті публікації, присвячені цим проблемам.

Запуск об'єктів ракетно-космічної техніки (РКТ) в космос реалізується з спеціальних стаціонарних наземних об'єктів – космодромів. Але ця традиція була порушена в 1999 р., коли такі держави як: США, Росія, Норвегія та Україна реалізували новий проект під назвою «Морський старт», коли КК стартував з морської платформи.

#### **5.1. Вплив космічної діяльності на екологічний стан біосфери Землі**

На сьогодні у світі активно експлуатується 15 космодромів, кожний із яких являє собою складну інженерну споруду та є об'єктом підвищеної екологічної небезпеки. Активно виконуються роботи з проекту «Повітряний старт» в різних країнах (Україна також виконує цю роботу, так як має досвід з реалізації проекту «Повітряно-космічний літак» («Буран»). У 1988 р. (СРСР) ця програма була закрита у зв'язку з відсутністю фінансування.

Експлуатація космодромів істотно впливає на НС, особливо в разі випадку аварій тяжких та над тяжких ракет на старті, коли значна кількість палива (декілька сот тонн) попадає

в атмосферу та на поверхню Землі. Слід зазначити, що конкретні дані та аналіз екологічного забруднення прилеглих районів космодромів практично відсутні у відкритих джерелах, так як кожен космодром є режимним об'єктом. Існуючі ракетно-космічні системи реалізовані, як правило, за багатоступеневою схемою (за винятком нових багаторазових одноступеневих ракет). Ракетносії мають від 2 до 6 ступенів і множин інших відокремлених елементів, кожний з яких відкидається за непотрібністю після того, як він виконає свою функцію в польоті в процесі виведення в космос корисного навантаження – КА. Райони падіння ступенів ракет, розташовані вздовж траси польотів ракетносіїв.

Найменшу небезпеку, з точки зору впливу на НС, створюють падіння головних обтічників. Загальна площа таких районів тільки в Росії складає 5.259.000 га. Забруднення має місце в результаті падіння других ступенів ракет «Союз», коли падають два великих фрагмента. Другі ступені ракет «Протон» та «Циклон» руйнуються при падінні на висотах 35 – 50 км, їх фрагменти забруднені високотоксичними компонентами палива з яких найбільшу небезпеку представляє гептил.

Найбільшу небезпеку представляють падіння перших ступенів ракет «Протон», «Космос», «Циклон», «Циклон-М». При падінні на землю, ці ступені самосвавільно вибухають, що забезпечує розсіювання в атмосферу та розлив високотоксичних компонентів. Загальна площа таких районів оцінюється приблизно в 1 млн га.

Проблема районів падіння має довгу передісторію. На початку космічної ери про це не замислювались. При визначенні місця розташування космодромів та траєкторії виведення, головним було виключити ризик падіння ступенів та фрагментів ракет на населені пункти та інші важливі об'єкти наземної інфраструктури в тому числі використовуючи підрив ступенів у польоті.

Крім районів падіння ступенів ракет при запусках, існують також і штатні райони «затоплення» космічних об'єктів після керованого закінчення їх існування на навколосемній орбіті. Наприклад, штатний район затоплення вантажних КК «Прогрес» (Росія) має площу в декілька млн кв. км

і знаходиться в південній частині Тихого океану, на сході Нової Зеландії.

Падіння об'єктів РКТ та їх фрагментів на земну поверхню можуть приводити до руйнування населених пунктів, потенційно небезпечних промислових об'єктів, природних об'єктів. Космічні апарати мають обмежений час існування на навколосемних орбітах (5–10 років).

Для низьких орбіт (біля 200 км) час існування не перевищує декілька місяців, після чого об'єкт переходить в режим повернення на Землю, або закінчує своє існування й практично згорає в шарах атмосфери, де температура сягає тисячі градусів. Цій проблемі приділяється недостатньо уваги під час проектування КА, а також в процесі експлуатації. Ця проблема тісно пов'язана з КС – не контролюючим згоранням великих фрагментів сміття та падінням залишків цього сміття на Землю з космосу.

Останнім часом інтерес до цієї проблеми постійно зростає. Особливу небезпеку представляють падіння космічних об'єктів, що мають на борту ядерні установки.

У 1964 році супутник «Транзит» (США) з радіоізотопним генератором зруйнувався в аварії і згорів в атмосфері над Індійським океаном. Згорів і контейнер з радіоактивним плутонієм, при цьому в атмосфері Землі було розсіяно 2,1 фунта плутонію-238.

Як було зазначено вище, плутоній-238 є однією з найбільш небезпечних радіоактивних речовин, канцерогенною дозою є одна мільйонна доля грама цієї речовини. Таким чином, формально одного фунту достатньо, щоб викликати рак у кожної людини на Землі. Аналіз радіоактивного пилу, по спеціальній програмі в 1970 р., показав, що він присутній на всіх широтах Землі. Професор медичного факультету Каліфорнійського університету Д. Гофман вважає, що регулярні розсіювання плутонію-238 привели до зростання захворювання на рак легенів на всій планеті Земля.

У наш час в НКП знаходиться більше 60 об'єктів з радіоізотопними термоелектричними генераторами та ядерними енергетичними установками. 56 об'єктів знаходяться на висотах 800-1500 км, а 2-на геостаціонарних орбітах (висота близько

36000км). Росії належить 31 КА з ядерними енергетичними установками. Руйнування цих КА при зіткненні з КС та їх наступний вхід в щільні шари атмосфери, можуть мати серйозні екологічні наслідки.

У 1996 р. зруйнувався та впав в Тихий океан, недалеко від Чилі, російський космічний зонд «Марс», що мав на борту півфунта плутонію. 13 грудня 1996 р. чилійська газета «EL Mercurio» повідомила про те, що дві доби поспіль, підрозділи болівійської армії знайшли залишки російської станції «Марс-96», яка мала на борту ядерні джерела енергії, на території Болівії. На думку багатьох спеціалістів, особливу небезпеку представляють проекти по запуску космічного зонду «Кассіні», призначеного для дослідження Сатурну, що має на борту ядерний реактор з 72 фунтами плутонію-238. У разі катастрофи, при проходженні КА поблизу Землі, радіацією можуть бути уражені 30–40 мільйонів людей, а загальний вплив на НС буде глобальним. Небезпека катастрофи «Кассіні» може значно збільшитись при другому прольоті навколо Землі на висоті 800 км (найзабрудненіший шар КА), де імовірність аварійного зіткнення для такого об'єкту дуже велика.

Таким чином, радіаційна небезпека КД є досить реальною, особливо під час реалізації перспективних космічних проектів.

Радіаційна небезпека КД безпосередньо впливає на здоров'я та самопочуття космонавтів. Над цією проблемою працюють всі без виключення країни – члени космічного клубу. У багатьох країнах створені спеціальні лабораторії, стенди, тренажери, де проводяться дослідження впливу космічного випромінювання на здоров'я та самопочуття космонавтів під час довготривалому польоті.

Під час польоту КК «Аполлон-8» (осінь 1968 р.), командир корабля полковник Ф. Борман відчув нездужання після прольоту КК радіаційних поясів Землі та магнітосфери.

На думку вчених, радіаційна небезпека сучасних довготривалих польотів по пріоритету не нижче, ніж невагомість. Наразі розроблені нові норми радіаційної безпеки для космонавтів, що будуть дуже жорсткими. До сих пір відсутні достовірні факти та дози, що космонавти получили та отримують під час польотів. Як правило, що вони «знаходяться в

межах допущення». Тому, при довгостроковому перебуванні людини в космосі, необхідно мати спеціальні радіаційні сховища з підвищеною товщиною захисту, що дозволять знаходитись там космонавтам при підвищеній сонячній активності. Необхідно також передбачити захист бортових систем, комп'ютерів, а також інших засобів електроніки від радіаційної небезпеки. Галактичні космічні промені (мають надзвичайно високу енергетику), мають здатність короткочасно впливати на організм людини й бортову техніку в космосі. Ці обставини можуть привести до збоїв роботи систем життєзабезпечення на борту КК.

## **5.2. Вплив антропогенного фактору на НКП і екологію біосфери**

Польоти КК супроводжуються потужними динамічними обуреннями НКП та виділенням великої енергії в НС (рис. 5.38, 5.39, 5.40).

Динамічні обурення густини в результаті польоту космічних ракет проявляються у виді акусто-гравітаційних хвиль, що розповсюджуються на відстань в сотні і навіть тисячі кілометрів. Низькочастотні акустичні хвилі з періодом 1,5–4 хв спостерігалися під час запуску КК «Аполлон-12» та «Аполлон-13». Фазова та групова швидкість цих хвиль становила 0,7–0,8 км/с та 0,22–0,45 км/с відповідно.

Виникнення акусто-гравітаційних хвиль з груповими швидкостями біля 0,3 км/с було зареєстровано під час запусків ракет «Сатурн». Спостереження проводились доплеровським зондуванням іоносфери. Метод доплеровського зондування іоносфери дозволяє надійно фіксувати основні параметри цих коливань та по ним визначати характеристики хвильових рухів.



Рис. 5.38. Стартує українська ракета «Зеніт-3SL» з морської платформи



Рис. 5.39. На старті космодрому Байконур українська ракета «Зеніт -3SLB»

Узагальнення даних більш ніж 300 таких спостережень під час пуску ракет з американських космодромів, дозволило знайти два типи хвильових обурень: надзвукові хвилі з груповою швидкістю біля 1 км/с та дозвукові хвилі зі швидкістю 0,2 км/с.



Рис. 5.40. Стартує українська конверсійна ракета «Дніпро»

Аналогічні результати були отримані при спостереженнях на відстанях багатьох тисяч кілометрів від місця польоту ракети. При цьому швидкість розповсюдження обурення складала 1 км/с, а горизонтальна довжина хвилі складала 1500 км. Таким чином, в результаті динамічного впливу ракет в НКП, виникають переміщення обурень нейтральної густини та електронної концентрації, що мають період порядку години та просторові розміри цих обурень складають 1000–1500 км. За цими основними показниками, обурення близькі до добових варіацій густини верхньої атмосфери: 1 год та 1000 км. Проблема антропогенного виділення енергії в НС є ключовою під час аналізу будь-якої екосистеми. При цьому слід розрізняти імпульсні (або квазіперіодичні) діючі джерела. Як відомо, в НКП присутні квазіперіодичні (сонячне ультрафіолетове випромінювання), а також імпульсні (геомагнітні бурі) джерела енергії. Потужність першого з цих джерел дорівнює в середньому 10,000 Гвт, а потужність другого, для помірної геомагнітної бурі, дорівнює 100 Гвт. Потужність джерела енергії, пов'язана з прольотом ракети «Протон» складає біля 10 Гвт. Ця величина дорівнює області висот 100 км. Оскільки



в даному випадку антропогенне джерело є квазіперіодичним імпульсним, його слід порівнювати з аналогічним природним, тобто з джерелом, пов'язаним з геомагнітною бурею, першопричиною якої являється сонячний вітер. У цьому випадку потужність антропогенного джерела складає 10 % від природного джерела. У разі помірної геомагнітної бурі, в НКП розвивається цілий комплекс явищ в верхній атмосфері та іоносфері, що характеризуються змінами густини, складу, температури. Під час геомагнітної бурі вклад енергії в середовище здійснюється виключно в високоширотних областях і час дії джерела складає біля години. Пуски ракет відбуваються, як правило, на середніх широтах і час їх польоту в області висот більше 100 км не перевищує декілька хвилин. Розрахунки, за допомогою моделі верхньої атмосфери показують, що збільшення температури в середньому на 10 % може мати місце в області з горизонтальними розмірами в декілька сотень кілометрів на висотах більше 150–200 км.

Під час польоту ракет в НКП (у всіх її частинах: верхня атмосфера, іоносфера та магнітосфера) утворюються різні хімічні речовини. Найбільш важливими з них є  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ .

Основними продуктами викидів двигунів сучасних ракет являється  $\text{CO}_2$ , що згідно з розрахунками, розповсюджується в нижній термосфері на сотні кілометрів від траєкторії ракети.  $\text{CO}_2$  відіграє дуже важливу роль в тепловому балансі термосфери, так як інфрачервоне випромінювання цього компоненту являється одним з головних каналів охолодження середовища. Тепловий баланс термосфери встановлюється в результаті нагрівання ультрафіолетовим випромінюванням та охолодження інфрачервоним випромінюванням, дуже значна частина якого обумовлена молекулами  $\text{CO}_2$ . Проаналізуємо вплив роботи двигунів ракет на нижню частину НКП – стратомезосферу. Це середовище має дуже складний хімічний склад, основним компонентом якого являється озон.

Оскільки озон є останньою перешкодою на шляху небезпечного для всього живого ультрафіолетового випромінювання, основна частина якого поглинається на великих висотах, тому склад озону і його кількість становлять

предмет пильної уваги і в наш час виросло в важливу екологічну проблему збереження озонового шару Землі.

У результаті роботи двигунів ракет утворюються практично всі ті речовини, що обумовлюють загибель озону в природних умовах. Найбільш важливими з них є оксид азоту та хлор з його сполученнями:  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ . Останні утворюються в результаті роботи двигунів на твердому паливі.

На жаль, в наш час відсутні будь-які надійні дані спостереження змін озонового шару при пусках ракет, тому всі оцінки таких змін будуються тільки на основі модельних розрахунків. У такому разі, особливе значення набувають точні знання про чисельну кількість сполук, що руйнують озоновий шар.

Найбільші труднощі виникають при виявленні складу оксиду азоту, оскільки на нього, а також на інші компоненти, впливають істотно неврівноважені процеси, причому настільки, що під час їх врахування вміст оксиду азоту підвищується на шість порядків. Крім цього, додаткове утворення оксиду азоту може мати місце при взаємодії викинутого в великих кількостях молекулярного азоту з атомарним киснем верхньої атмосфери – «догорання».

Як показують багаточисельні спостереження, польоти космічних ракет супроводжуються істотними змінами концентрації електронів в іоносфері. У результаті утворюються «іоносферні дірки». Перші спостереження «іоносферної дірки» відносяться до початку 60-х років і були пов'язані з запуском потужних американських ракет «Атлас» та «Сатурн». Найбільш великомасштабні падіння електронної концентрації спостерігалися в результаті запусків ракети «Сатурн-5». У низці випадків горизонтальні розміри «дірки» сягали декілька мільйонів квадратних кілометрів. При цьому, електронна концентрація зменшилась в декілька разів. Спочатку спостерігались «дірки» утворені над територією США, а потім вони були виявлені, при зондуванні іоносфери, над територією Західної Європи, України та бувшого СРСР. Падіння електронної концентрації в верхній атмосфері під час польоту ракет має суто хімічну природу. Таким чином, в результаті КД, досить гладке та регулярно змінюючи

природне середовище, яким є НКП, губить свої основні властивості (сезонні та широтні варіації, зміна сонячної активності) визначені дією Сонця та набуває зовсім інші властивості, в залежності від частоти пуску потужних космічних ракет, формують маси різних тіл та сполук, що відсутні в природних умовах.

Хоча природні умови на значній частині земної кулі вже давно змінені в результаті антропогенних дій, до недавнього часу ці зміни були головним чином сумою локальних змін, що потім розповсюдились на величезному просторі тільки внаслідок розширення сфери господарської діяльності людини. Наприклад, вирубка лісів на одному континенті не впливають на ліси інших континентів, будівництво дамб на окремих річках не впливало на стік водних мас в інших і т.д. Інша справа, коли людина починає впливати на глобальні природні процеси, в цьому випадку вплив на НС одного району може змінити природні умови в інших районах, віддалених на великі відстані. Деякі приклади впливу людини на широкомасштабні природні процеси були відомі раніше. Наприклад, знищення перелітних птахів в окремих країнах середніх широт змінило фауну тих тропічних країн, де ці птахи знаходились у відповідні сезони. Аналогічна ситуація відбувалась з деякими морськими тваринами та рибами. Але ці приклади відносяться до тих компонент біосфери, вплив яких на неї не дуже великий.

В останній час виявлено, що від діяльності людини почали змінюватися фізичні та хімічні складові атмосфери та океану, в результаті чого виникає можливість антропогенної зміни інших компонентів біосфери. При цьому, завдяки інтенсивному горизонтальному перемішуванню атмосфери, та верхніх шарів океанічних вод, антропогенний вплив на океан і в особливості на атмосферу, може розповсюджуватись на великі відстані від району, де ці дії відбуваються.

Оскільки атмосферні процеси суттєво впливають на всі компоненти біосфери, включаючи живі організми, очевидно, що великомасштабні зміни системи «атмосфера-океан» обов'язково приведуть до зміни біосфери в цілому, що можуть стати несприятливими і навіть катастрофічними для всього людства. Під атмосферою, в даному випадку, розуміється приземний шар

газу, тропосфера яка розповсюджується на висоті 16–18 км в екваторіальній зоні та до 8–10 км в високих широтах.

Фізичні процеси, що відбуваються в тропосфері, визначають зміни погоди та впливають на кліматичні умови різних районів нашої Планети. До цих процесів відносяться поглинання сонячної радіації, формування потоку довгохвильового випромінювання, що уходить в космічний простір, вологообіг, пов'язаний з формуванням хмар та випадінням опадів. Визначення впливу антропогенної зміни НКП на кліматичні процеси, пов'язано з передачею певних обурювань НКП в тропосферу та є частиною більш загальної проблеми – сонячно-земних зв'язків. Гіпотеза про наявність сонячно-земних зв'язків пов'язана з тим, що приземна та верхня атмосфера НКП складають єдине природне середовище, в середині якої є безліч безпосередніх і зворотних зв'язків, завдяки яким виникає можливість передачі через НКП ефектів, пов'язаних з активністю Сонця в приземну атмосферу.

Наявність в НКП твердих фрагментів КС, з однієї сторони, здійснюють небезпеку для КА, а з іншої сторони – змінюють природні властивості самого НКП. Таким чином, для оцінки граничного рівня такого забруднення, треба використовувати як техногенні, так і фізичні критерії. Головним технологічним критерієм, в даному випадку, являється імовірність зіткнення КА з фрагментами КС розміром 1 см і більше.

Оцінки ймовірності зіткнення КА з КС виконувались неодноразово. Ключовим моментом цих розрахунків є вибір моделі КС. Такі моделі були розроблені в Центрі програмних досліджень Російської академії наук (РАН) для розрахунків ймовірності зіткнення для космічної станції «МИР». Виявилось, що за сучасного рівня забруднення НКП ймовірність зіткнення часток КС по поверхні станції становить 40 % для часток розміром більше 3 мм, 8 % для часток розміром 5 мм та 2 % для часток розміром 10 мм за десять років, таким чином зіткнення з часткою більше 3 мм може трапитись один раз у 25 років.

Оцінки по іншим моделям дають більш високі ймовірності. Так, при площі поперечного перетину КА 10 м<sup>2</sup> ймовірність зіткнення з часткою в 10 см за 5 років становить 3 %, а при площі 50 м<sup>2</sup> – 17 %.

Загальноприйняті критерії надійності роботи систем КА потребують імовірності не більше 0,001–0,0001 %. Таким чином, усі КА працюють сьогодні в зоні підвищеної небезпеки. Для того, щоб цю небезпеку ліквідувати, треба знизити рівень КС у декілька разів і це можливо в разі зупинення всієї КД всіх країн космічного клубу приблизно на 50 р. Розрахунки свідчать про те, що зупинення КД на 75 р., забезпечить падіння КС в 2,7 рази.

Підводячи підсумки вищезазначеному, сформулюємо напрями зменшення забруднення НКП твердими частками, а також максимального уникнення забруднення екології біосфери.

1. Необхідно знизити рівень КС через пошук компромісу між безпекою КД та необхідністю її продовження. Одним із напрямів є інтеграція космічних досліджень та вибір критерію ефективності кожного пуску ракети. Це дозволить систематизувати космічні дослідження, зменшити витрати кожної окремої країни, члена космічного клубу, та значно зменшити кількість пусків.

2. Слід розробити системи підвищеного захисту КА. Хоча це потребує додаткової маси системи (вивід на орбіту 1 кг коштує = 10 000 \$), але безпека польоту та життя космонавтів вище за всяку ціну.

3. Необхідно заборонити всім країнам, членам космічного клубу, реалізовувати на орбітах передбачені та непередбачені вибухи при закінченні життєвого строку КА.

4. Зобов'язати країни, членів космічного клубу, принципово змінити технологію виведення КА на орбіти та довести до мінімуму супроводжуючих цей процес відокремлення їх фрагментів.

5. Розробити стандарти безпеки поведінки в НКП, з урахуванням конструкцій ракетноносіїв і КА, з процедурою атестування по зменшенню орбітального сміття.

6. Слід розробляти КА з використанням сучасних технологій, матеріалів, безвідходних технологій, що підвищать ресурси їх активного існування.

7. Необхідно розробляти орбітальні системи для зборання КС на низьких і середніх орбітах, застосовуючи технології їх утилізації.

### **5.3. Джерела техногенного забруднення НКП**

До складу НКП входять: верхня атмосфера, іоносфера та магнітосфера. При розгляді екологічних проблем логічно користуватися уявленням про НКП до складу якого входять верхня атмосфера та іоносфера. Як раз в цих структурах здійснюється КД.

У процесі роботи ракетних двигунів в НКП викидається величезна маса різних хімічних продуктів, в основному газоутворених. Ці продукти мають дуже високу температуру й швидкість в ближній від сопла ракети зоні, внаслідок чого відбувається швидке гідродинамічне розширення маси газу, що викидається і його охолодження до температури НС. У результаті в верхній атмосфері вздовж всієї траєкторії польоту ракети формується хмара з дуже складними хімічними сполуками газів, що вже при температурі НС вступають взаємодію з компонентами верхньої атмосфери та іоносфери в процесі повільного дифузного розпилю хмар.

Сучасні ракети мають рідинні та твердопаливні двигуни. Найбільш потужними з рідинних двигунів ракет є російсько-український «Протон», з твердопаливних – американський «Шаттл». Розподіл продуктів викидів по висотах вздовж траєкторії польоту ракети-носія визначався з урахуванням циклограм роботи двигунів по результатам розрахунку складу компонентів продуктів горіння текучого з двигуна струменю (рис. 5.41–5.43).

Результати розрахунків розподілу компонентів, що викидаються в верхню атмосферу при прольоті ракет «Протон», «Протон-М» та «Шаттл» представлені в таблицях 5.13–5.15.

Основними продуктами викидів ракетних двигунів являється вода та  $\text{CO}_2$ . Під час прольоту однієї ракети «Протон» в НКП надходить біля 100 т води та більше ніж 90 т  $\text{CO}_2$ , а під час прольоту ракети «Шаттл» – 570 т води та більше 100 т  $\text{CO}_2$ .



Рис. 5.41. Ракета «Протон»

На висоті вище 100 км молекули води дисоціюють під впливом сонячного ультрафіолетового випромінювання, створюючи атомарний водень. Відповідно для ракети «Шаттл» утворюється 14 т атомарного водню, для ракети «Протон» – 5,5 т. Крім цього, «Шаттл» на висоті вище 100 км викидає біля 4,5 т молекулярного водню. Таким чином, сумарний вихід водню під час польоту «Шаттла» сягає біля 19 т, що дорівнює 21 % від глобального складу водню на висотах вище 100 км.

Таблиця 5.13

Викиди в атмосферу компонентів продуктів горіння  
під час польоту ракети «Протон»

| Діапазон висот, км | Маса компонентів в діапазоні висот (т) |                  |         |         |                |                |
|--------------------|--|------------------|---------|---------|----------------|----------------|
|                    | CO <sub>2</sub>                        | H <sub>2</sub> O | CO      | NO      | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
| 0–10               | 81,04                                  | 66,39            | 0,0636  | 2,0170  | 0,001203       | 71,41          |
| 10–20              | 28,83                                  | 23,68            | 0,09028 | 0,7299  | 0,003131       | 26,19          |
| 20–30              | 21,32                                  | 17,44            | 0,06929 | 0,5469  | 0,007107       | 20,34          |
| 30–40              | 15,94                                  | 14,44            | 1,65600 | 0,4748  | 0,061260       | 17,20          |
| 40–50              | 7,464                                  | 7,842            | 2,06000 | 0,2699  | 0,091490       | 11,63          |
| 50–70              | 6,442                                  | 7,446            | 2,53400 | 0,2323  | 0,120700       | 8,933          |
| 70–100             | 13,03                                  | 15,07            | 5,12700 | 0,4701  | 0,244200       | 18,07          |
| 100–130            | 14,53                                  | 16,79            | 5,71600 | 0,5240  | 0,272300       | 20,15          |
| 130–160            | 8,107                                  | 9,397            | 3,23700 | 0,2918  | 0,155800       | 11,29          |
| 160–200            | 7,514                                  | 8,896            | 3,32900 | 0,2665  | 0,170800       | 10,30          |
| 200–201            | 1,792                                  | 2,122            | 7,94200 | 0,06358 | 0,040730       | 1,474          |
| Усього             | 206,0                                  | 189,5            | 24,6800 | 5,8870  | 1,169000       | 217,5          |

Таблиця 5.14

Викиди в атмосферу компонентів продуктів горіння  
під час польоту ракети «Протон-М»

| Діапазон висот, км | Маса компонентів в діапазоні висот (т) |                  |         |        |                |                |
|--------------------|--|------------------|---------|--------|----------------|----------------|
|                    | CO <sub>2</sub>                        | H <sub>2</sub> O | CO      | NO     | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
| 0–10               | 78,20                                  | 64,06            | 0,06018 | 1,9460 | 0,001131       | 71,86          |
| 10–20              | 29,47                                  | 24,20            | 0,0929  | 0,7460 | 0,003206       | 27,56          |
| 20–30              | 21,02                                  | 17,19            | 0,06826 | 0,5392 | 0,007001       | 20,98          |
| 30–40              | 15,55                                  | 14,09            | 1,6160  | 0,4631 | 0,059750       | 17,53          |
| 40–50              | 7,357                                  | 7,732            | 2,0340  | 0,2661 | 0,090370       | 6,692          |
| 50–70              | 6,165                                  | 7,127            | 2,4260  | 0,2224 | 0,115600       | 8,465          |
| 70–100             | 13,42                                  | 15,52            | 5,2820  | 0,4842 | 0,251600       | 18,43          |
| 100–130            | 18,05                                  | 20,86            | 7,10100 | 0,6510 | 0,338300       | 24,78          |
| 130–156            | 10,77                                  | 13,57            | 4,2370  | 0,3895 | 0,242500       | 14,79          |
| Усього             | 200,60                                 | 184,30           | 22,920  | 5,7070 | 1,109000       | 211,10         |



*Таблиця 5.15*

Викиди в атмосферу компонентів продуктів горіння  
ракети «Шаттл»

| Діапазон висот, км | Маса компонентів (т) |                  |        |         |                |                |
|--------------------|----------------------|------------------|--------|---------|----------------|----------------|
|                    | CO <sub>2</sub>      | H <sub>2</sub> O | CO     | NO      | H <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |
| 0–10               | 234,30               | 267,60           | 0,1120 | 8,38700 | 0,002808       | 45,8200        |
| 10–20              | 94,46                | 99,89            | 0,3912 | 0,74650 | 0,004146       | 18,5500        |
| 20–30              | 69,88                | 84,30            | 0,6668 | 0,17463 | 0,979200       | 7,4690         |
| 30–40              | 36,85                | 55,36            | 1,0380 | 0,06233 | -              | -              |
| 40–50              | 0,36                 | 26,09            | 2,4710 | 0,02164 | 1,140000       | 0,9687         |
| 50–70              | 0,00                 | 56,03            | 0,0000 | 0,03651 | 2,064000       | 0,2329         |
| 70–100             | 0,00                 | 124,20           | 0,0000 | 0,08090 | 4,573000       | 0,7556         |
| 100–109            | 0,00                 | 124,30           | 0,0000 | 0,08103 | 4,581000       | 1,0780         |
| Всього             | 437,9                | 837,8            | 4,6790 | 9,59000 | 13,360000      | 88,3500        |



Рис. 5.42. Космічний корабель «Шаттл»



Рис. 5.43. Міжнародна космічна станція в польоті

При цьому ракета «Протон» на висотах вище 100 км викидає біля 30 т діоксиду вуглецю, а «Шаттл», практично, на цих висотах  $\text{CO}_2$  не викидає. Це пов'язано з хімічним складом палива та циклограмою роботи двигунів. У процесі роботи двигунів ракети «Протон» на висотах вище 100 км викидається біля 30 т  $\text{CO}_2$ , що набагато тяжче атомів водню та більше по розміру, тому дифузійне розпилення цієї хмари протікає набагато повільніше.

Концентрація всіх компонентів верхньої атмосфери нижче 100 км, в страто-мезосфері, різко підвищується, в зв'язку з чим вклад в їх складові продуктів роботи ракетних двигунів під час одноразових пусків стають не стільки важливими, чим за високої частоти пусків. Крім того, висока густина газів заважає розповсюдженню продуктів на істотній відстані від місця викидів.

На основі вищезазначеного, зробимо деякі висновки розповсюдження в НКП продуктів роботи ракетних двигунів:

- пара  $\text{H}_2\text{O}$  є головним продуктом, що утворюється в НКП в результаті роботи ракетних двигунів;

- на висотах більше 100 км молекули  $H_2O$  доволі швидко розкладаються, утворюючи водень, кількість якого навіть від однієї ракети порівнюється з його глобальним реальним складом;

- водень розповсюджується на відстань в десятки кілометрів, утворюючи в НКП грибовидну хмару, склад атомів водню в якому перевищує фонове значення на відсотки, під час польоту ракети «Протон», та на десятки під час польоту ракети «Шаттл»;

- ступінь порушення реального балансу водню в НКП дуже залежить від геліогеографічних умов і вона максимальна при низькій сонячній активності, особливо якщо пуски ракет здійснюються періодично;

- утворений внаслідок польотів ракети «Протон»  $CO_2$  розповсюджується в НКП повільніше, чим водень з більшою масою і більшим розміром молекул. Цей розподіл в середині цієї області вкрай нерівномірний – від одиниць процентів на межі, до багаторазового перевищення в зоні, де проходила траєкторія польоту ракети.

#### **5.4. Забруднення НКП твердими фрагментами (космічним сміттям)**

Вивід на орбіті КА і їх наступне функціонування супроводжується утворенням в НКП великої кількості техногенного сміття, що складається з закінчивши своє активне існування супутників, останніх ступенів ракетноносіїв, елементів систем відділення супутників від носіїв, розгінних блоків, а також уламків супутників та ракетноносіїв, утворених в результаті аварійних та передбачуваних вибухів (рис. 5.44, 5.45). Передбачувані вибухи проводяться з метою знищення секретних супутників після закінчення їх строку служби. Аварійні та раптові вибухи пов'язані з залишками ракетного палива в маневрових двигунах і розгінних блоках КА.



Рис. 5.44. Космічне сміття навколо Земної кулі

Темпи КД набули такої швидкості, що не дивлячись на поступове падіння твердих фрагментів, та їх наступне згорання в більш щільних шарах атмосфери, відбувається неухильне зростання КС, що вже реально загрожує безпеці КД країн – членів космічного клубу. Ця загроза посилюється тими обставинами, що фрагменти КС мають велику швидкість (від 6 км/с до 10 км/с), за якої навіть частинка розміром 1 см спроможна пробити оболонку сучасного КК.

Ця, так звана техногенна небезпека КС, може мати й тяжкі екологічні наслідки в разі аварійного падіння КА на Землю.

Існує і пряма екологічна небезпека, пов'язана з порушенням основних властивостей НКП. Вже зараз маса КС дорівнює масі газу верхньої атмосфери вище 400 км. Зовсім неприпустимим, у відношенні як техногенної так і екологічної небезпеки, представляється досягнення критичної маси КС, за якої почнеться лавинний процес збільшення кількості часток КС через їх дроблення та зіткнення одне з одним.

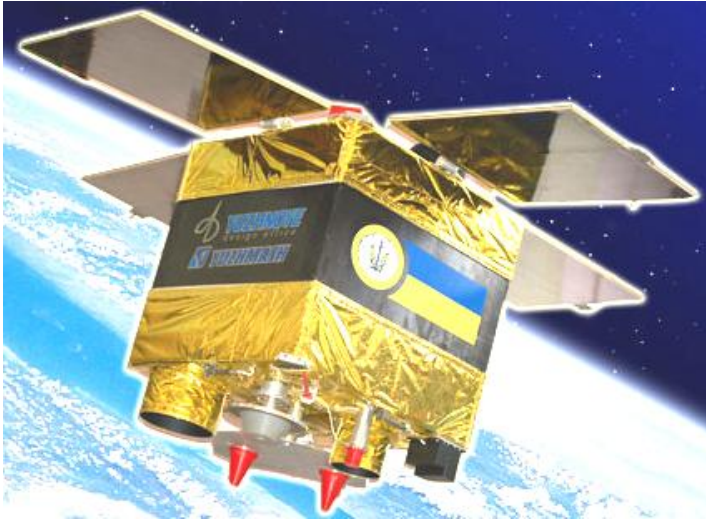


Рис. 5.45. Український супутник «Січ-2»

У наш час в НКП знаходиться більше 12,5 тис. об'єктів розміром більше 10 см та більше 600 тис. об'єктів розміром від одного см і більше. За цими фрагментами йде постійне слідкування й всі вони занесені в спеціальні каталоги. Такі каталоги ведуть в NASA (каталог NORAD), та в Роскосмосі (каталог військового космічного командування РФ). Загальна маса об'єктів, що знаходяться в каталозі перевищує 10000 т. Крім цього, існує велика кількість малих об'єктів, про наявність яких свідчать результати аналізу багатьох каверн, що з'явилися на панелях сонячних батарей супутників внаслідок їх бомбардування твердими частками (рис. 5.46). Під час польоту американського КК «Спейс Шаттл», в його ілюмінатор влучила частка сміття, що залишила вирву діаметром 2,4 мм та глибиною 0,63 мм, пошкодивши скло кабіни з кругом, діаметром 4 мм. Дослідження показало, що це була маленька частка фарби, діаметром 0,2 мм, що летіла зі швидкістю 6 км/с. Висотний розподіл часток різних розмірів представлений в табл. 5.16.

Основна маса КС знаходиться на висоті нижче 1000 км. Оскільки маленькі фрагменти КС, (менше 10 см), поки що неможливо каталогізувати, єдиним засобом кількісного опису є побудова статистичних моделей КС. Моделі засмічення космічного простору забезпечують математичний опис розподілу об'єктів в просторі, рух потоку об'єктів та їх фізичні характеристики (розмір, маса, густина, особливості переміщення).

Для виявлення імовірності зближення та зіткнення КА з КС розроблені та розробляються математичні моделі засмічення космічного простору, що описують розподіл уламків в просторі, їх рух і фізичні характеристики. Моделі по своєму характеру можуть бути короткостроковими (часові періоди на десять років) та довгостроковими (часові періоди більше десяти років). Ні короткострокові, ні довгострокові моделі не враховують періодичність зміни концентрації сміття, що після чергового руйнування залишків КА, зберігається від декілька годин до декілька місяців.

Метою довгострокового моделювання засмічення НКП являється склад довгострокових (до 100 років) прогнозів кількості об'єктів як функції часу, висоти, зниження і розміру об'єкта. Ці прогнози відіграють важливу роль під час оцінки, коли необхідно прийняти рішення по зниженню засмічення, та ефективності даних дій, а також впливати на нову КД. Прикладом довгострокових моделей являються: CHAIN (NASA), CHAINEE (EKA), LUCA (DRL), SDPA (PKA), короткостроковими являються: EVOLVE (NASA), MASTER (EKA), ORDEM – 96 (NASA), SDM/STAT (EKA).

Дослідження, проведені в Інституті астрономії РАН і NASA свідчать про те, що більше 40 % КС, що розташовано на низьких навколосемних орбітах – уламки. Уламки по своєму хімічному складу складаються з сполук заліза, титану, алюмінію, кремнію. Але 80 % цих уламків – це різні сполуки алюмінію, так як оболонка ракетноносіїв та паливних баків як раз той матеріал, що застосовується при їх виготовленні.

Таблиця 5.16

## Висотний розподіл кількості часток різних розмірів

| Висоти,<br>км | Розміри часток космічного сміття, см |           |           |          |          |           |           |         |      |
|---------------|--------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|---------|------|
|               | 0,07–0,14                            | 0,14–0,27 | 0,27–0,52 | 0,52–1,0 | 1,0–1,93 | 1,93–3,72 | 3,72–7,19 | 7,19–14 |      |
| 400–500       | 1242040                              | 370345    | 76588     | 14120    | 2408     | 1107      | 548       | 268     | 400  |
| 500–600       | 2064880                              | 414636    | 99229     | 24008    | 4603     | 2183      | 1116      | 560     | 641  |
| 600–700       | 3410015                              | 805907    | 195365    | 46015    | 8336     | 3750      | 1622      | 684     | 559  |
| 700–800       | 9397239                              | 2234551   | 511986    | 113770   | 19021    | 7921      | 3200      | 1269    | 857  |
| 800–900       | 16321351                             | 3752529   | 828911    | 178484   | 28721    | 11506     | 4515      | 1749    | 1005 |
| 900–1000      | 17580631                             | 4156329   | 899649    | 187732   | 29454    | 11545     | 4457      | 1704    | 957  |
| 1000–1100     | 10120706                             | 2187788   | 449015    | 90129    | 13771    | 5290      | 2013      | 761     | 414  |
| 1100–1200     | 4239356                              | 767937    | 141002    | 26054    | 3751     | 1376      | 506       | 186     | 110  |
| 1200–1300     | 7307334                              | 1280854   | 228925    | 41288    | 5829     | 2103      | 762       | 277     | 162  |
| 1300–1400     | 17300361                             | 3213444   | 597393    | 111099   | 16055    | 5903      | 2171      | 799     | 465  |
| 1400–1500     | 24522201                             | 4820060   | 930354    | 178140   | 26308    | 9841      | 3668      | 1365    | 797  |
| 1500–1600     | 2223672                              | 427036    | 81238     | 15390    | 2256     | 839       | 312       | 116     | 41   |
| 1600–1700     | 1182881                              | 224067    | 42257     | 7954     | 1160     | 430       | 180       | 59      | 34   |
| 1700–1800     | 972600                               | 182934    | 34343     | 6442     | 938      | 347       | 129       | 48      | 28   |
| 1800–1900     | 971078                               | 182766    | 34322     | 6439     | 937      | 347       | 129       | 48      | 28   |
| 1900–2000     | 909311                               | 173592    | 32898     | 6214     | 909      | 338       | 126       | 47      | 27   |



Рис. 5.46. Зразок пошкодження сонячних батарей космічним сміттям

Руйнуються супутники, що знаходяться на орбітах більше 20 років після запуску, що давно вичерпали свої енергетичні ресурси та стали КС. Засміченість навколосемного космосу збільшується з зростанням міцності використаних для запуску ракет. Вибухи других ступенів семи ракет «Дельта» додали більше 1300 каталогізованих фрагментів. Після вибуху протягом 4–5 років відбувається еволюція уламків вибуху, в результаті чого вони «накривають» всю Землю. Було зареєстровано багато випадків зіткнення КА з фрагментами КС.

Перше зіткнення відбулося 24 липня 1996 р. на висоті 660 км з французьким супутником CERISE, що був запусканий в липні 1995 р. Зіткнення відбулося з фрагментом третьої ступені французької ракети «Аріан», що була запускана ще в 1986 р. Відносна швидкість на час зіткнення дорівнювала біля 15 км/с. 23 грудня 1991 р. радянський навігаційний супутник «Космос-1934» (Парус) зіткнувся с фрагментами аналогічного КА «Космос-926» («Цикада»), а 17 січня 2005 р. в американську ракетну ступень Burner 2A (запусканий в березні 1974 р.) влучив фрагмент 3-ї ступені китайського ракетноносія CZ-4 (запусканий в жовтні 2001 р.). 11 січня 2007 р. на висоті 865 км китайська ракета знищила відпрацьований свій строк китайський супутник



Fengyun-1C масою 960 кг. У результаті цього з'явилося більше ніж 2000 нових уламків розміром у декілька сантиметрів і більше, при цьому засміченість космосу зросла на 22 %.

Загальна схема прогнозованих розрахунків вмісту КС визначається таким чином.

Розподіл твердих фрагментів визначається на основі моделювання поцесів забруднення НКП на попередньому інтервалі. Параметри моделі налагоджені так, щоб в максимальній ступені забезпечити відповідність результатів моделювання та експериментальних даних. Отримані таким чином характеристики поточного стану використовуються в якості початкових умов для прогнозу.

При прогнозі стану НКП до 2100 р. передбачено 4 сценарії формування КС:

1) збереження утворювання на рівні періоду 1991–1995 рр.;

2) зменшення кількості вибухів у 5 разів при збереженні попередньої інтенсивності пусків та утворення фрагментів обумовлених технологіями;

3) повне виключення вибухів при збереженні інших умов на попередньому рівні;

4) зменшення у 2 рази швидкості утворення технологічних фрагментів при повній відсутності вибухів та збереження інтенсивності пусків на попередньому рівні.

Але ні в одному з вищезазначених сценаріях не передбачена тенденція розширення КД та вхід до складу космічного клубу нових держав. Крім цього, не треба забувати про зростаючу комерціалізацію КД. Враховуючи ці обставини, а також плани розгортання в космосі величезних платформ і станцій, ця діяльність буде супроводжуватися зростанням забруднення космічного простору. Так що прогноз по сценарію 1) треба оцінювати як мінімальний. Згідно йому в кінці 21-го століття ми будемо мати в НКП біля мільйона об'єктів розміром більше 1 см. Зіткнення з КА цих уламків може привести до тяжких катастроф і аварій.

Крім забруднення НКП твердими фрагментами, космос забруднюється радіоактивними речовинами. Ядерні реактори використовувались як джерела енергії на радянських

супутниках серії «Космос». Ці реактори працювали на сплавах та сполуках U-238 з 90 % і більше збагаченням до U-235. Головним засобом забезпечення радіоактивної безпеки була консервація ядерних енергетичних установок (точніше її активної зони) на достатньо високих орбітах, де час життя таких об'єктів набагато більше часу розпаду залишків ядерного палива реактора до безпечного рівня. До них відносяться орбіти, що розташовані на висотах вище 700 км. На сьогодні в НКП на висотах 800–1000 км знаходиться більше 50 об'єктів з радіоактивними фрагментами. США в меншій мірі використовували такі об'єкти 12, в той же час радянських в три рази більше – 36.

Таким чином, ядерні енергетичні установки знаходяться в НКП в двох станах: штатному режимі включеного ядерного реактора на робочій орбіті та в режимі консервації на більш високих орбітах з зупиненим реактором. Працюючий ядерний реактор реально змінює звичайну фонову картину потоків нейтронів і гама-квантів в області НКП. Ці зміни тим помітні, чим вище орбіта. Вибір орбіт консервації ядерних реакторів був впроваджений в кінці 60-років, коли рівень КС був ще недостатньо великим. Але, в наш час, область висот 800–1000 км найбільш забруднена, внаслідок чого виникає реальна небезпека зіткнення КА з ядерними установками з КС.

### **5.5. Екологічний вплив космічної діяльності на приземну атмосферу**

Вплив РКТ на приземну атмосферу залежить насамперед від типів застосованої техніки, чисельності та місць запусків.

Перший штучний супутник Землі масою 83,6 кг був запущений на навколосеземну орбіту з застосуванням ракетноносія (масою 267 т) 4 жовтня 1957 р. в СРСР.

Почалась не тільки космічна ера, але й реальний вплив РКТ на землю та на космічний простір. Найбільш потужна дія відбувається на космодромах під час старту ракет.

Реалізований на сьогодні світовий вантажопотік складає 100–120 пусків ракетноносіїв за рік. Але, при збільшенні країн, членів космічного клубу, ця цифра, під час вирішення нових завдань, буде значно більшою.

Головними шкідливими факторами, що впливають на НС під час пусків ракет, є великі викиди продуктів горіння під час старту в приземному шарі атмосфери та тропосфери. Ці викиди приводять до випадіння кислотних дощів, збільшення в повітрі виважених часток, токсичне забруднення хмар.

Одна з найбільших і найпотужніших в світі ракет – «Сатурн-5» (США) мала стартову масу 2800 т і висоту біля 100 м. Вона неодноразово запускала в 1967–1972 рр. Під час підготовки та реалізації Місячної програми та виведенню в космос першої американської орбітальної пілотованої космічної станції «Скайлеб» в 1973 р.. Перший запуск «Сатурн-5» відбувся 9 листопада 1967 р. (три ступені ракети виводили КК «Аполлон» масою 20,4 т). Від роботи двигунів, будівлі колихались як при землетрусі. На відстані 5 км від старту повалився дах павільйону телевізійної компанії. Гуркіт двигунів по рівню шуму дорівнював виверженню в 1883 р. вулкану Кракатау у Зондській протоці. Викликана роботою двигунів першої ступені повітряна ударна хвиля була зареєстрована в Геологічній обсерваторії Ламонт-Доєрті в Палісейді, штат Нью-Йорк, що розташована на відстані 1770 км від місця старту ракети. У СРСР була виготовлена ракета «Енергія», що є вищим технічним досягненням: її стартова маса сягає 2400 т з можливістю доставки в космос корисного навантаження 95 т. Позитивним, в її конструкції, є прогресивний кисень – воднева технологія палива. Ракетносії «Енергія» проектувались для виведення багаторазового КК «Буран» (масою біля 100 т). Єдиний пуск «Енергія-Буран» був реалізований в 1988 р., а в 1992 р. ця програма була закрита з фінансових причин.

У США довгий час експлуатувалась багаторазова транспортна космічна система «Спейс-Шаттл», що мала стартову масу біля 2000 т і висоту біля 60 м, що дозволяла виводити в космос на навколоземну орбіту багаторазовий транспортний КК (БТКК) «Шаттл» масою 100 т і корисним навантаженням 30 т. Система експлуатувалася з 1981 по 2012 рр. Було виконано більше 100 польотів. Система орбітального маневрування використовувала паливо з дуже токсичними компонентами: монометілгідрозин – 2000 кг, чотирьоксид азоту – 3400 кг, що разом складало 5,4 т.

Загальна маса палива складала 10 т, що частково використовується під час польоту на маневрування та орієнтацію КК. При поверненні на Землю, після повного переходу на аеродинамічне управління (на висотах нижче 20 км), залишок даного високотоксичного палива з цих систем зливається в атмосферу (це приблизно від 2 до 5 т).

Таким чином, за час експлуатації системи «Спейс-Шаттл», крім робочих викидів газів на старті в приземну атмосферу під час кожного польоту, перед посадкою, зливається декілька тонн високотоксичного палива. Таким чином, за весь час експлуатації системи «Спейс-Шаттл» було зливо в атмосферу більше 600 т палива.

Дослідження екологічної небезпеки КД обумовлює, що треба пам'ятати про військовий генезис ракетної техніки, що значною мірою є продовженням «холодної війни», в результаті чого виникло об'єднання ракетної та ядерної технологій – продукт нашої технократної цивілізації, що як домоклів меч висить над людством і всією біосферою Землі. Так, ракета «Р-5м», вперше в світі пронесла через космос головну частину з атомним зарядом. Пролетівши майже 1200 км (після старту з полігону «Капустин Яр»), головка без руйнування долетіла до Землі в районі Аральських Каракумів і після підриву ударного механізму сформувала ядерний вибух. В історії людства цей факт поклав початок ракетно-ядерної ери. Після цього, коли всі повернулися з полігону, Корольов в вузькому колі спеціалістів сказав: «Знаєте, що мені передали? Потужність вибуху дорівнювала біля 80 кілотонн. Це в чотири рази більше Хіросіми». Можливо тільки уявити, що являє собою розмір екологічної шкоди, що було нанесено дотичній території тільки від одного вибуху.

На сьогодні вплив запусків ракет на тропосферу, з подальшою зміною метеорологічних умов, вивчено недостатньо.

З однієї сторони, енергія будь-якого циклонічного утворення на багато порядків перевищує енергію, що виникає під час польоту самої потужної космічної ракети. Крім того, тропосфера представляє собою більш щільне середовище, у порівнянні з НКП, і будь-які гідродинамічні обурення затухають швидше й на малих відстанях від джерела.

Таким чином, ніяке динамічне обурення, що виникло під час прольоту ракети, не повинно розповсюджуватися на масштаби, характерні для метеорологічних процесів, тобто, з цієї точки зору, обурення від ракет в термосфері є не дуже масштабними та низько енергетичними. Але, існують деякі намагання встановити зв'язок між запусками ракет та зміною погодних умов. Сформувалася думка вчених світу про те, що існує взаємозв'язок і кореляція між запуском ракет і перебудовою циклічної діяльності. Так, під час запусків «Шаттл» у великому районі від Центральної Америки до Західної Азії впродовж майже декади спостерігалось зростання циклічної активності. У середньому один пуск «Шаттла» формує в північній частині Атлантичного Океану та в Карибському басейні більше двох додаткових циклонів. Більш того, пуск «Шаттла» змінює погодні умови в Європі, розповсюджується до Кавказу та проникає навіть у Закавказзя з затримкою в одну декаду. При цьому найбільші ефекти мають місце зимою та супроводжуються потеплінням у Європі та похолоданням в Північній Америці. У літній період ці зміни мають більш локальний характер. Зміни погоди, внаслідок запусків ракет з космодрому «Байконур», носять більш локальний характер і супроводжуються збільшенням опадів в районі космодрому. Зміна метеорологічних параметрів і погодних умов настільки велика, що для пошуку чіткої кореляції цієї зміни з будь-якою подією, пов'язаного з пуском ракет, потрібна величезна статистика. Як відомо, метеорологічні ряди спостережень є одними з самих довгих серед тих, що застосовуються для пошуку кореляційних зв'язків. У той же час, здійснення багатолітнього спостереження та встановлення кореляції між сонячною активністю та метеопроцесами є коректним процесом, тому що сонячна активність має період 11 років. За такий час можливо отримати адекватні наукові результати.

У цілому ж слід зауважити, що вплив запусків ракет на погодні умови помітний, але в основному в районах, дотичних до космодромів. Разом з цим, у зв'язку з розширенням КД країнами, членами космічного клубу, необхідно організувати

спеціальні систематичні дослідження комплексу проблем, пов'язаних з впливом КД на метеорологічні умови.

Під час обговорення радіоактивного забруднення НКП було доведено, що в зв'язку із зростанням КС, швидко зростає вірогідність руйнування відпрацьованих ядерних енергетичних установок, переведених на орбіти консервації. Ця обставина, а також можливі аварійні ситуації, наприклад, відмова системи переведення супутника на більш високу орбіту, можуть бути причиною достатньо швидкого зниження штучного супутника з ядерним реактором, входження його в щільні шари атмосфери, що супроводжуються руйнуванням ядерної енергетичної установки, згоранням ядерного палива й попаданням радіоактивних часток в приземну атмосферу і далі на поверхню Землі. У деяких випадках можливо навіть падіння на Землю окремих фрагментів реактора, як це було в 1978 р. під час аварії супутника «Космос-954» (СРСР), коли великі радіоактивні частки розвіялись над територією північної Канади.

Спеціальний аналіз атмосфери в різних районах Планети в червні та вересні 1978 р. довів, що більшість цієї багатотонної маси супутника «Космос-954» випаровувалась і була розпорошена в атмосфері Землі, а це як мінімум, 37 кг ядерного палива.

Вважається, що для забезпечення радіаційної безпеки на Землі, твели ядерного палива повинні згорати при високій температурі від тертя супутника в щільних шарах атмосфери, а частки діаметром 1 мкм розпорошуватись на висоті не менш 30,5 км. Але, ядерне паливо знаходиться в середині реактора, оточено зовнішніми оболонками, відбивачем і різними елементами конструкції реактора. Тому передбачено попереднє розділення ядерної енергетичної установки на декілька фрагментів (зборка твелів, відбивач, тіньовий захист, корпус реактора) на висотах близько 90 км, де має місце доволі сильний вплив аеродинамічного потоку. У результаті цього в стратосфері виникає хмара радіоактивних часток розміром приблизно 1 мкм. Внаслідок цього, процес осідання радіоактивних часток в тропосферу може зайняти від одного року до п'яти років, за цей час кількість радіонуклідів з великим періодом напіврозпаду (Cz137 та Sc90) практично не зміниться. Як показують розрахунки, в результаті руйнації реактора потужністю 80 кВт

забруднення атмосфери радіонуклідами на три порядку менше їх природного змісту. Найбільшу небезпеку завдають викиди радіоактивного плутонію: 450 г плутонію-238 при його рівномірному розповсюдженню достатньо, щоб викликати рак у всіх людей, які живуть на планеті Земля. При цьому він утворює в 280 разів більше енергії, ніж Pu-239 та в 280 разів більш радіоактивний.

21 квітня 1964 р. навігаційний супутник США «Транзит 5 BN-3» не вийшов на заплановану орбіту, зруйнувався та згорів в атмосфері над західною частиною Індійського океану на півночі Мадагаскару, викинувши 950 г. плутонію-238 загальною активністю 17 тис. Ки. Внаслідок цього, зміст цього радіонукліду в навколосемному просторі збільшився в три рази.

У листопаді 1970 р. в атмосфері залишилося біля 5 % плутонію, а аналіз ґрунтів виявив присутність цього плутонію на всіх континентах Землі. З 41-го КА (СРСР), що використовували ядерні енергетичні установки – 6 були аварійними. Таким чином, надійність цих апаратів складає 85,4 %. Цей рівень надійності дуже небезпечний й підтверджує той факт, що космонавтика є сферою особливо ризикової діяльності, причому небезпечні наслідки цього ризику розповсюджуються не тільки на учасників КД, але й на все людство в цілому.

Таким чином, об'єкти сучасної та перспективної РКТ, особливо ракетносії, є складними та потенційно небезпечними, викликають серйозну екологічну небезпеку внаслідок значних запасів високоенергетичного хімічного палива, що впливає на екологію біосфери, приземну атмосферу під час експлуатації, ліквідації та утилізації.

Наявність на борту КА ядерних джерел енергії, ядерного палива та радіоактивних матеріалів складає загрозу забрудненню приземної атмосфери, а також всієї поверхні Землі при аварійних ситуаціях.

Підводячи підсумки, слід зазначити, що:

1. Сучасна РКТ була створена в так умовно званий «доекологічний період» і до цього часу відсутня нормативна база й конкретні вимоги щодо екологічних характеристик.

2. Приведені аспекти характеризують комплекс основного впливу на природне середовище, описують загальні уяви про фізико-хімічні механізми такого впливу а також основні екологічні властивості сучасної РКТ.

3. Сучасні та перспективні ракети мають значну масу, високу енергетику та значні запаси токсичних палив, інтенсивно забруднюють приземну атмосферу, особливо в районах запуску, що пов'язано з падінням ступенів ракет, а також під час їх аварій, ліквідації та утилізації ракет.

4. Застосування КА, з ядерними установками, під час їх руйнування та під час аварійних і непередбачених наслідків, наносять велику шкоду екології космосу та біосфері Землі.

## **5.6. Основні напрями запобігання забруднення космічним сміттям**

Протягом 2010–2018 рр. було реалізовано понад 70 космічних запусків в усьому світі. Це другий найбільш високий показник кількості пусків з 2000 р., але значно нижче показників з 1970 по 1980 рр. Виведені КА належать семи країнам: Китаю, Франції, Індії, Ізраїлю, Японії, Росії, США, Україні.

Загальна маса виведена на орбіту Землі, склала більше 370 т без урахування маси американських «Шаттлів». Але більше 115 т від цих пусків повернулися назад на Землю керованим чи некерованим чином. У цілому біля 400 зареєстрованих об'єктів повернулися на Землю в період до 2010 р. Одинадцять з 14 керованих повернень були пов'язані з польотом на Міжнародну космічну станцію (МКС).

У грудні 2004 р., Франція вивела групу з чотирьох супутників ESSAim на робочі орбіти висотою 660 км. Супутники завершили свою місію в 2010 р. Для пасивації супутників та зменшення часу їх перебування на орбіті, залишки палива було відпрацьовано при серії маневрів для зниження орбіти. Після цих маневрів кожен супутник ESSAim буде залишатися на орбіті не менше 20 р..

Космічний апарат телекомунікаційної системи Globalstar функціонує на орбітах висотою 1415 км. Для цієї висоти маневр на орбіту захоронення висотою більше 2000 км більш



привабливий, ніж варіант повернення на Землю впродовж 25 років. Протягом 2010 р. чотири супутника Globalstar досягли кінця своєї місії та почали довгий маневр до орбіт захоронення. Для геостаціонарних супутників повернення в атмосферу Землі не є доцільним рішенням. Рекомендації МККС ООН та Міжнародної спілки телезв'язку вказують на необхідність переведення геостаціонарних КА, що закінчили свою місію на орбіті захоронення, найчастіше на 300 км вище ГСО. До кінця 2010 р. більше 300 геостаціонарних супутників переведені на більш високі орбіти захоронення.

Міжнародна космічна станція – також є джерелом КС. У середньому п'ять уламків відокремлюються від станції щорічно. Так, у 2007 р. велика кількість резервуарів від аміаку була викинута за борт станції, в 2008 р. пакет з інструментами був загублений під час виходу у відкритий космос. Усі вони впали на Землю наприкінці 2010 р.

Таким чином, запобігання утворенню КС здійснюється двома напрямками: запобігання його утворенню та видалення вже існуючого. На сьогодні існують теоретичні проекти запобігання утворенню КС:

- космічний сміттєзбірник для керованого переводу КС в щільні шари земної атмосфери, або переводу на орбіту захоронення (рис. 5.47);

- пілотований багаторазовий космічний транспортний корабель для повернення сміття на Землю;

- лазерний генератор;

- сонячний концентратор;

- КА на базі великої тонкостінної конструкції (для невеликого сміття, при зіткненні з КА, одна частина сміття випаровується, а інша залишається й потім згорає під час входу в щільні шари атмосфери).

Усі ці проекти дуже дорогі, потребують величезних коштів, кооперації різних країн. На сьогодні вони практично не реалізовані. Внаслідок чого вважаються теоретичними.



Рис. 5.47. Загальний вигляд космічного сміттєзбірника

Реальні проекти та засоби – це захоронення сміття на високих орбітах. Зупинимось на деяких проектах, що планується реалізувати протягом 10–20 років. NASA займається випробуванням лазерної «мітли», що буде видаляти сміття на шляху руху МКС. Проект отримав назву «Orion». Лазерна мітла буде видаляти уламки розміром від 1 до 10 см. Установа повинна працювати по принципу фокусування лазерного променя на шматочок сміття з подальшим гальмуванням його руху, а потім вбирання його з шляху МКС. Існує ще один варіант застосування лазера, це коли лазерний промінь з наземного лазера корегує траєкторії польоту КС. Ця лазерна установка повинна працювати разом з наземними радарями та телескопами.

### **5.7. Утилізація космічного сміття**

Після закінчення активної експлуатації КА стає відходом (сміттям), що залишається на орбіті після руйнування та аварійних вибухів. Тому КА, що вийшов з експлуатації, необхідно видаляти з робочої орбіти. Для цього існують два варіанти: активні і пасивні.

Активні потребують наявність на борту КА необхідної енергії та робочого тіла. Існують два активних способи як видаляти КА з орбіти: керований та некерований. Керований спосіб – це виведення, наприклад, космічної станції «Мир» (1999 р.) з подальшим затопленням її в Тихому Океані. Прикладом некерованого управління КА та виведення його на іншу орбіту, є КА SPOT-1, що функціонував на орбіті висотою 822 км. Спочатку КА був переведений на орбіту з висотою 808 км, за допомогою двох включень реактивних двигунів. Потім, після декілька маневрів, КА був переведений на орбіту з висотою 580 км.

Пасивні системи видалення КА з робочих орбіт поділені на дві групи:

- парусні пристрої (аеродинамічні парусні пристрої та сонячні парусні пристрої);
- електродинамічні тросові системи.

Аеродинамічні парусні пристрої можуть бути виготовлені в формі кулі, тора, циліндру, піраміди тощо, а також в формі диску, парасольки, парашуту, квадрату і т.д. Існує десятки патентів в США, Росії, Японії, Великобританії на ці моделі.

Розробленням електродинамічних космічних тросових систем займаються вчені в Росії, США, Італії, Японії, Китаї, Україні. Конструкція електродинамічної системи була розроблена в ДКБ «Південне» імені М. К. Янгеля, система має масу, що складає 10 % від маси КА. Перевага системи в тому, що вона працює, на орбітах з будь-яким нахилом, без орієнтації та стабілізації. Недолік – велика маса, час виведення більший ніж у інших систем.

У Росії існує програма, у рамках якої розробляється «космічний чистильник», що буде знаходити, захоплювати, скидати в атмосферу деякі уламки великих і небезпечних частин КС.

«Космічний чистильник» зможе захопити біля 600 супутників, що не функціонують і виштовхнути їх з орбіт таким чином, щоб вони згоріли в щільних шарах атмосфери або були затоплені в океані.

Корпорація «Енергія» планує виготовити перший зразковий апарат та почати випробування в 2020 р. і не пізніше

2023 р. вивести його на орбіту. Час існування на орбіті планується біля 15 років. Існує проєкт «космічний сачок». Він передбачає очистку космічного простору від маленьких часток з подальшим переведенням в щільні шари атмосфери. Нажаль, на сьогоднішній день жоден з цих проєктів не реалізований.

Підводячи підсумки цього розділу хотілось би зауважити наступне. Стан справ у сфері як загальної так і екологічної безпеки в КД є надто незадовільним.

У той час, коли КД складає підвищену глобальну небезпеку для людства, спеціальних організацій, що відповідали б за безпеку цієї діяльності та захист НС, не існує. Висновок очевидний. Серед існуючих загроз людству ця загроза є слабо вивченою та, відповідно, найбільш загрозливою через відсутність належної уваги наукових, державних і інших організацій. Проблема забезпечення екологічної безпеки є дуже складною через її багатогранність і відсутність інтерактивності зацікавлених осіб і організацій. С однієї сторони – це головна частина загальної проблеми безпеки КД, з іншої – частина загальної проблеми забезпечення безпеки не тільки однієї конкретної держави, а всієї цивілізації. Тобто проблема екологічної безпеки в КД є глобальною. Маємо парадоксальну ситуацію: по-перше, екологічна безпека не є цільовою для космічної макросистеми, призначеної вирішувати конкретні завдання. По-друге, екологічна безпека, в контексті безпеки цивілізації, знаходиться в дилемі протиріч «виживання – розвиток», а глобальний характер КД, спрямований на вирішення проблеми людства, народжує нові глобальні проблеми екологічної безпеки.

У контексті глобального підходу необхідно оцінювати баланс позитивних і негативних впливів КД в аспекті її екологічної безпеки для цивілізації та природного середовища з урахуванням стратегії сталого розвитку. У контексті галузевого підходу слід визначити екологічні пріоритети (обмеження, заборону на діяльність та обов'язкова діяльність) в загальній проблемі безпеки КД та існуючого комплексу соціально – політичних, економічних та інших відносин.

Методологічною основою організації системи управління екологічною безпекою КД, є реалізація системного підходу та

аналізу ризику. Для комплексного вирішення екологічної безпеки КД необхідно: екологічне планування, оцінка впливу на НС, експертиза, нормування, контроль, моніторинг, ліцензування, сертифікація, плата за забруднення та інші види впливу, вирішення проблем відходів, екологічне страхування тощо.

Нажаль, ці та інші аспекти управління екологічною безпекою недостатньо розроблені в світі, незадовільно реалізуються на практиці. Передбачається складна, довгострокова робота по їх дослідженню, законодавчому оформленню та упровадженню їх в національні та міжнародні системи управління в сфері КД.

Антропогенні навантаження на НКП вже зараз наближаються до критичних і спостерігається деградація цього середовища. По деяким показникам, вплив людини на НКП значно перевищує аналогічний вплив на всі інші природні середовища. При збереженні сучасних тенденцій освоєння НКП, це середовище може бути повністю загублено за декілька десятиліть. Якщо це трапиться, то глобальні наслідки екологічно – безтурбованого освоєння космосу поставить під загрозу сам факт існування людства. У відміну від екологічних проблем, пов'язаних з забрудненням поверхні Землі, або приземної атмосфери, проблема антропогенної зміни НКП, внаслідок КД, також має глобальний характер. Тому НКП є об'єктом міжнародного права й саме міжнародне право повинно забезпечити перехід КД у принципово новий стан.

## Питання для самоконтролю

1. *Охарактеризуйте основні види небезпеки для навколишнього середовища внаслідок діяльності космодромів.*
2. *Яку небезпеку представляє собою падіння об'єктів ракетно-космічної техніки?*
3. *Утворення яких хімічних речовин є наслідком польотів ракетно-космічної техніки?*
4. *Наведіть основні напрями зменшення забруднення навколокосмічного простору та уникнення забруднення біосфери?*
5. *Охарактеризуйте склад викидів в атмосферу компонентів продуктів горіння ракетно-космічної техніки.*
6. *Які процеси є джерелом утворення космічного сміття у навколокосмічному просторі?*
7. *Охарактеризуйте техногенну та екологічну небезпеку зростання обсягів космічного сміття.*
8. *Наведіть основні 4 сценарії формування космічного сміття у навколокосмічному просторі.*
9. *Охарактеризуйте вплив запусків ракет на атмосферу та кліматичні умови на планеті Земля.*
10. *Які ви знаєте перспективні проекти запобігання утворенню та накопиченню космічного сміття?*
11. *Охарактеризуйте активні способи видалення космічних апаратів з робочих орбіт?*
12. *Охарактеризуйте пасивні способи видалення космічних апаратів з робочих орбіт?*

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ І РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Герасимчук З.В., Поліщук В. Г. Стимулювання сталого розвитку регіону: теорія, методологія, практика : Монографія. Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2011. 516 с.
2. Хвесик М. Бистряков І. Парадигмальний погляд на концепт сталого розвитку України. *Економіка України*. 2012. № 6, С. 4–12.
3. Андрєєва Н. М., Бараннік В. О., Белашов Є. В. та ін. *Сталий розвиток та екологічна безпека суспільства в економічних трансформаціях*. Сімферополь : ПП «Підприємство «Фенікс», 2010. 582 с.
4. Стратегія Сталого розвитку України до 2030 р. (проект). URL: <http://igu.org.ua/sites/default/files/Стратегія-сталого-розвитку.pdf>
5. Крикавський Є. Логістичне управління: підруч. Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. 684 с.
6. Павліха Н.В. Застосування логістичного підходу з метою управління потоками відходів в регіоні. *Научные труды ДонНТУ*. 2004. Вып. 75, С.139–145.
7. De Brito M.P., Dekker R. A Framework for Reverse Logistics. 2003. URL: <http://repub.eur.nl/res/pub/354/>
8. Murphy Paul R. Green Logistics Strategies: An Analysis of Usage Patterns. *Transportation Journal*. 2000. Winter. URL: <http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/74527732.html>
9. Stock James R. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1998. 270 p.
11. Мішенін Є.В., Коблянська І.І. Використання інструментів логістичного управління в реалізації концепції сталого розвитку. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2012. Вип. 8, С. 105–117.
12. Коблянська І. І. Методичний підхід до визначення загальних логістичних витрат з позицій еколого-орієнтованої логістики. *Економіка: проблеми теорії та практики: збірник наукових праць*. Вип. 255: в 9 т. 2009. Т. VIII, С. 1985–1995.
13. Мішенін Є. В., Коблянська І. І. Логістичне управління промисловим виробництвом у контексті розвитку «зеленої» економіки в Україні. *Економіст*. 2012. №1, С. 8–12.
14. Кислий В.Н., Лапин Е.В., Трофименко Н.А. Экологизация управления предприятием: монография. Сумы: ВТД «Университетская книга», 2002. 232 с.

15. Гармаш Т.А. Зелена логістика: термінологічні аспекти : *Матеріали XIII МНТК «Авіа-2017»*. Київ, 2017 р., С. 1975-1978.
16. Мішенін Є.В., Коблянська І.І. «Зелена» логістика у регіональному вимірі. *II Міжнар. еколог. форум «Зелена економіка. Зелені технології. Зелені інвестиції»* (25-26 вересня 2014). Одеса : ІПРЕЕД НАНУ, 2014.
17. Митрохин Н.Н., Павлов А.П. Утилизация и рециклинг автомобилей : учеб. пособие. Москва : МАДИ, 2015. 120 с.
18. Бобович Б.Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов : учеб. пособие. Москва : МГИУ, 2010. 176 с.
19. Мішенін Є.В., Коблянська І.І., Устік Т.В., Ярова І.Є. Екологоорієнтоване логістичне управління виробництвом : монографія. Суми : ТОВ Друкарський дім «Папірус», 2013. 248 с.
20. Іванченко О.В., Бойченко С.В., Лейда К. Екологістика, утилізація та рециклінг транспортних засобів — особливості в авіації. *Monografia № 7. Seria: Transport. Systemy i środki transportu samochodowego: wibrane zagadnienia*. Rzeszów, 2016. P. 45–52.
21. Бойченко С.В., Лейда К. Світовий досвід і перспективи розвитку утилізації та рециклінгу транспортних засобів. *Monografia № 6 “Systems and means of motor transport”. Selected problems. Seria: Transport*. Rzeszow, 2015. P. 247–252.
22. Бойченко С.В., Лейда К., Іванченко О.В. Екологістика, утилізація та рециклінг транспортних засобів: тенденції та перспективи розвитку. *Наукові технології*. 2016. № 2(30), С. 221–227. DOI: 10.18372/2310-5461.30.10568.
23. Харічков С.К. та ін. Сучасні тенденції формування екологічної інфраструктури природокористування. Одеса, 2012. 375 с.
24. Балуєва О.В. Екомаркетинг і екологістика в економіко-екологічному управлінні. *Екологічний менеджмент у загальній системі управління : тези доповідей Десятої щорічної Всеукраїнської наукової конференції* (20–21 квітня 2010 р.). Ч. 1. Суми : СумДУ, 2010. С. 15–18.
25. Машак Н.М. Стратегічна узгодженість логістичної діяльності підприємства на екологічних засадах. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2011. № 4. Т. 2, С. 273–282.
26. Гречин Б.Д. Екологістика як перспективний напрямок розвитку підприємства: закордонний досвід. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 4, С. 213–219.
27. Графкина М.В., Михайлов В.А., Иванов К.С. Экология и экологическая безопасность автомобиля : ученик, 2-е изд., испр. и доп—Москва : ФОРУМ; ИНФРА-М, 2016. 320 с.



28. Графкина М.В., Михайлов В.А. Экология и автомобиль : учебник, 4-е изд., стер. Москва : Издательский центр «Академия», 2013. 112 с.
29. Міжнародна стратегія економічного розвитку регіону : III Міжнар. Наук.-практ. конф. / Суми : СумДУ, 2012. С. 74-76.
30. Александров А.А., Омельченко И.Н., Бром А.Е., Белова О.В. Основные направления развития логистики XXI века: ресурсосбережение, энергетика и экология. *Известия УрГЭУ Гуманитарный вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2013. № 10 (12). URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/118.htm>
31. Григорак М.Ю., Варенко Ю.В. Принципы «зеленой» логистики в деятельности логистических провайдеров. URL: [http://www.atcmd.md/wp-content/uploads/2014/04/V\\_2\\_17\\_MMOTI\\_Grigorac\\_Varevko\\_.pdf](http://www.atcmd.md/wp-content/uploads/2014/04/V_2_17_MMOTI_Grigorac_Varevko_.pdf).
32. Капустина Л.М. «Зеленые» технологии в логистической деятельности. URL: <http://izvestia.usue.ru/download/64/12.pdf>.
33. Офіційний сайт організації Green Logistics. веб-сайт. URL: <http://www.greenlogistics.org>.
34. Смирнов І.Г. «Зелена логістика»: еколого-географічний вимір. *Український географічний журнал*. 2002. № 2, С. 49-52.
35. Чернописька Н.В. Зелена логістика: термінологічний аспект. *Проблемы подготовки профессиональных кадров по логистике в условиях глобальной конкурентной среды*. Київ : Логос, 2014. С. 274–276.
36. Чортюк Ю.В. Екологічна стратегія логістичної діяльності торгових підприємств. *Прометей: регіональний збірник наукових праць з економіки*. 2007. № 2 (23), С. 226 -229.
37. Janbo Li, Songxian Liu. The Forms of Ecological Logistics and Its Relationship Under the Globalization. *Ecological Economy*. 2008. No. 4, P. 290-298.
38. Kummetssteiner Günter. Handbuch der ÖkoLogistik. URL: <https://www.oth-aw.de/kummetssteiner/weiterbildung/#oekologistik>.
39. Murphy Paul R., Braunschweig Richard F., Charles D. Green logistics: Comparative views of environmental progressives, moderates, and conservatives. *Journal of Business Logistics*, 1996. URL: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3705/is\\_199601/ai\\_n8748499/](http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3705/is_199601/ai_n8748499/).
40. Rodrigue J-P., Slack B., Comtois C. Green logistics (the paradoxes of). *The handbook of logistics and supply chain management*. London : Pergamon, 2001. P. 339-350.

41. Rogers D., Tibben-Lembke R. An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*. 2001. No. 22 (2), P. 129–145.
42. Thiell M., Zuluaga J., Montanez J., van Hoof B. Green Logistics. *Global Practices and their Implementation in Emerging Markets*. 2011. P. 2.
43. Гурч Л.М., Хмара Л.Є. Розвиток “зеленої логістики” в Україні. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка” : Логістика*. 2014. № 811, С. 86–91.
44. Закон України «Про відходи». База даних «Законодавство України». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/187/98вр>
45. Закон України «Про утилізацію транспортних засобів». База даних «Законодавство України». URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T130421.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T130421.html).
46. Комітет ICAO визначив новий екологічний стандарт для цивільної авіації. URL: <https://ecology.unian.ua/reduction/1266163-komitet-icao-viznachiv-noviy-ekologichniy-standart-dlya-tsvilnoji-aviatsiji.html>
47. Zaporozhets O. Main directions in improvement of aircraft noise calculation methods and noise zoning around the airports. *International Anniversary Conference BALTICACOUSTIC*. 17-21 September 2000. Vilnius. P. 4.
48. Журнал «Екологія життя». URL: <http://www.eco-live.com.ua>
49. Звіт Департаменту фінансів та економіки Державіаслужби України. URL: <http://www.avia.gov.ua>
50. Сердюк О.Є., Франчук Г.М. Розробка методики прогнозування рівня енергетичних забруднень ПТК в зоні аеропорту. *Наука і молодь. Прикладна серія*. 2006. № 6, С. 177–180.
51. Загоруй Я. За технологічний прогрес платить природа: вплив авіації на довкілля. *Екологія*. 2006 р. URL: <http://h.ua/story/5788/>
52. Макаренко Ю.В. Економічна оцінка впливу авіатransпортних процесів в Україні на навколишнє середовище : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. е. н. Суми, 2001, с. 21
53. Почекаева, Е. И. Здоровье населения и гигиеническая безопасность территорий, прилегающих к аэропортам : автореферат дис. на соискание науч. степени докт. мед. наук : 14.00.07. Москва, 2008.
54. Журнал "Новости Беларуси". URL: <http://www.belta.by/Osnovnoj-etap-rekonstruktsii-Natsionalnogo-aeroporta>
55. Алпатов А.П., Басс В.П., Баулин С.А., Бразинский В.И., Гусынин В.П. и др. Техногенное засорение околосредного

космического пространства : Отраслевое пособие. Днепропетровск : «Пороги», 2012. 378 с.

56. Вернадский В.И. «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». Москва : Наука, 2001, 376 с.

57. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности. Серия: Уроки XX века, Центр экологической политики России. Москва : Наука, 1999. 238 с.

58. Гор А. Земля у рівнозі. Екологія і людський дух. Київ : «Інтелсфера», 2001. 393 с.

59. Жигун Л., Фролов В. Об экологической опасности космической деятельности. *Арсенал XXI століття*. 2002. №1, С. 63–66.

60. Лизун Ю.Г. Космос и биосфера. Москва : Знание, сер. Физика, 1989. 64 с.

61. Лесков Л.В. Космическое будущее человечества. Москва : ИТАР-ТАСС, 1996. 160 с.

62. Новиков Л.С. Основы экологии околоземного космического пространства. Учебное пособие. М : Университетская книга, 2006. 84 с.

63. Околоземное космическое пространство : Справочные данные (Под. Ред. Ф.С.Джонсона). Москва : Мир, 1966. 191 с.

64. Розанов С. И. Общая экология. Санкт-Петербург : «Лань», 2003, 286 с.

65. Машков О.А., Фролов В.Ф. Проблема космічного тероризму: концептуальні основи захисту. *Нерозповсюдження та контроль озброснь*. 2002. № 1(13), С. 9–13.

66. Завалишин А., Каневский В., Васильев В., Фролов В., Целинко А. Малые авиационно-космические миссии – новый этап в развитии космических технологий. *Арсенал XXI століття*. 2003. № 1–2, С. 64–67.

67. Васильев В., Фролов В. Новые технологии – на службе экологии Земли. *Аэрокосмический вестник*. 2003. № 9 (98), С.34–36.

68. Бабенко, О. Ю. Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля від негативного впливу цивільної авіації. URL: <http://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/4330/1/>

69. Державний комітет статистики України. URL: [www.ukrstat.gov.ua/](http://www.ukrstat.gov.ua/)

70. Shulman V. Tyre Recycling, Vol. 15 : iSmithers Rapra Publishing, 2004. 144 p.

71. Hester R.E., Harrison R.M. Transport and the Environment : Royal Society of Chemistry, 2004. 160 p.

72. Довга Т.М. Визначення ефективності рециклінгу: економіко-екологічний аспект. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. №3 (129), С. 84–89.

73. Боровский, Е.Э. Промышленные и бытовые отходы: Проблемы экологии. Москва : Чистые пруды, 2007. 32 с.

74. Ларионов Г. Утилизация ТБО – одна из приоритетных экономических задач современности. *РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция*. 2009. № 4, С. 207–208.

75. Шубов Л. Я. Технология твёрдых бытовых отходов. Москва : Альфа-М, 2011. 396 с.

76. Мельникова Д. А. Об опыте решения проблемы твёрдых бытовых отходов. *Технологии техносферной безопасности*. 2012. Вып. № 2 (43). URL: <http://ipb.mos.ru/ttb>

77. Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M.J. Recykling materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych. *Inżynieria Ekologiczna*. 2012. No 28, P. 111–118.

78. Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M.J. Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku. *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych*. 2011. No. 48, P.362–378.

79. Recykling samochodów Europa. URL: [http://www.toyota-siedlce.com.pl/Images/recycling2\\_tcm306-464834.pdf](http://www.toyota-siedlce.com.pl/Images/recycling2_tcm306-464834.pdf).

80. Програма утилізації автомобілей от ХАММЕЛЬ-Україна. URL: <http://www.hammel.com.ua/assets/images/util.pdf>.

81. Бойченко С.В., Спіркін В.Г. Вступ до хімотології палив та олів : Навчальний посібник у двох частинах. Ч. 1. Одеса : «Астропринт», 2009. 236 с.

82. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Любинин И.А. Смазочные материалы в техносфере и биосфере: экологический аспект. Киев : «Атика», 2012. 292 с.

83. Левківський О.П., Зюзюн В.І., Плошай Ф.В. Розробка методики управління ризиками в програмах і проектах екологічно безпечної транспортної діяльності (на прикладі Київської міської програми «Екологія транспорту»). *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2012. № 10, С. 119–125.

84. Петрова А.И. Организация системы авторециклинга и проблемы логистики. *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2010. № 10 (72), С. 84–89.

85. Бойченко С.В., Лейда К. Європейський досвід і перспективи системи утилізації та рециклінгу транспортних засобів.

*Вісник Національного транспортного університету*. 2015. № 2 (32), С. 20–28.

86. Матейчик В.П., Коломієць С.В., Смешек М. Управління окремими етапами життєвого циклу транспортних засобів. *Вісник СевНТУ, Серія: Машиноприладобудування та транспорт*. 2011. № 121, С. 11–13.

87. Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management “Green Leaves III”. UK : Cranfield University, 2011, 84 p. URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/69450/pb13670-green-leaves-iii-1111071.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69450/pb13670-green-leaves-iii-1111071.pdf)

88. Солошич І.А., Напхоненко Н.В., Сучасні проблеми утилізації відходів на прикладі автотранспортного підприємства. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3-4, С. 109–111.

89. Фролов С.М., Білопільська О.О., Перспективи використання методу оцінки життєвого циклу в системі управлінні відходами в Україні. *Ефективна економіка*. 2013. № 2. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua>

90. Погрібний І.Я. До питань системного поводження з твердими побутовими відходами. *Ефективна економіка*. 2013. №1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation1&iid=1709>

91. Тульхонова А.В., Уланова О.В. Сценарии оптимизации управления отходами. *Твердые бытовые отходы*. 2012. № 11.

92. Уланова О.В., Старостина В.Ю. Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами. *«Современные проблемы науки и образования»*. 2012. № 4.

93. Gelbmann U., Klampfl-Pernold H. Applying Life Cycle-Oriented Tools for Analysing the Sustainability of a Regional Waste Management System. *Regional Development Dialogue*. 2010. Vol. 31, No.2.

94. Guinee J.B., Heijungs R., Huppes G., Zamagni A., Masoni P., Buonamici R., Ekvall T., Rydberg T. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*. 2011. Vol. 45, No.1.

95. Size of aircraft fleets by region worldwide: projection 2016-2036. The Statistics Portal. URL: <https://www.statista.com/statistics/262971/aircraft-fleets-by-region-worldwide/>

96. Number of vehicles in use worldwide 2006-2015. The Statistics Portal. URL: <https://www.statista.com/statistics/281134/number-of-vehicles-in-use-worldwide/>

97. Морозов А.Д. Проблемы утилизации автомобильного транспорта. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2009. № 2 (8), С. 83–84.

98. Звонов В.А., Козлов А.В., Кутенев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля с учетом полного жизненного цикла. *Автомобильная промышленность*. 2000. № 11, С. 7–12.
99. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. Москва : Высш. шк., 2001. 273 с.
100. Environmental Protection Agency. Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles. EPA/600/R-06/060. Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio, USA. 2006.
101. Звонов В.А., Козлов А.В., Кутенев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле. Москва : НАМИ, 2001. 248 с.
102. Русіло П.О., Костюк В.В., Афонін В.М. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2008, № 18, С. 85–89.
103. Гугаревич Ю.Ф. та ін. Екологія автомобільного транспорту : навч. Посібник. Київ : Основа, 2002. 312 с.
104. Кищун В.А. Утилізація автомобілів. *Вісник НУ водного господарства та природокористування*. 2008. Вип. 1, С. 297–302.
105. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Венжега В.І., Рудик А.В. Шляхи покращення економічних і екологічних характеристик автомобілів. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. 2010. Вип. 45, С. 35–38.
106. Кальченко В.І., Хоменко І.М. Тенденції і перспективи розвитку автомобілів. *Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2011. № 4 (53), С. 35–43.
107. Венжега В., Рудик А., Пасов Г. Особливості утилізації автомобілів відповідно до Закону України «Про утилізацію транспортних засобів». *Технічні науки та технології*. 2016. № 3 (5), С. 51–57.

## ДОДАТКИ

Додаток 1

### Терміни та визначення

*Авіарециклінг* – комплекс заходів по організації збору та переробки вторинних ресурсів авіатранспортного комплексу;

*авторециклінг* – комплекс заходів по організації збору та переробки вторинних ресурсів автотранспортного комплексу;

*відведені місця чи об'єкти* – місця чи об'єкти (місця розміщення відходів, сховища, полігони, комплекси, споруди, ділянки надр тощо), на використання яких отримано дозвіл на здійснення операцій у сфері поводження з відходами;

*відходи* – будь-які речовини, матеріали та предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення;

*відходи як вторинна сировина* – відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови;

*видалення відходів* – здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації;

*виробник відходів* – фізична або юридична особа, діяльність якої призводить до утворення відходів;

*власник відходів* – фізична або юридична особа, яка відповідно до закону володіє, користується і розпоряджається відходами;

*декларація про відходи* – документ, який згідно з цим Законом подають суб'єкти господарської діяльності у сфері поводження з відходами, діяльність яких призводить виключно до утворення відходів, для яких показник загального утворення відходів в межах від 50 до 1000;

*Державний класифікатор відходів* – систематизований перелік кодів та назв відходів, призначений для використання в державній статистиці з метою надання різнобічної та

обґрунтованої інформації про утворення, накопичення, оброблення (перероблення), знешкодження та видалення відходів;

*джерело утворення побутових відходів* – об'єкт, на якому утворюються побутові відходи (житловий будинок, підприємство, установа, організація, земельна ділянка);

*екологістика* – науковий міждисциплінарний напрям в екології та економіці природокористування, спрямований на виявлення закономірностей раціонального екологічного управління рухом матеріальних, інформаційних і енергетичних потоків у системах природокористування;

*життєвий цикл продукції* – сукупність взаємопов'язаних процесів послідовної зміни стану продукції від початку дослідження та обґрунтування розроблення до припинення експлуатації виробу, застосування (зберігання) матеріалу) та його утилізації;

*захоронення відходів* – остатокне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на НС та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів;

*зберігання відходів* – тимчасове розміщення відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах (до їх утилізації чи видалення);

*збирання відходів* – діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення;

*збирання і заготівля відходів як вторинної сировини* – діяльність, пов'язана із збиранням, купівлею, прийманням, зберіганням, обробленням (переробленням), перевезенням, реалізацією і постачанням таких відходів переробним підприємствам на утилізацію, а також надання послуг у цій сфері;

*знешкодження відходів* – зменшення чи усунення небезпечності відходів шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення;



*мережа утилізації транспортних засобів* – сукупність пунктів прийому та розбирання ТЗ, організованих з метою утилізації ТЗ суб'єктом господарювання;

*небезпечні відходи* – відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для НС і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними;

*об'єкти поводження з відходами* – місця чи об'єкти, що використовуються для збирання, зберігання, сортування, оброблення, перероблення, утилізації, видалення, знешкодження та захоронення відходів;

*оброблення (перероблення) відходів* – здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення;

*операції поводження з відходами* – збирання, перевезення, зберігання, сортування, оброблення (перероблення), утилізація, видалення, знешкодження і захоронення відходів;

*оцінка життєвого циклу* – метод оцінювання екологічних наслідків продукції або процесу від моменту їх утворення до повного захоронення;

*перевезення відходів* – транспортування відходів від місць їх утворення або зберігання до місць чи об'єктів оброблення, утилізації чи видалення;

*перероблення* – вторинна обробка у виробничому процесі відпрацьованих матеріалів з відновленням їх попередніх властивостей або для використання в інших цілях;

*побутові відходи* – відходи, що утворюються в процесі життя й діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення;

*поводження з відходами* – дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення,

знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення;

*повторне використання* – послідовність виробничих операцій, завдяки якій компоненти з ТЗ з відпрацьованим ресурсом після відповідної переробки можуть бути використані для того самого призначення;

*показник загального утворення відходів (далі – ПЗУВ)* – критерій обсягу утворення відходів, що розраховується за формулою  $ПЗУВ = 5000 * M_1 + 500 * M_2 + 50 * M_3 + 1 * M_4$ , де  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  – маса в тоннах відходів 1, 2, 3 та 4 класів небезпеки відповідно, утворених за попередній рік.

*послуги з вивезення побутових відходів* – збирання, зберігання та перевезення побутових відходів, що здійснюються у населеному пункті згідно з правилами благоустрою, затвердженими органом місцевого самоврядування;

*послуги із захоронення побутових відходів* – послуги з остаточного розміщення побутових відходів після їх перероблення (оброблення) у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на НС і здоров'я людини не перевищував установлених нормативів;

*послуги з перероблення (оброблення) побутових відходів* – здійснення будь-яких технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних, хімічних чи біологічних властивостей побутових відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечного зберігання, перевезення, утилізації чи видалення;

*пункт прийому транспортних засобів (пункт прийому)* – пункт, організований суб'єктом господарювання для приймання ТЗ, що утилізуються, від їх власників, зберігання та подальшої передачі таких ТЗ до пунктів розбирання;

*пункт розбирання транспортних засобів (пункт розбирання)* – пункт, організований суб'єктом господарювання, де здійснюється розбирання ТЗ, що утилізуються, а також операції з поводження з відходами, що утворилися у процесі розбирання;

*рідкі відходи* – побутові відходи, що утворюються у будинку за відсутності централізованого водопостачання та каналізації й зберігаються у вигрібних ямах;

*розбирання транспортних засобів* – виконання операцій на пункті розбирання ТЗ щодо:

- усунення з ТЗ небезпечних елементів і речовин, у тому числі рідин та газів;

- зняття з ТЗ елементів обладнання та частин, придатних до повторного використання;

- сортування складових частин та елементів розібраного ТЗ для повторного використання, переробки та утилізації;

*розміщення відходів* – зберігання та захоронення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи об'єктах;

*сортування відходів* – механічний розподіл відходів за їх фізико-хімічними властивостями, технічними складовими, енергетичною цінністю, товарними показниками тощо з метою підготовки відходів до їх утилізації чи видалення;

*сталий розвиток* – це розвиток суспільства, що дозволяє задовольняти потреби нинішнього покоління, не наносячи при цьому шкоди можливостям майбутніх поколінь для задоволення їхніх власних потреб. Процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умов збереження і поетапного відновлення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь;

*тверді відходи* – залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, товарів, продукції, що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням;

*транспортні засоби* – колісні ТЗ, які класифікуються за кодами товарних позицій згідно з УКТ ЗЕД (Українська класифікація товарів зовнішньоекономічної діяльності);

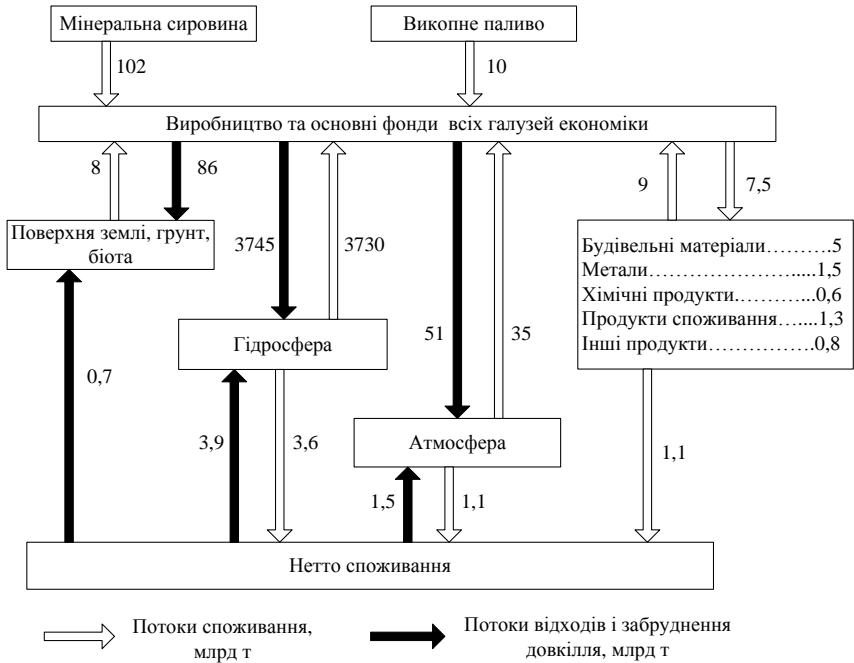
*транскордонне перевезення відходів* – транспортування відходів з території, або через територію України, на територію або через територію іншої держави;

*управління відходами* – збирання, перевезення, оброблення (включаючи відновлення та видалення), нагляд за такими операціями і подальший контроль, догляд за об'єктами видалення відходів після їх закриття, а також діяльність брокерів та дилерів.

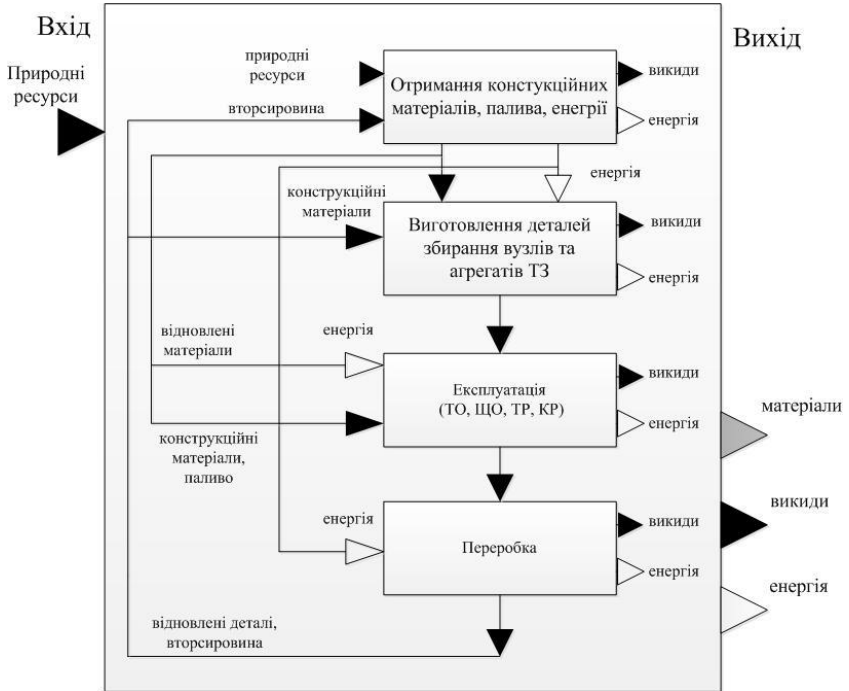
*утилізація відходів* – використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів;

*утилізація транспортних засобів* – комплекс робіт з приймання, зберігання, перевезення, демонтажу та розбирання ТЗ на складові частини та елементи і сортування з метою подальшої їх утилізації відповідно до вимог законодавства про відходи.

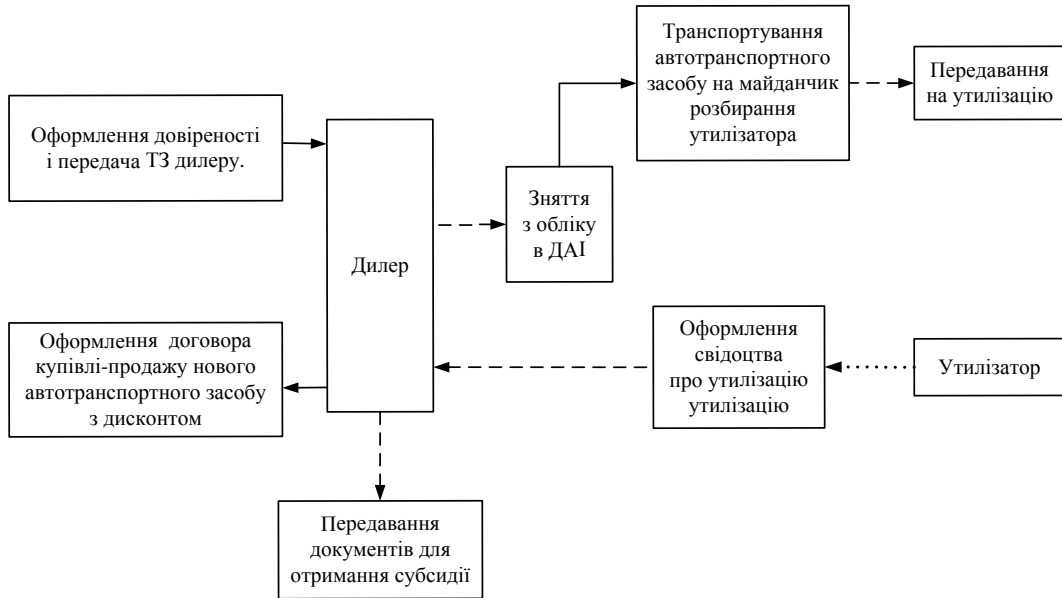
## АНТРОПОГЕННИЙ КРУГООБІГ РЕЧОВИН НА ЗЕМЛІ



### УЗАГАЛЬНЕНА СХЕМА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

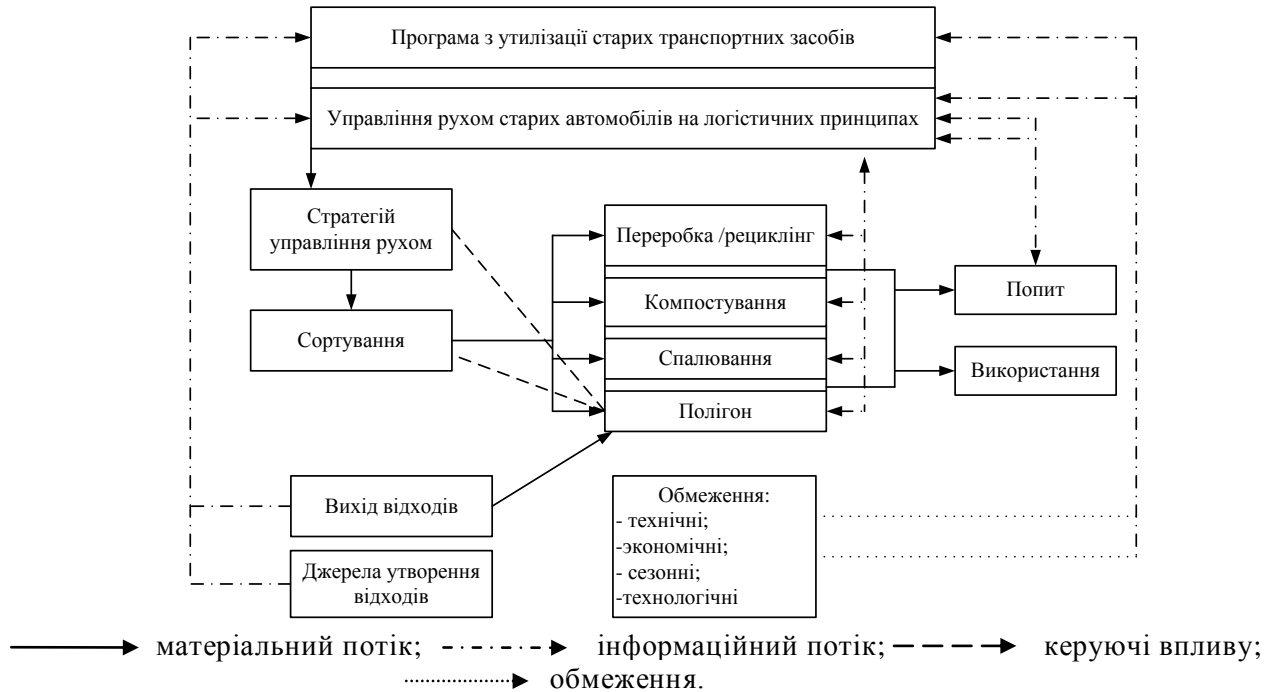


### СХЕМА УТИЛІЗАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ, ЩО ВИЙШОВ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ



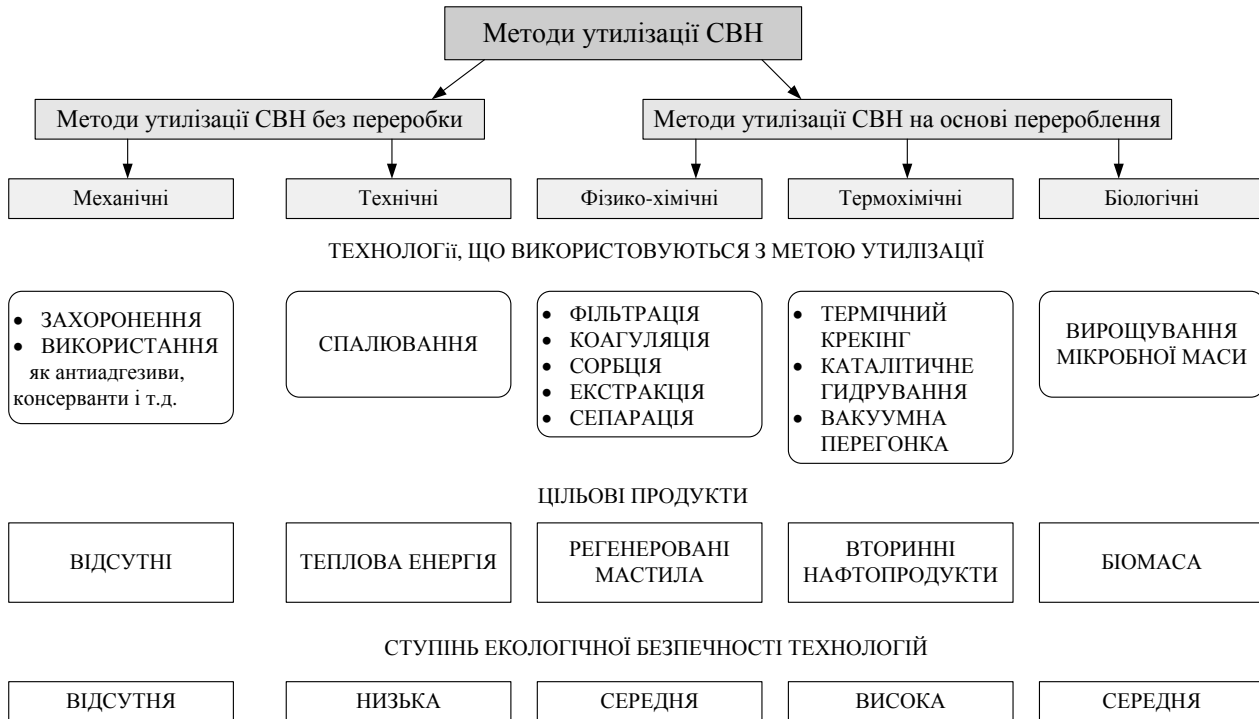
———— дії громадян; - - - - дії дилерського центру; ..... дії утилізатора

## ЛОГІСТИЧНІ ЛАНЦЮГИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ВИЙШЛИ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ





## МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ СУМІШЕЙ ВІДПРАЦЬОВАНИХ НАФТОПРОДУКТІВ



*Навчальне видання*

**БОЙЧЕНКО Сергій, ІВАНЧЕНКО Оксана,  
ЛЕЙДА Казимір, ФРОЛОВ Валерій, ЯКОВЛЄВА Анна**

**ЕКОЛОГІСТИКА,  
РЕЦИКЛІНГ І УТИЛІЗАЦІЯ  
ТРАНСПОРТУ**

**Навчальний посібник**

За загальною редакцією  
професора С. Бойченка

Містить основні теоретичні засади екології, сутність та зміст нового міждисциплінарного наукового напрямку в області сучасної екологічної сфери, а також про технології утилізації та рециклінгу ТЗ, що вийшли з експлуатації.

Присвячений систематизації та розширено знань про техногенний вплив ТЗ, що вийшли з експлуатації на НС, а також методологічні основи сучасних технологічних процесів утилізації та рециклінгу ТЗ, їх вузлів і агрегатів, що створює необхідні та достатні умови для отримання знань, умінь та навичок щодо визначення рівня забруднення НС шкідливими речовинами під час життєвого циклу ТЗ.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальностями, що передбачають вивчення дисциплін, пов'язаних із використанням моторних палив.

Посібник буде корисним для фахівців транспортної сфери, а також аспірантів і здобувачів наукового ступеня відповідного профілю.

Художник обкладинки -  
Редактор  
Коректор  
Верстка

Підп. до друку . Формат . Папір офсет. № 1.  
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсет. Ум. друк. арк. .  
Обл.-вид. арк. . Наклад 500 прим. Зам. № .  
Книжкове видавництво  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи