

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Зубніну Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу утилізації автомобілів з дослідженням процесу сортування металу

Керівник роботи Ляшук Олег Леонтійович., д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика утилізації автомобілів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних

ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Огляд періоду експлуатації та утилізація автомобілів в Україні – 1А1.

Деталізована схема життєвого циклу автомобіля. – 1А1. Оцінка об'ємів

утилізації автомобілів що вийшли з експлуатації в Україні – 2А1. Розподіл

автомобілів, плановані до утилізації, за рік в Україні – 1А1. Вміст матеріалів в

автомобілях що планується утилізувати за шредерною технологією – 1А1.

Схема утилізації автомобілів в Україні та схема шредерної установки – 1А1.

Схема утилізації автомобілів в Європі – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	24.11.2023	
2	Технологічний розділ	30.11.2023	
3	Конструкторський розділ	05.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	07.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	21.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Зубнін О.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ляшук О.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«20» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гирилі Максиму Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу утилізації автомобілів з дослідженням процесу сортування металу

Керівник роботи Ляшук Олег Леонтійович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 20 » листопада 2023 року № 4/7-1071

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023

3. Вихідні дані до роботи Характеристика утилізації автомобілів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Перелік обладнання для утилізації автомобілів – 2А1.

NIR-спектроскопія у сортуванні пластику – 2А1.

Процес сепарація різних типів металевих відходів – 2А1.

Моделювання результатів за існуючою технологічною схемою переробки автомобільних кольорових металів та сплавів – 1А1.

Моделювання результатів за удосконаленою технологічною схемою переробки автомобільних кольорових металів та сплавів – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Стручок В.С.		

7. Дата видачі завдання 20.11.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	24.11.2023	
2	Технологічний розділ	30.11.2023	
3	Конструкторський розділ	05.12.2023	
4	Науково-дослідний розділ	07.12.2023	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.12.2023	
6	Оформлення графічної частини	21.12.2023	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	25.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Гирила М.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ляшук О.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Удосконалення технологічного процесу утилізації автомобілів з дослідженням процесу сортування металу».

Робота виконана на кафедрі автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Ляшук Олег Леонтійович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 125 сторінка формату А4 та 16 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: ефективність утилізації, відділення компонентів, ресурсозбереження, оптимізація процесу, вторинна переробка.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Огляд періоду експлуатації та утилізація автомобілів в Україні.....	10
1.2 Утилізація автомобілів в сполучених штатах америки та європейському союзі.....	14
1.3 Обсяги переробки автомобілів, що завершили свій експлуатаційний термін в Україні.....	17
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	26
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	27
2.1 Світові тенденції у сфері утилізації автомобілів.....	27
2.2 Етапи процес утилізації автомобілів.....	31
2.3 Технологічний процес утилізації автомобіля.....	38
2.4 NIR-спектроскопія у сортуванні пластику.....	46
2.5 Специфіка переробки технічних рідин і неорганічних матеріалів.....	51
2.6 Економічний розрахунок утилізації автотранспорту.....	67
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	71
3.1 Сепарація різних типів металевих відходів.....	71
3.2 Електростатична сепарація.....	84
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	87
4.1 Теоретичні дослідження.....	87
4.2 Оптимізований підхід до обробки та відновлення кольорових металів і їх сплавів.....	89
4.3 Оптимізація та аналіз робочого процесу підвісного магнітного сепаратора.....	93
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	101
5.1 Охорона праці під час утилізації та рециклінгу транспортних засобів.....	101
5.2 Рекомендації щодо безпечного поводження з небезпечними хімічними речовинами при утилізації автотранспорту.....	108
5.3 Фактори що впливають на кількість НС природного і техногенного	

характеру.....	8
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	112
БІБЛІОГРАФІЯ.....	121
ДОДАТКИ	123

ВСТУП

З ростом автомобільної промисловості та постійним поновленням автопарку, проблема утилізації автомобілів набуває все більшої актуальності. Сучасна ера, спрямована на збереження довкілля та раціональне використання ресурсів, вимагає розробки нових та вдосконалення існуючих методів утилізації автомобілів. Основна ціль — мінімізувати негативний вплив на довкілля, забезпечити безпеку процесів та максимально ефективно використовувати отримані матеріали.

Серед важливих етапів утилізації автомобілів процес сортування металу виділяється як ключовий. Від його ефективності залежить якість подальшої переробки, ступінь вторинного використання ресурсів та, в кінцевому підсумку, економічна вигода від утилізації. Сучасні методи сортування металів у відходах автомобільної промисловості мають певні недоліки, які вимагають вдосконалення.

Ця робота присвячена дослідженню та вдосконаленню технологічного процесу утилізації автомобілів з особливим акцентом на процес сортування металу. Ми докладемо зусиль, щоб з'ясувати поточні проблеми, визначити можливі шляхи їх вирішення та розробити рекомендації для оптимізації цього важливого етапу утилізаційного процесу.

Очікується, що результати цього дослідження сприятимуть підвищенню ефективності утилізації автомобілів, зменшенню їх негативного впливу на довкілля та оптимізації використання вторинних ресурсів у автомобільній промисловості.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд періоду експлуатації та утилізація автомобілів в Україні

Транспортні засоби відіграють ключову роль у формуванні екологічного сліду на планеті. Втім, сучасне суспільство залежне від різноманітних видів транспорту, зокрема від автомобілів і літаків, які динамічно розвиваються. Вони стають ефективнішими, отримують новітні технології, впроваджуються інноваційні дизайнерські рішення, розширюється спектр заходів безпеки і комфорту для пасажирів. З розвитком техніки змінюється і склад транспортного засобу для його створення застосовуються найновіші матеріали і технології.

Мобільність, яку забезпечують транспортні засоби, стає однією з основних потреб сучасної людини, хоча ціна за це - високий рівень впливу на екосистему. Складно уявити сучасне суспільство без можливості швидкого пересування на автомобілях чи літаках, які з кожним роком стають все досконалішими: зростає ефективність двигунів, модернізується дизайн, оптимізуються системи захисту пасажирів та комфорту їх подорожі. Із постійним розвитком техніки розширюється і спектр матеріалів, що використовуються у виробництві транспортних засобів (див. рис.1.1.), спрямованих на збільшення їхньої довговічності та ефективності.

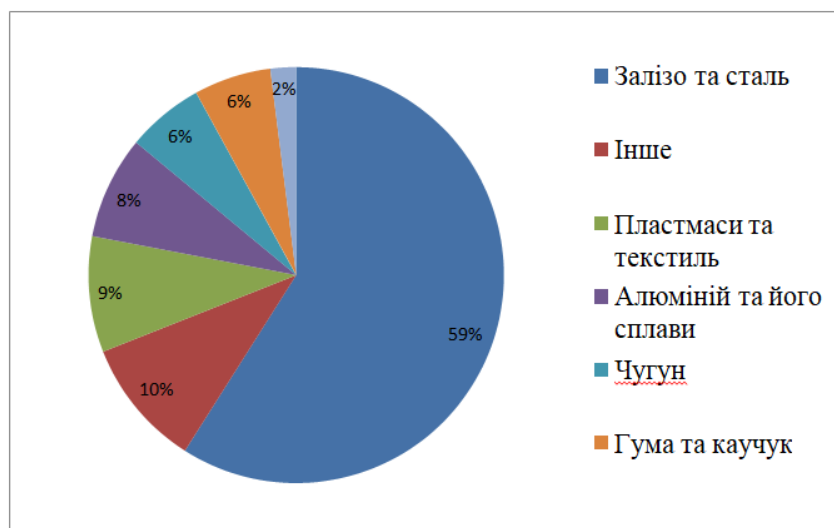


Рис. 1.1. Сировина та компоненти є вирішальними для створення сучасного транспортного засобу.

Екологічні відходи від автотранспорту виникають у результаті короткотривалого використання більшості його компонентів та недостатньої уваги до повторного використання матеріалів. Зазвичай, автомобіль служить своєму власникові протягом 15-20 років. Проте, не всі його частини витримують цей період: деякі компоненти, такі як акумулятори, шини, скляні вікна або деякі механічні частини, потребують заміни набагато раніше.

Протягом життєвого шляху автомобіля — від моменту його створення до виходу з ладу — формуються різноманітні відходи. Це починається з етапу виробництва, коли вирізаються залишки матеріалів, триває під час його експлуатації з витратами масел та інших рідин, продовжується під час технічного обслуговування зі зміною зношених частин та завершується після виведення автомобіля з експлуатації, коли його необхідно розбирати на компоненти (див. рис. 1.2.).



Рис. 1.2. Періоди експлуатації автомобіля.

Життєвий цикл автомобіля включає в себе послідовність етапів та дій, починаючи з моменту концептуалізації та проектування транспортного засобу,

переходячи до його виробництва, експлуатації, обслуговування і завершуючи його утилізацією після завершення ресурсу. Кожен етап супроводжується своїми особливостями, викликами та впливом на навколишнє середовище.

Життєвий шлях автомобіля складається з ряду ключових стадій:

Попереднє дослідження ринку та визначення потреб споживачів, що формують технічні вимоги для майбутньої моделі;

Концептуалізація та проектування, під час якої здійснюється вибір основних характеристик та функцій автомобіля;

Створення прототипу: реалізація технічних рішень, перевірка якості та зручності конструкції;

Підготовчий виробничий процес, де здійснюється підготовка обладнання, вибір та закупівля матеріалів, а також розробка виробничих технологій;

Масове виробництво автомобіля, перетворення концепту в реальний продукт;

Доставка та дистрибуція, включаючи усі етапи від вивезення з заводу до поставки до автосалону або кінцевому споживачу;

Фактична експлуатація, яка охоплює використання автомобіля водієм, його технічне обслуговування, ремонти;

Завершення експлуатації та утилізація: виведення автомобіля з експлуатації, рециклінг матеріалів та компонентів, а також безпечне знищення непридатних елементів.

Після завершення терміну служби автомобіля, на вторинний ринок матеріалів потрапляють не тільки виведені з експлуатації авто, але й компоненти, які замінюються під час сервісного обслуговування та ремонтних робіт. Серед таких відходів можна виділити: енергозберігаючі батареї, частини кузова, різноманітні блоки та деталі двигуна, елементи трансмісії, деталі ходової частини, гумові шини, елементи зовнішнього оформлення з пластику, а також різноманітні аксесуари з гуми та інших синтетичних матеріалів.

Залишений без нагляду автотранспорт, що більше не використовується, може стати серйозною екологічною проблемою. В таких автомобілях концентруються матеріали, які колись були основою їхньої конструкції: різні метали, вуглеводні, пластмаси, текстильні вироби, рідини для охолодження та

змащення, гумові компоненти, скляні та керамічні деталі, і навіть дерев'яні елементи. Для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку, ці матеріали потрібно відокремлювати, обробляти та перетворювати на вторинні сировини, які можна використовувати у виробництві нових товарів.

Враховуючи екологічну і економічну важливість питання, стратегія утилізації автомобілів може бути спрямована на такі ключові аспекти:

- Реконструкція та модернізація автодеталей та агрегатів, які ще можуть служити, для забезпечення їх довгого та ефективного використання;
- Перетворення компонентів, які втратили свою первинну функціональність, на вторинні сировини, які потім можна застосовувати в інших виробничих процесах або для створення нових товарів.

У період незалежності України проблема утилізації автомобілів не була належним чином врегульована. Проте з ростом автомобільного парку країни з'явилася актуальна необхідність у вирішенні питань, пов'язаних із утилізацією та переробкою автомобілів, виведених з експлуатації.

У 2010-х роках було прийнято ряд законів і постанов, які спрямовані на стимулювання утилізації автомобілів та забезпечення екологічної безпеки. Однією з ключових ініціатив було введення зборів за утилізацію, що має спонукати власників старих автомобілів до їх здачі на утилізацію.

Більшість підприємств, що займаються утилізацією автомобілів в Україні, використовують методи розбору, дроблення та відокремлення матеріалів. Проте з часом з'являються все більше інноваційних технологій, таких як гідродинамічна дробінка або термічна деструкція.

Утилізація автомобілів може стати важливим джерелом сировини для металургійної та інших галузей промисловості. Крім того, створення сучасних утилізаційних центрів може сприяти створенню нових робочих місць.

Вивезення автомобілів з експлуатації і їх належна утилізація допоможе зменшити забруднення навколишнього середовища. Зокрема, це стосується запобігання витоку шкідливих речовин зі старих автомобілів у ґрунт та підземні води.

Утилізація автомобілів також впливає на соціальну сферу, оскільки сприяє підвищенню екологічної культури громадян, а також стимулює

власників старих та аварійних автомобілів до відповідального ставлення до довкілля.

Утилізація автомобілів в Україні набуває все більшої актуальності з погляду економічного розвитку, екологічної безпеки та соціальної відповідальності. Незважаючи на наявні виклики, у сфері утилізації автомобілів існує значний потенціал для інновацій та покращення.

Між усіма видами транспорту саме автомобілі відіграє ключову роль у викидах вуглецевих газів, що спричиняє зміну клімату та негативно впливає на глобальну екологічну стабільність.

1.2 Утилізація автомобілів в сполучених штатах америки та європейському союзі

Транспортні засоби, що завершили свій життєвий цикл, можуть стати проблемою для екосистеми через свій об'єм, вагу та вміст небезпечних речовин. Ці автомобілі стають джерелом різноманітних відходів, що мають різний хімічний склад та природу походження. Якщо не займатися їх належною обробкою або утилізацією, ці відходи можуть негативно вплинути на природу та здоров'я населення.

Транспортні засоби, що завершили своє служіння, можуть становити джерело різноманітних забруднювачів для природи:

- батареї, які мають компоненти з важкими металами, зокрема свинцем;
- відходи з мастил і рештки палива;
- експлуатаційні рідини, такі як антифриз;
- компоненти на основі пластику;
- деталі з гуми.

Компоненти старих автомобілів можуть впливати на якість ґрунту, водних об'єктів та атмосферний повітря. Щоб запобігти такому негативному впливу, важливо забезпечити ефективне виведення автомобілів з експлуатації. Сьогоднішні технології мають намір не просто знищити такі автівки, але й перетворити їх на цінні ресурси для виробництва, досягаючи високого ступеня рециклінгу матеріалів.

Автомобілі, після завершення свого життєвого циклу, стають джерелом різноманітних відходів. Якщо дивитись на світову статистику, обсяги автомобільних відходів вражають своєю величезністю. Детальніше про це можна дізнатись із Таблиці 1.1, яка відображає щорічні показники по різних країнах світу.

Таблиця 1.1. Річний перелік та кількість відходів автомобільних

Вид відходів млн. т/рік	В Західній Європі	В Німеччині	В світі
Пластмаси	2,6	0,2	3,8
Шини	0,3	0,1	1,3
Інші неметалеві матеріали	1,7	0,4	4,4
Робочі рідини	0,07	0,3	0,8
Матеріали, які одержані при ремонті і технічному обслуговуванню АТЗ	1,5	0,3	4,0
Всього	5,7	1,27	15,6

В ряді розвинених країн автомобілі виходять з експлуатації з більшим пробігом і старшим віком через високі стандарти якості та регулярне обслуговування. З іншого боку, у менш розвинених регіонах, через економічні обмеження, автомобілі часто експлуатуються до критичного стану. Також важливу роль відіграє державна політика зі стимулювання придбання нових автомобілів та програми по заміні старих на нові. При цьому необхідно враховувати, що стратегії утилізації та переробки автомобільних відходів у різних країнах також можуть суттєво відрізнятися.

У країнах Західної Європи автомобілі часто служать більше завдяки якісному технічному обслуговуванню і відсутності екстремальних кліматичних умов. Однак у США та Японії системи оцінки та страхування авто призводять до швидшої заміни автомобілів. Наприклад, в Японії існує система технічного огляду, яка змушує власників старіших автомобілів витратити більше на їх

обслуговування. Це, в свою чергу, спонукає людей придбавати нові автомобілі. Крім того, економічні та екологічні ініціативи в ряді країн також заохочують відмову від старих автомобілів на користь більш ефективних та екологічно чистих моделей.

У США велика кількість автомобілів виводиться з експлуатації кожного року, що становить приблизно 20 мільйонів тонн металу. Для їх переробки діє обширна мережа спеціалізованих підприємств з високотехнологічним обладнанням. Багато малих компаній спеціалізуються на демонтажі цих транспортних засобів, готуючи їх до подальшого рециклінгу. Промисловість утилізації автомобілів у США є величезним ринком, обсягом в кілька мільярдів доларів. Завдяки ефективним методам переробки майже весь метал із старих автомобілів піддається повторній обробці, допомагаючи зберігати ресурси та зменшувати вплив на довкілля.

В Європі велика увага приділяється проблемі утилізації виведених з експлуатації автомобілів, з показником у 15 млн одиниць на рік. У Франції численні компанії займаються демонтажем і переробкою старих авто. Німеччина та Велика Британія також мають розгалуджену мережу підприємств, які спеціалізуються на демонтажі і подальшому переробленні відомствлених транспортних засобів. Ця індустрія відіграє ключову роль у збереженні ресурсів, зменшенні забруднення та забезпеченні сталого розвитку регіону.

У Західноєвропейських країнах велика частина виведених з експлуатації автомобілів потрапляє на експорт. Згідно даними Європейської асоціації автомобільних виробників, у 2004 році в ЄС було дереєстровано 11,5 млн. старих авто, при цьому на утилізацію потрапили лише 68% з них. Високі стандарти в утилізації транспортних засобів в Європі спонукали багато країн експортувати старі автомобілі до країн Східної Європи, таких як Україна. Таким чином, розвинені європейські держави перекладають частину екологічного навантаження на інші країни.

Отже, у розвинених країнах Європи та США процес переробки автомобілів, що вийшли з експлуатації, зосереджений на сучасних та ефективних технологіях, зокрема, на використанні шредерних установок великої потужності.

1.3 Обсяги переробки автомобілів, що завершили свій експлуатаційний термін в Україні

В Україні питання утилізації автомобілів, що завершили свій життєвий цикл, набуває все більшої актуальності. Аналіз показує, що кількість таких автомобілів щорічно зростає, що вимагає вдосконалення системи їх переробки та утилізації. Процес утилізації має не тільки екологічний аспект, але й економічний, оскільки відпрацьовані матеріали можна повторно використовувати. У зв'язку з цим, в Україні активізується робота з вивчення досвіду інших країн і розробка вітчизняних методик утилізації транспортних засобів.

Вторинна переробка автомобілів, які вийшли з експлуатації, відкриває великі можливості для використання ресурсів, що містяться в їх складі. Вагому частину становлять сталь та чавун, які займають від 67 до 72,2% маси автомобіля, та пластики, частка яких становить 8–12%. Також не можна ігнорувати кольорові метали (6,2–8%) та інші матеріали, що входять до складу транспортного засобу (табл. 1.2). Організація ефективного процесу переробки дозволить максимально використовувати наявні ресурси, зменшуючи навантаження на довкілля та водночас забезпечуючи отримання вторинної сировини для подальшого використання в інших галузях промисловості. Як видно з рисунка 1.3, основні вторинні сировинні матеріали розміщуються в автомобілі за певною схемою.

Для планування обсягів утилізації автомобілів у майбутньому, важливо вивчити вікову структуру автопарку країни.

У відповідності до статистичних даних, середній вік автомобілів на території України продовжує збільшуватися. Відповідно до даних, у 2016 році цей показник було 19,6 років (див. рис 1.4). Але останніми даними, середній вік машин уже досяг понад 22 років.

Таблиця 1.2: Склад вторинних матеріалів у структурі автомобілів.

Матеріал	Вміст матеріалу (у % від маси)		
	Типовий американський автомобіль	Типовий японський автомобіль	Типовий європейський автомобіль компакт-класу
Сталь і залізо	67	72,2	65
Плаستي	8	10,1	12
Скло	2,8	2,8	2,5
Гума	6	3,4	6
Рідини і мастила	6	3,4	2,5
Кольорові метали	8	6,2	8
Інші матеріали (фарба, ізоляція, електропроводка)	4	2,2	4
Загальна вага (кг)	1438	1270	1210

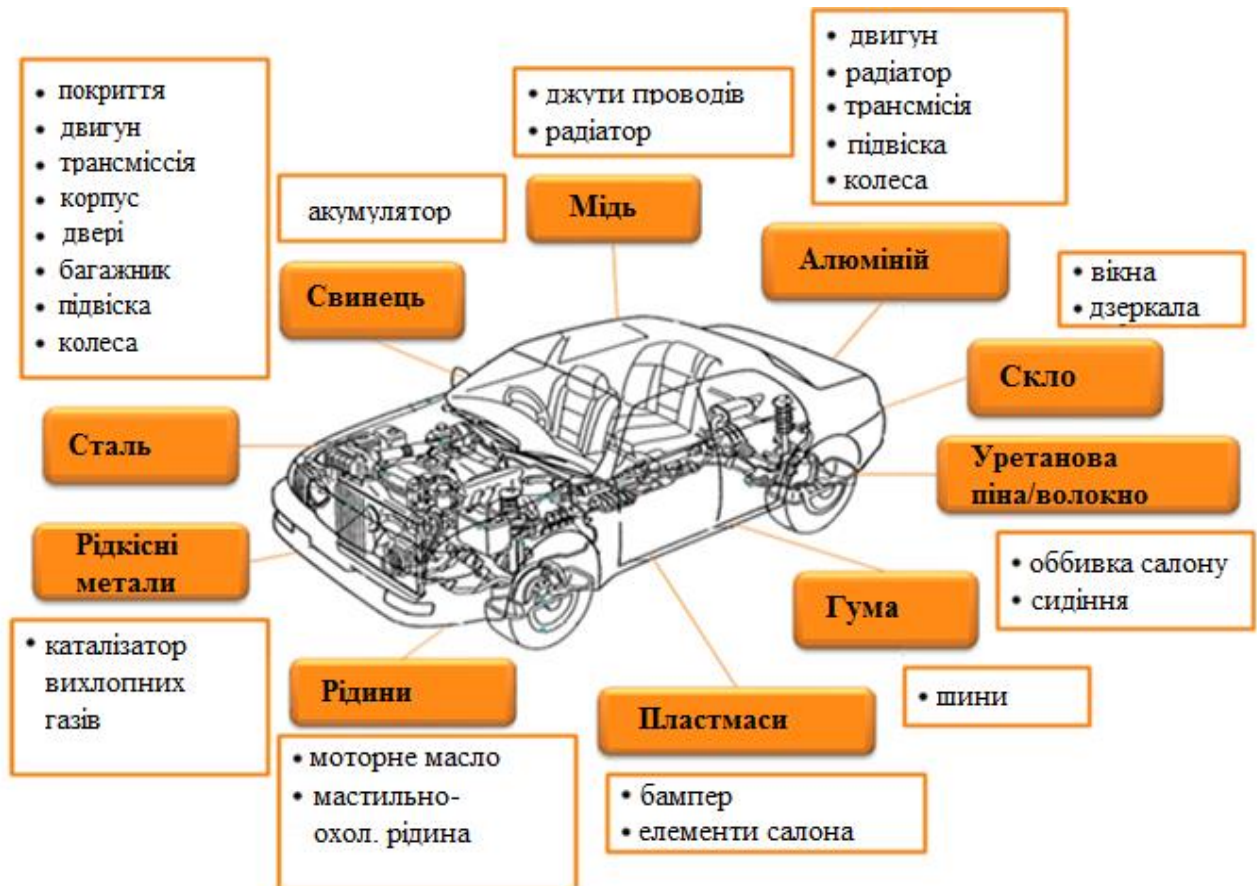


Рис. 1.3. Графічне зображення розташування ключових матеріалів у автомобілі.

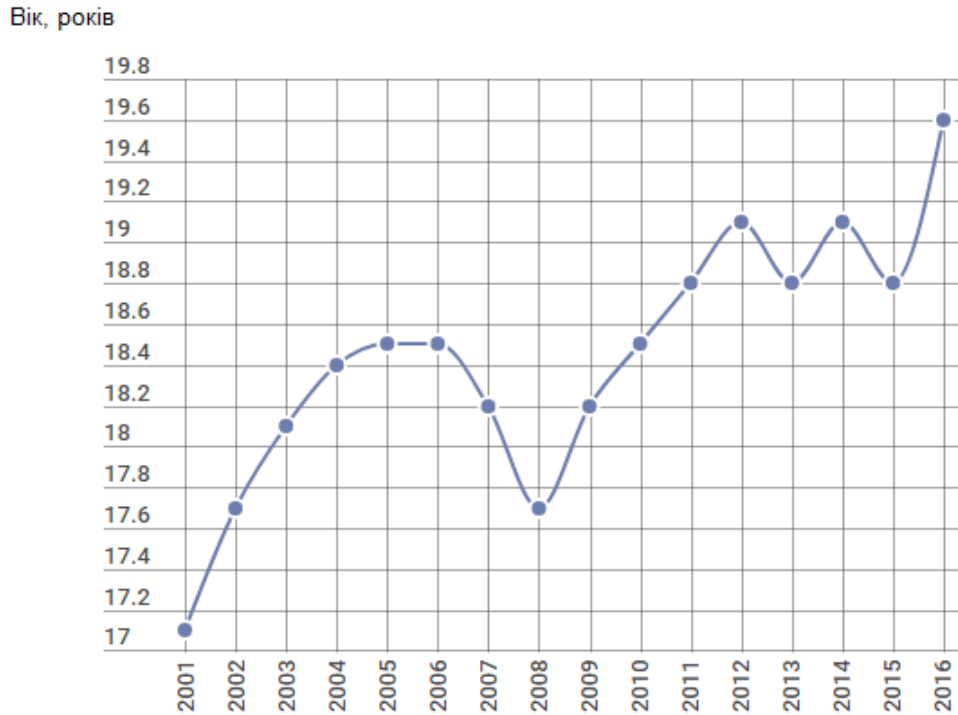


Рис. 1.4. Характеристика віку автомобілів в Україні.

В Україні понад чверть автомобілів (27%) служить понад 30 років, а майже половина (47%) має вік від 10 до 30 років. Із зростанням терміну експлуатації авто, його негативний вплив на екологію також збільшується. В результаті витоків і корозії машина може викидати в навколишнє середовище забруднювачі, такі як масло, паливо, а також важкі метали, такі як свинець та ртуть. Візуалізація структури віку автомобілів на українських дорогах представлена на рис. 1.5.

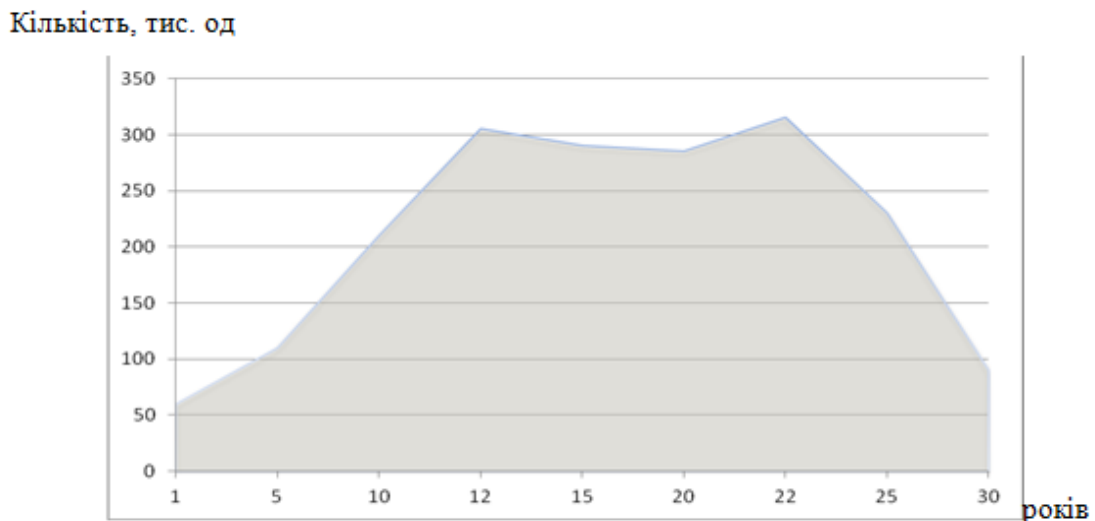


Рис. 1.5. Діаграма репрезентує структуру автомобілів за їх віком на території України.

На основі аналізу вікової структури автопарку України можна зробити припущення про необхідність пришвидшення утилізації транспортних засобів, яким вже понад 30 років. За даними діаграми (рис. 1.5), на сьогоднішній день актуальна утилізація має стосуватися близько 90 тис. авто. Але якщо темпи утилізації залишаться незмінними, то через 5 років ця кількість може вирости до 250-300 тис. машин.

З врахуванням того, що щорічно обсяг транспортних засобів, готових до утилізації, буде наростати на 5%, та враховуючи вікову динаміку автопарку, було розроблено прогностичну діаграму потреби в утилізації машин аж до 2050 року (рис. 1.6).

Кількість, тис. одиниць

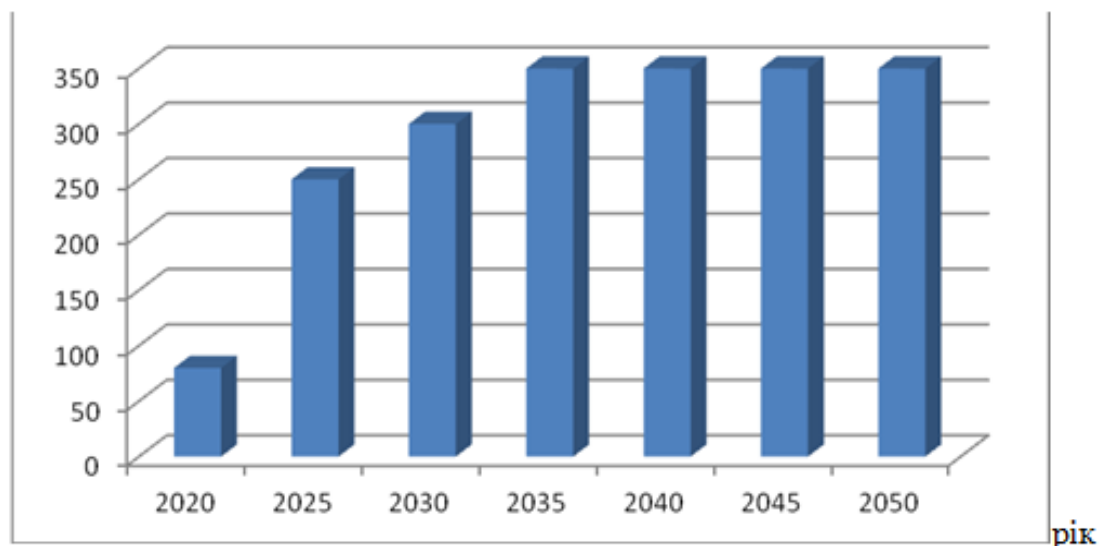


Рис. 1.6. Очікувані потреби в утилізації транспортних засобів на майбутнє

При розгляді можливостей утилізації автомобілів в Україні, виходячи з передбачень, планується, що близько 50% автопарку, який досягне критичного віку (45 000 одиниць), буде зданий на переробку з використанням шредерної технології. Для оптимізації цього процесу та розподілу ресурсів, автомобілі, призначені для утилізації, були розподілені згідно з демографічною структурою населення регіонів країни (див. таблиця 1.3). Це дозволить скласти реалістичний план дій щодо забезпечення ефективної утилізації в кожному регіоні.

Таблиця 1.4. Розподіл автомобілів, плановані до утилізації, за рік в Україні

№	Область	Населення млн. люд.	Автомобілів на утилізацію	
			за рік	за день
1	Рівненська	1,163	1250	5,0
2	Волинська	1,042	1120	4,5
3	Житомирська	1,240	1330	5,3
4	Київська	1,725	1850	7,4
5	м. Київ	2,934	3154	12,6
6	Львівська	2,534	2720	10,9
7	Тернопільська	1,040	1118	4,4
8	Хмельницька	1,278	1374	5,5
9	Закарпатська	1,259	1353	5,4
10	Івано-Франківська	1,382	1486	5,9
11	Чернівецька	0,910	978	3,9
12	Вінницька	1,611	1732	6,9
13	Одеська	2,396	2570	10,3
14	Чернігівська	1,056	1135	4,5
15	Сумська	1,113	1196	4,8
16	Полтавська	1,439	1547	6,2
17	Черкаська	1,231	1324	5,3
18	Кіровоградська	0,965	1037	4,1
19	Миколаївська	1,164	1251	5,0
20	Херсонська	1,062	1142	4,6
21	Запорізька	1,785	1919	7,7
22	Дніпропетровська	3,230	3473	13,9
23	Харківська	2,701	2905	11,6
24	Луганська	2,167	1450	5,8
25	Донецька	4,199	2350	9,4
26	Автономна республіка Крим	-	-	-
	Всього	42,626	42764	170,9

На основі визначеного розподілу автомобілів для утилізації з допомогою шредерної технології було створено діаграму, що ілюструє розподіл цих автомобілів за регіонами України (див. рис. 1.7). Додатково, для наглядного зображення географічного розподілу, була розроблена карта розташування цих автомобілів на території країни (див. рис. 1.8).

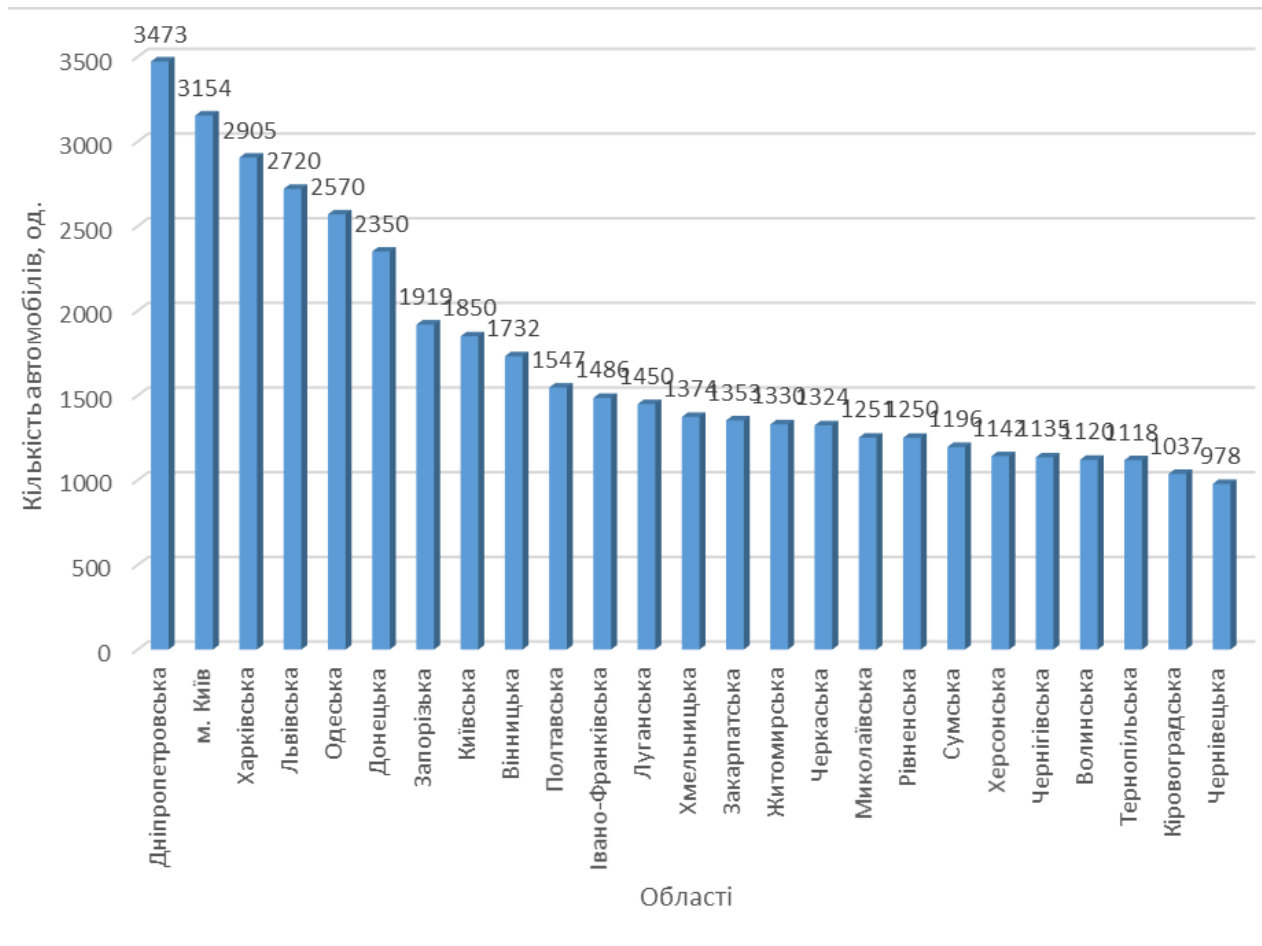


Рис. 1.7. Візуалізація кількості транспортних засобів, призначених для утилізації в різних регіонах України за рік.

Враховуючи вагу типового автомобіля в 1200 кг і вміст матеріалів, наведений в табл. 1.2, можна визначити добовий обсяг вторинних матеріалів, отриманих в результаті утилізації автомобілів за допомогою шредерної технології. Дані за кожним регіоном представлено в табл. 1.4.

На основі проведених обчислень ми склали графік розподілу продуктивності з отриманих матеріалів (рис. 1.9).

З аналізу випливає, що планова щоденна кількість автомобілів, які будуть направлені на утилізацію, складає 171 одиницю в усій країні. Якщо припустити,

що всі ці машини підлягають обробці за допомогою шредерної технології, ця цифра може подвоїтися. На заході, у США, середній показник утилізації на шредерному підприємстві дорівнює 75 тис. автомобілів в рік, або приблизно 200-250 автомобілів щодня. Проте визначена потреба утилізації автомобілів в Україні не досягає цього показника. Таким чином, поки що в Україні не існує поширеності використання такої високоефективної технології.

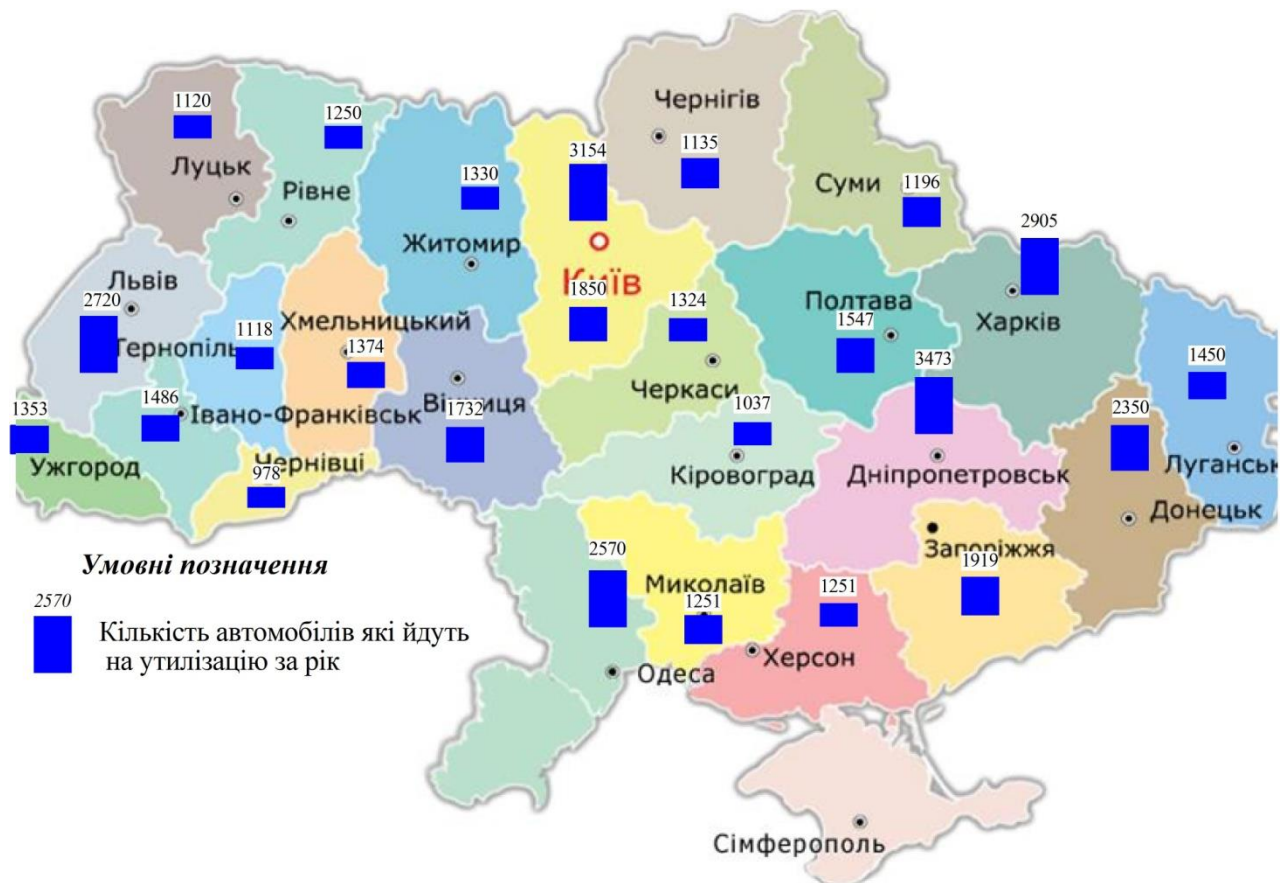


Рис. 1.8. Географічна візуалізація кількості транспортних засобів, що очікують утилізації через шредерну методику у регіонах України.

Однією з ключових проблем є логістика доставки автомобілів на місце утилізації, особливо якщо буде функціонувати лише один шредерний завод. Враховуючи, що виведені з експлуатації автомобілі представляють собою вартісно-доступний ресурс, довготривале транспортування їх не є економічно доцільним.

Таблиця 1.4. Специфікація матеріалів в авто, які очікуються на утилізацію
шредерним методом

Кількість матеріалів в автомобілях по областях	Маса матеріалів в автомобілях за день, кг						
	Сталь і залізо	Плаستيки	Скло	Гума	Рідини і мастила	Кольорові метали	Інші матеріали (фарба, ізоляція, електропроводка)
Рівненська	3932,5	726,0	151,2	363,0	151,2	484,0	242,0
Волинська	3539,2	653,4	136,1	326,7	136,1	435,6	217,8
Житомирська	4168,4	769,5	160,3	384,7	160,3	513,0	256,5
Київська	5820,1	1074,4	223,8	537,2	223,8	716,3	358,1
м. Київ	9909,9	1829,5	381,1	914,7	381,1	1219,6	609,8
Львівська	8572,8	1582,6	329,7	791,3	329,7	1055,1	527,5
Тернопільська	3460,6	638,8	133,1	319,4	133,1	425,9	212,9
Хмельницька	4325,7	798,6	166,3	399,3	166,3	532,4	266,2
Закарпатська	4247,1	784,0	163,3	392,0	163,3	522,7	261,3
Івано-Франківська	4640,3	856,6	178,4	428,3	178,4	571,1	285,5
Чернівецька	3067,3	566,2	117,9	283,1	117,9	377,5	188,7
Вінницька	5426,8	1001,8	208,7	500,9	208,7	667,9	333,9
Одеська	8100,9	1495,5	311,5	747,7	311,5	997,0	498,5
Чернігівська	3539,2	653,4	136,1	326,7	136,1	435,6	217,8
Сумська	3775,2	696,9	145,2	348,4	145,2	464,6	232,3
Полтавська	4876,3	900,2	187,5	450,1	187,5	600,1	300,0
Черкаська	4168,4	769,5	160,3	384,7	160,3	513,0	256,5
Кіровоградська	3224,6	595,3	124,0	297,6	124,0	396,8	198,4
Миколаївська	3932,5	726,0	151,2	363,0	151,2	484,0	242,0
Херсонська	3617,9	667,9	139,1	333,9	139,1	445,2	222,6
Запорізька	6056,0	1118,0	232,9	559,0	232,9	745,3	372,6
Дніпропетровська	10932,3	2018,2	420,4	1009,1	420,4	1345,5	672,7
Харківська	9123,4	1684,3	350,9	842,1	350,9	1122,8	561,4
Луганська	4561,7	842,1	175,4	421,0	175,4	561,4	280,7
Донецька	7393,1	1364,8	284,3	682,4	284,3	909,9	454,9
Всього	134412,9	24814,6	5169,7	12407,3	5169,7	16543,1	8271,5

Альтернативний підхід може полягати у створенні регіональних пунктів прийому автомобілів, які не підлягають експлуатації. Такі пункти можуть обслуговувати декілька областей. Додатково, використання передвижних шредерних установок може оптимізувати процес утилізації, оскільки їх можна легко переміщати між цими пунктами прийому.

Тим не менш, враховуючи активний темп старіння автопарку в Україні, стає очевидним, що в майбутньому без використання ефективних технологій утилізації обійтися не вдасться.

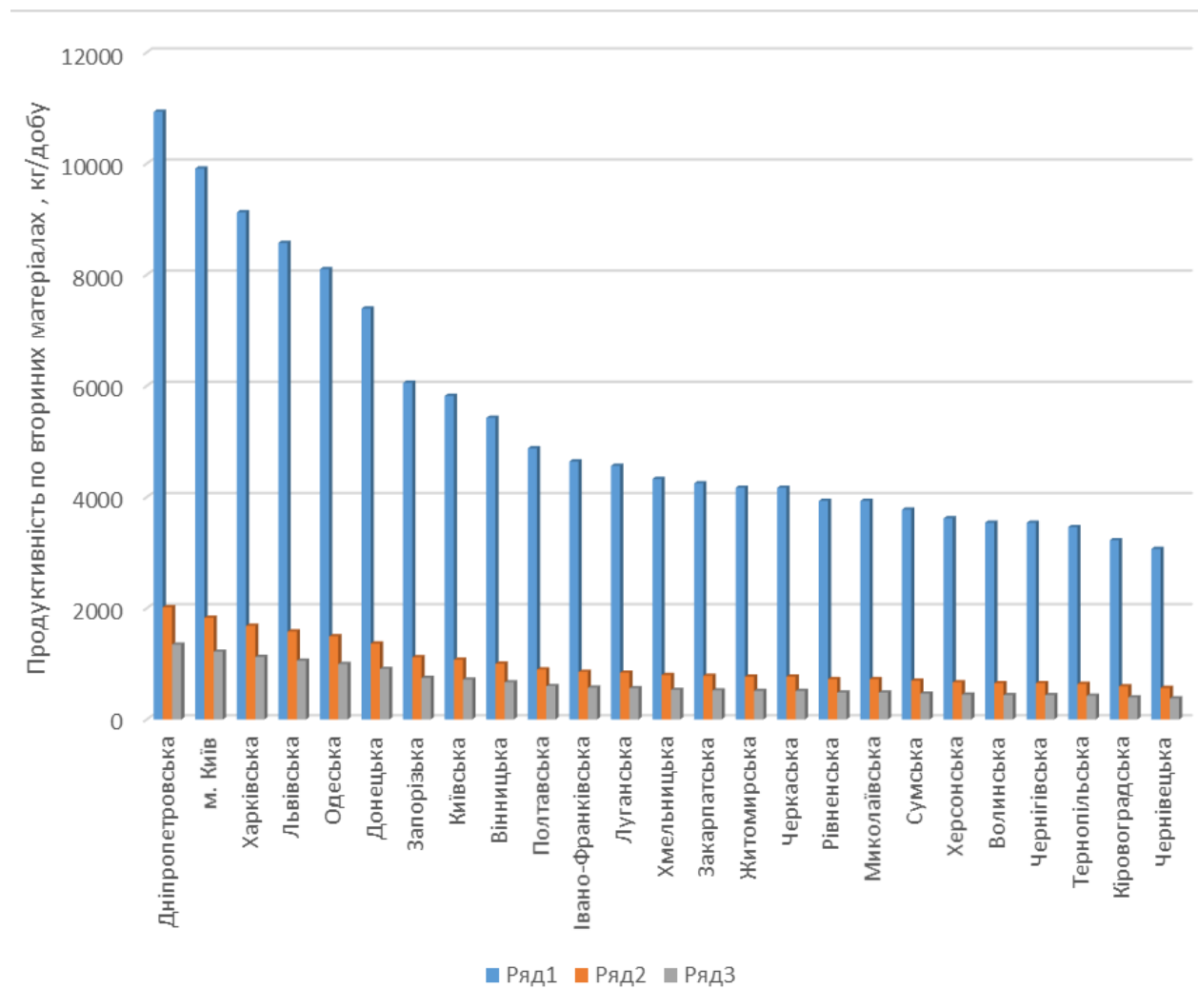


Рис. 1.9. Розподіл матеріалів у структурі автомобілів в Україні.

Ряд 1 – сталь і залізо; ряд 2 – пластики; ряд 3 – кольорові метали.

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Аналіз стану автомобільного парку в Україні показує, що значна частина транспортних засобів вже вийшла з експлуатації і потребує утилізації.

Існуючі технологічні процеси утилізації автомобілів в Україні не дозволяють ефективно вирішувати цю проблему і не відповідають сучасним екологічним стандартам.

Розподіл матеріалів в автомобілях показує, що значна частина з них припадає на метал, що може бути вторинно використаний.

Метою магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу утилізації автомобілів з дослідженням процесу сортування металу в Україні.

Провести аналіз існуючих технологій утилізації автомобілів в Україні та світі.

Визначити основні проблеми та недоліки існуючих технологій утилізації.

Розробити пропозиції щодо вдосконалення технологічного процесу утилізації автомобілів в Україні.

Дослідити процес сортування металу в Україні та запропонувати шляхи його оптимізації.

Розробити рекомендації щодо впровадження вдосконаленого технологічного процесу утилізації автомобілів в Україні.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Світові тенденції у сфері утилізації автомобілів

У багатьох розвинених країнах приділяється особлива увага екологічності процесу утилізації автомобілів. Використання сучасних технологій забезпечує мінімальний вплив на довкілля під час утилізації транспортних засобів.

Світова практика показує тенденцію до максимального використання вторинних матеріалів. Це не тільки зменшує викиди в атмосферу, але і економить ресурси.

У ряді країн виробники автомобілів беруть на себе обов'язки з утилізації автомобілів після завершення їхнього експлуатаційного терміну.

Для спонукання власників до відповідального ставлення до утилізації старих автомобілів вводяться різноманітні стимули - від податкових знижок до компенсацій.

Замість централізованих заводів по утилізації багато країн впроваджують мережу локальних центрів, що дозволяє зменшити витрати на транспортування.

Наукові дослідження та розробки активно використовуються для пошуку нових та ефективних способів утилізації автомобілів, особливо з урахуванням сучасних матеріалів, з яких вони виготовлені.

У світлі вищезазначеного, для України може бути корисним вивчення світового досвіду та його адаптація з урахуванням національних особливостей.

Структура матеріальних та економічних взаємодій у системі утилізації автомобілів у європейському союзі (Рис. 2.1)

В Європейському Союзі система поводження з автомобілями, що вийшли з експлуатації, добре організована, з чіткою структурою матеріальних та фінансових потоків. Вона включає в себе декілька ключових елементів:

Основні гравці, які відповідають за створення автомобілів. Вони зобов'язані забезпечити зворотний збір і утилізацію автомобілів, що вийшли з експлуатації.

Після завершення експлуатаційного терміну, власники передають свої автомобілі на утилізацію, отримуючи за це певну компенсацію.

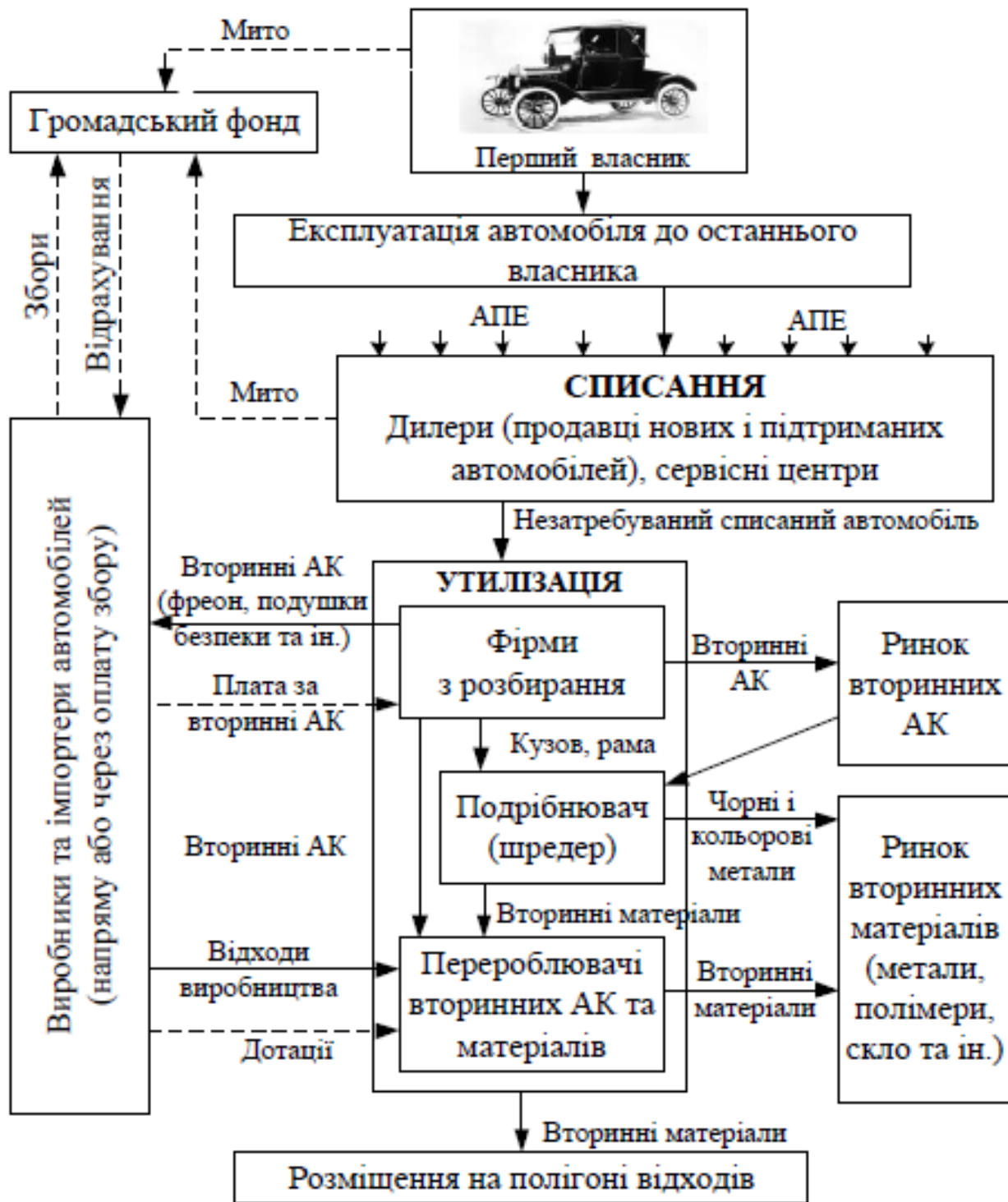


Рис. 2.1. Діаграма життєвого циклу та економічних взаємодій автомобілів у європейському союзі.

Ці організації приймають автомобілі, готують їх до утилізації, і направляють на переробні заводи.

Здійснюють розборку, сортування та переробку автомобільних компонентів на вторинні матеріали.

У системі можуть бути страхові компанії, банки або спеціалізовані фонди, які фінансують утилізаційний процес, а також здійснюють контроль і регулювання фінансових потоків.

Регулюють процеси утилізації, встановлюють стандарти та вимоги, а також контролюють дотримання норм і правил.

Всі ці елементи є взаємопов'язаними, і їх взаємодія забезпечує ефективну систему поводження з автомобілями, що вийшли з експлуатації в країнах ЄС.

На зустрічі лідерів декількох європейських держав у Женеві в 1958 році було оформлено Пакт про стандартизацію та єдині вимоги до компонентів та обладнання автомобілів. У рамках цього пакту було вирішено створити спеціалізовану комісію, яка мала б займатися розробкою міжнародних норм та стандартів для автомобільної промисловості. Ця ініціатива була спрямована на забезпечення безпеки, якості та сумісності автомобільних частин та компонентів на міжнародному рівні.

Під егідою комітету з внутрішнього транспорту Європейської екологічної комісії ООН було засновано спеціалізовану підкомісію, яка зосереджується на нормах конструкції транспортних засобів. Ця підкомісія, відому як Група засновників по автомобільній безпеці ЄЕК ООН, збирається для нарад у Женеві тричі на рік.

Учасники нарад включають представників з різних країн Європи, делегатів від Європейського економічного союзу, а також членів ряду міжнародних недержавних організацій, які спеціалізуються на виробництві та експлуатації транспортних засобів. Усі учасники мають право активно брати участь у дискусіях та внесенні пропозицій щодо стандартів безпеки автомобілів.

В ініціативі Європейської Комісії, названій "Стратегія з повторного використання матеріалів", було запропоновано нові норми відносно утилізації автомобілів. Згідно з цими нормами, починаючи з 2015 року, 85% маси автомобіля повинні бути направлені на повторне використання або переробку матеріалів. Тим часом лише 10% можуть бути перетворені в енергію через термічну переробку, тоді як обмеження в 5% встановлено для захоронення

відходів. Ці вимоги введені з метою підвищення ефективності ресурсів та зменшення навантаження на довкілля.

Планування та розробка автомобільних моделей, спрямованих на зменшення впливу на довкілля в кінці їхнього життєвого циклу:

а) використання екологічних матеріалів, які легко переробляються та повторно використовуються;

б) проектування авто так, щоб їх було легко розібрати на компоненти для подальшої переробки;

Створення мережі пунктів прийому автомобілів для їх ефективної утилізації:

а) підтримка програм "повернення" виробника, де автомобілі повертаються виробнику для утилізації;

б) встановлення стандартів для підприємств, які займаються утилізацією, для забезпечення якості та ефективності процесу;

Співробітництво на міжнародному рівні для обміну знаннями та передовим досвідом у сфері утилізації:

а) взаємодія з іншими країнами для встановлення єдиних стандартів і практик;

б) участь в міжнародних конференціях та семінарах, спрямованих на пошук інноваційних рішень у сфері утилізації автомобілів.

Така комплексна стратегія допомагає не тільки оптимізувати процес утилізації автомобілів, але і сприяє створенню сталого, екологічно-орієнтованого автомобільного ринку в розвинених країнах.

Етапи переробки автомобіля в системі екологічного управління (:

1-й етап. Реєстрація автомобіля на підприємстві для його подальшого перероблення та отримання сертифіката про екологічне знищення. За цим сертифікатом автовласник може отримати певні податкові пільги. Центри прийому розташовані так, щоб вони були доступні для кожного громадянина;

2-й етап. Перевірка автомобіля на наявність цінних частин, які можуть бути відновлені і використані знову. Ці частини відокремлюють і виставляють на спеціалізованих ринках запчастин за привабливою ціною;

3-й етап. Авто проходить первинну обробку: з нього вилучають усі небезпечні речовини, такі як акумулятори, охолоджуючі рідини та мастила. Кожен компонент проходить процес очищення і класифікації для подальшої переробки;

4-й етап. Кузов автомобіля подається на подрібнення, де він трансформується в металеву дріб. Цей дріб потім розділяється на металічні і неметалічні компоненти. Металічна частина відправляється на металургійні заводи для повторної переробки, а неметалічна – на спеціалізовані підприємства для вилучення цінних матеріалів, таких як скловолокно та резина.

Завдяки такому підходу досягла високої ефективності у системі екологічного управління автопарком, спрямовуючи значну частину матеріалів автомобіля на повторне використання та зменшуючи вплив на довкілля.

2.2 Етапи утилізації автомобілів

Сучасний підхід до утилізації автомобілів в Україні базується на комплексному використанні ресурсів транспортних засобів (див. схема 2.2). Основні етапи такого підходу включають:

Попередній аналіз та документування. Автомобіль приймається на спеціалізований пункт утилізації, де його реєструють та проводять первинний огляд.

Демонтаж стратегічних компонентів. Експерти вилучають важливі та цінні компоненти автомобіля, такі як двигуни, трансмісії та електроніка, які можуть бути повторно використані або продані.

Вилучення та утилізація рідин. Експлуатаційні рідини, такі як олива, антифриз та паливо, зливаються в спеціалізовані контейнери для подальшої переробки або утилізації.

Ручне розбирання. Робітники використовують інструменти, такі як болгарки та різакі, для демонтажу основних металевих частин автомобіля.

Сортування та подрібнення матеріалів. Металеві та неметалеві компоненти розділяються і подрібнюються для подальшої переробки.

Екологічна утилізація відходів. Відходи, які не можуть бути повторно використані або перероблені, переробляються або знищуються в екологічно безпечний спосіб.

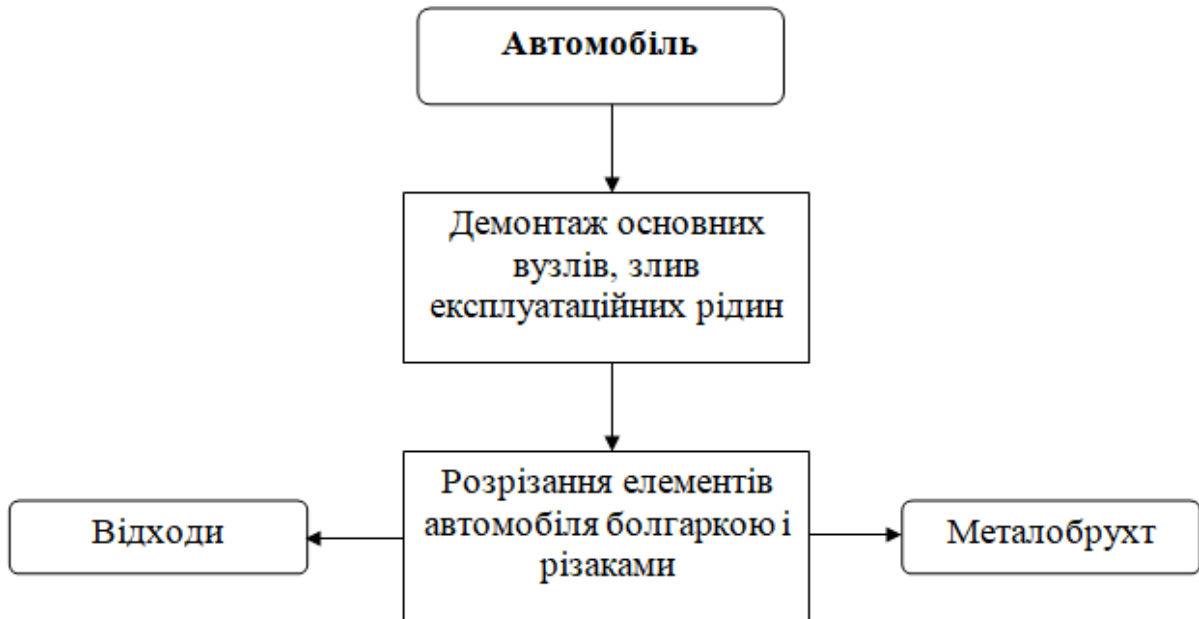


Рис. 2.2. Сучасний метод переробки автотранспортних засобів в Україні

Цей підхід до утилізації автомобілів не лише зменшує навантаження на навколишнє середовище, але і сприяє створенню нових робочих місць та розвитку промисловості вторинної переробки.

В сучасному світі, особливо у розвинених країнах, підхід до утилізації ресурсів базується на автоматизації та інноваційних технологіях. Стара технологічна схема, яка залежала від інтенсивної ручної праці, вважається застарілою та неефективною. Використання такого підходу не лише знижує продуктивність, але і підвищує ризик для здоров'я робітників.

В передових країнах світу зосереджують увагу на:

Впровадженні автоматизованих ліній утилізації, які зменшують потребу в ручній праці та забезпечують високий рівень безпеки.

Інтеграції інноваційних технологій для ефективного вилучення та переробки матеріалів, що дозволяє здійснювати утилізацію без втрати ресурсів.

Освіті та підготовці персоналу для роботи з новітніми обладнанням і технологіями.

Розробці стандартів та протоколів безпеки, які враховують екологічні стандарти та забезпечують мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Така сучасна парадигма дозволяє забезпечити високу продуктивність, зниження витрат та створення сталого та екологічно безпечного процесу утилізації.

Модернізована система переробки автотранспортних засобів, що відслужили свій термін (діаграма 2.3), включає трьохетапний процес переробки: підготовчий, основний та фінальний.

Підготовчий етап. Діагностика стану автомобіля, визначення придатних для повторного використання деталей.

Екологічне зберігання та переробка експлуатаційних рідин.

Вилучення потенційно небезпечних компонентів, таких як акумулятори, подушки безпеки тощо.

Основний етап. Автоматизований демонтаж великих агрегатів, електроніки та інших цінних компонентів.

Пресування кузова для оптимізації подальшого процесу дроблення.

Дроблення кузова на шредері, що здійснюється у два етапи: грубе дроблення для розділення великих фрагментів та тонке дроблення для отримання однорідної. Сортування отриманого матеріалу за типами: метали, пластмаси, текстиль тощо.

Переробка та подальше використання вторинних матеріалів у виробничих процесах.

Нейтралізація та утилізація відходів, які не підлягають повторному використанню. Ця інноваційна система спрямована на максимальне зниження впливу на довкілля, економію ресурсів та забезпечення високої ефективності процесу утилізації.

В усучаснених системах переробки, використовуються потужні магнітні системи для відокремлення масивних деталей із сталі та чавуну, які можуть бути повторно використані в металургійній промисловості. На спеціалізованих дробильних комплексах, після процедури пневматичного відділення легких матеріалів, відбувається додаткове магнітне відокремлення. Цей процес відображено на схемі 2.4.

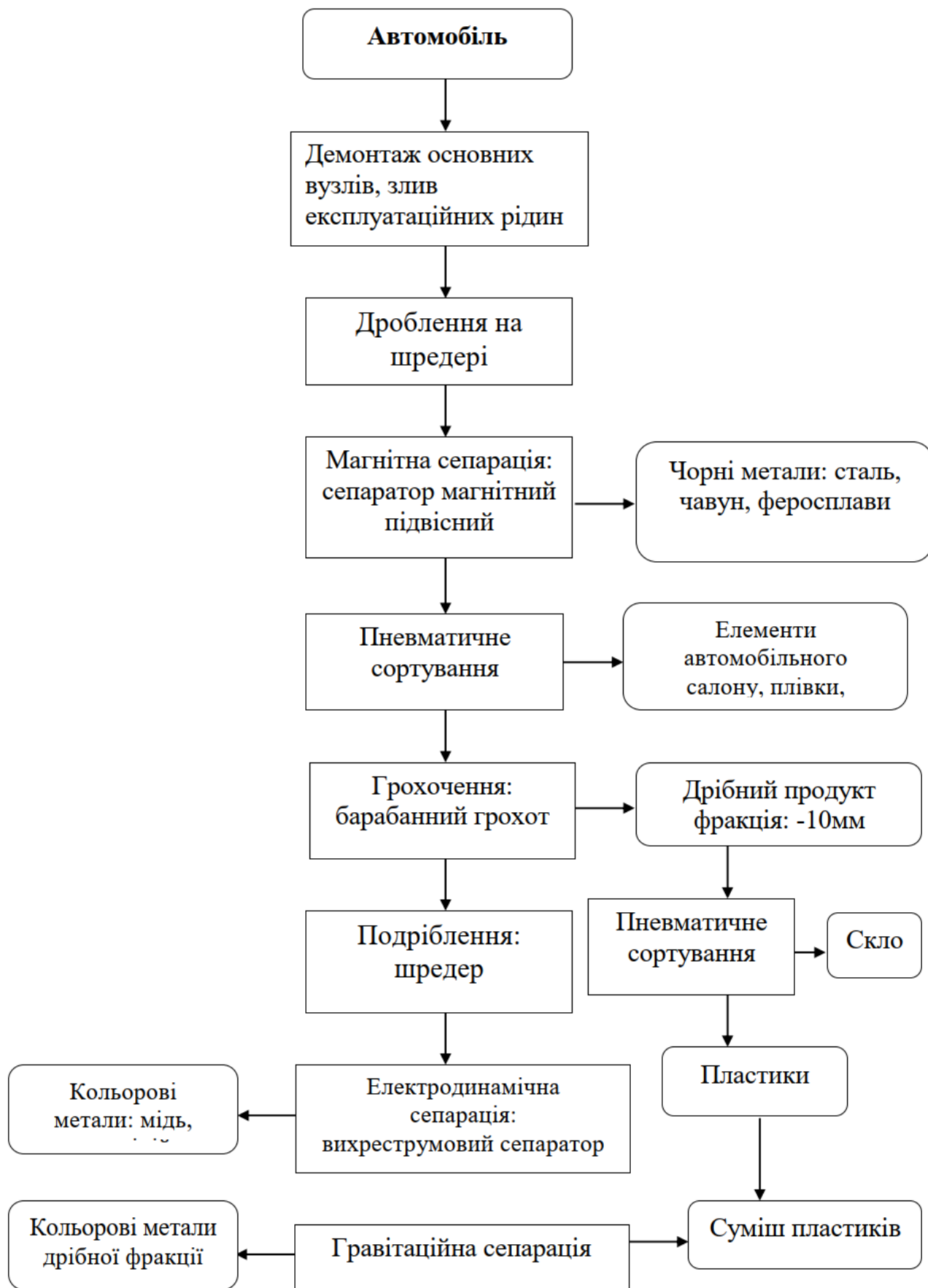


Рис. 2.3. Стандартна процедура переробки автотранспортних засобів в Європі.

В утилізаційних процесах, де застосовуються мобільні шредерні комплекси, зазвичай не проводиться пневматичне відділення. Головним завданням таких установок є відокремлення сталі та чавуну. Для цього використовуються спеціалізовані магнітні сепаратори: як барабанні, так і підвісні моделі. Ці технічні рішення можна побачити на графічних матеріалах 2.5 та 2.6.



Рис. 2.4. Діаграма послідовності обладнання та зображення європейської шредерної установки.

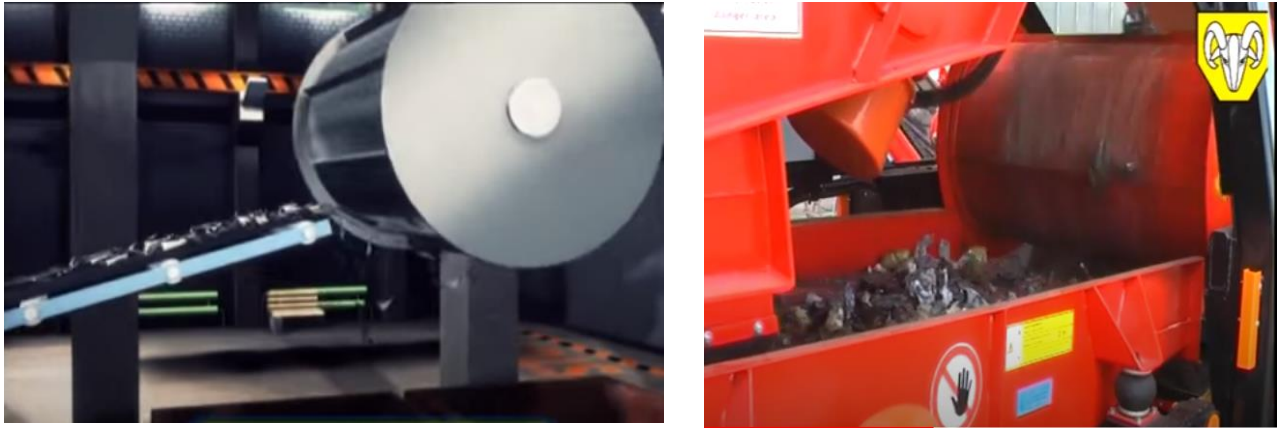


Рис. 2.5. Видалення великих фрагментів чорних металів після дробіння автомобілів на шредері за допомогою магнітних сепараторів барабанного типу.



Рис. 2.6. Видобуток великих фрагментів феромагнітних металів після дробіння виведених з експлуатації автомобілів на шредері за допомогою магнітних барабанних сепараторів.

Під час початкового етапу переробки виведених з експлуатації автомобілів, крім інших процедур, може відбуватися виділення неферомагнітних металів, використовуючи метод електродинамічного розсортування.

Після виокремлення грубих фрагментів феромагнітних та неферомагнітних металів решта матеріалу, що містить комбінацію пластмас, скла та малих металевих часток, передається на наступний етап детальної обробки. Сучасний ринок пропонує ряд технологій для докладної переробки

автомобільних дроблених відходів, і ці технології регулярно покращуються і модернізуються.

В сучасних методах обробки використовуються декілька етапів очищення. Спочатку використовується пневматичний метод для відокремлення легких матеріалів, таких як текстильні вироби. Потім відбувається сортування згідно розміру зі стандартним порогом 10 мм. Матеріали, що пройшли через решітний фільтр, подрібнюються та далі направляються на електродинамічне відокремлення для вилучення дрібних металевих частинок. Наступний етап — гравітаційна сепарація у важких рідинах, яка дозволяє максимально відокремити металеві та скляні частки від пластику. Частини, які не проходять через решітний фільтр, проходять пневматичне сортування, розділяючи пластик і скло для подальшої переробки.

В сучасних підходах до переробки пластикових матеріалів важливе місце займає їхній хімічний і фізичний склад. Різноманітні методи обробки адаптовані до конкретних типів пластиків. Наприклад, використання комбінованих методів магнітної та електростатичної сепарації дозволяє ефективно відокремлювати різні види пластикових частинок (рис. 2.7). Після цього, в залежності від потреб, пластик може проходити додаткові етапи переробки, такі як механічне подрібнення, хімічна обробка або термічна модифікація, що дозволяє отримати продукт високої якості для різних галузей промисловості.

Технологічний процес включає в себе стадію магнітної очистки на барабанному магнітному сепараторі, яка допомагає відсіяти мінімальні фрагменти магнітних металів, що можуть перешкоджати подальшому розділенню. Після цього реалізується етап коронного електростатичного розділення, мета якого - відокремлення мікрочасток кольорових металів та їх сполук з пластмасами. Результатом є пластикова суміш, позбавлена металевих домішок. Для подальшого відділення різних видів пластиків від суміші використовується багатостадійна трибо-електростатична сепарація. Кожен конкретний тип пластмаси проходить через один або кілька етапів такого розділення для отримання чистого продукту.

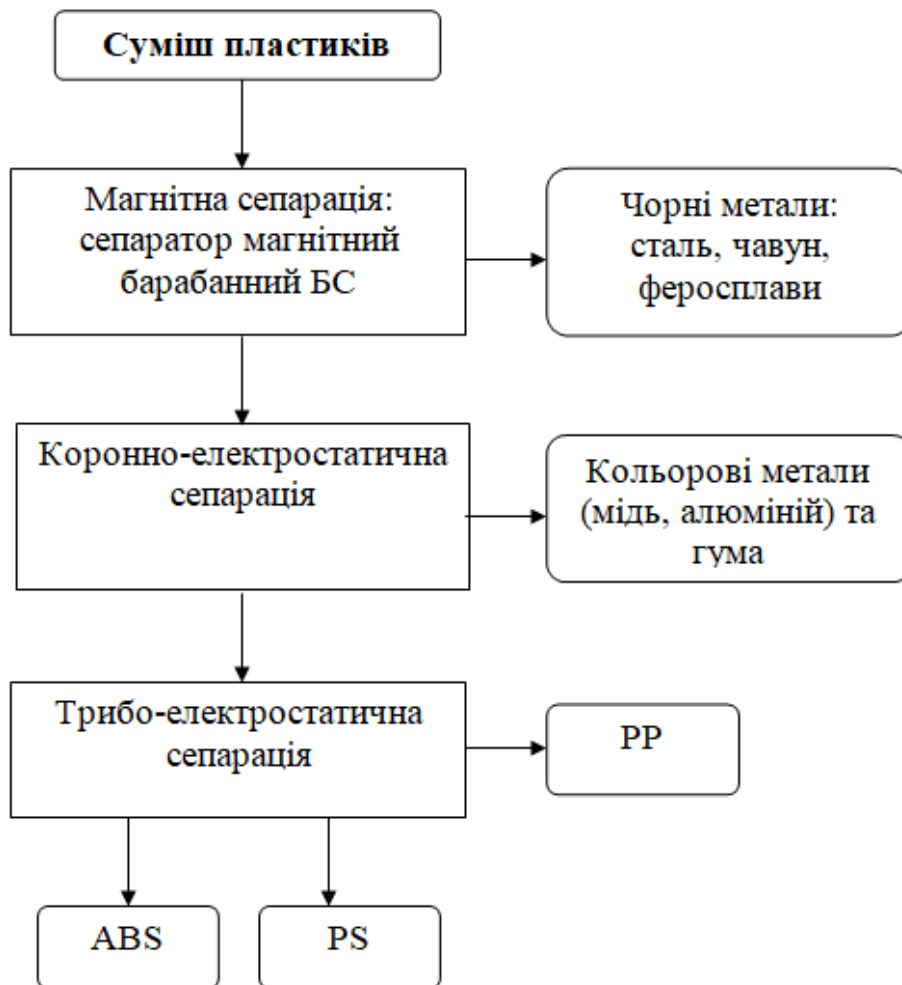


Рис. 2.7. Схема обробки пластиків з автомобілів за допомогою методу електростатичного розділення.

Для оптимізації процесу утилізації пластмас можна інтегрувати сучасні техніки сортування, такі як технологія на основі ближнього чи середнього інфрачервоного спектроскопії. Цей підхід покращує виявлення та розділення пластикових частинок, що сприяє отриманню чистих фракцій пластиків. Такі високоякісні фракції можуть бути повернені до виробничого циклу, забезпечуючи більш сталий і екологічно безпечний ресурсний обіг.

2.3 Технологічний процес утилізації автомобіля

Після демонтажу автомобіля його основні частини та компоненти, які вже не придатні для повторного використання, направляються на переробку для вилучення вторинних ресурсів. Велику вагову частку з цих компонентів

складають металеві елементи, включаючи чорні та кольорові метали, які є ключовими матеріалами у складі автомобіля.

Технічні операції по утилізації автомобілів можна класифікувати на дві основні групи: підготовчі етапи такі як пресування, подрібнення та розрізання і головні методи сортування за видами матеріалів.

Перед тим як перевести великогабаритний металобрухт, включаючи кузов автомобіля, до подальших стадій обробки, його піддають процесу компактифікації. Для цього використовують спеціалізовані машини – преси, які створені для ущільнення металевих відходів у трьох вимірах. Ця методика дозволяє отримувати стислі блоки металобрухту. Такий прес оснащений камерою з кількома пресуючими елементами, гідравлічною системою та механізмом завантаження. Процес компактифікації сприяє ефективнішому дробленню металевих деталей і оптимізує подальше використання металу під час переплавки.

Тип преса та його технічні характеристики обирають залежно від товщини листа металевих відходів та розмірів потрібних блоків відходів.

Послідовність обробки така:

Подача металобрухту до преса,

Компактифікація матеріалу з різних боків,

Формування і вивантаження блоків спресованого металу.

В цьому процесі активно застосовують вантажні крани, електромагнітні підйомники та різне автоматизоване обладнання. Відомі компанії по всьому світу пропонують гідравлічні преси, здатні створювати тиск від 1 МН до 31,5 МН.

Гідравлічні преси, які здатні створювати тиск від 1 МН до 31,5 МН, є досить потужними машинами, призначеними для роботи з великими об'ємами металобрухту чи інших матеріалів, які вимагають великого зусилля для формування або обробки.

Одноважельні гідравлічні преси: Ці преси використовують один гідравлічний циліндр для створення тиску і зазвичай мають менший робочий діапазон зусилля.

Двоважельні гідравлічні преси: Застосовуються для більш складних завдань, де необхідно здійснювати більший тиск.

Чотиристійні гідравлічні преси: Ці преси мають високу точність і стабільність завдяки чотирьом направляючим стійкам.

Преси з глибоким витягуванням: Ці преси розроблені для виготовлення глибоких деталей із листового металу.

Преси для великих завдань: Вони призначені для особливо великих та важких завдань, де необхідний тиск у 31,5 МН або більше.

Щоб визначити конкретний прес, що підходить під конкретний діапазон зусилля, необхідно враховувати додаткові характеристики, такі як габарити, об'єм камери, тип завантаження тощо.

Принцип роботи преса Б 1642, який використовується для ущільнення металевих відходів, ілюстровано на діаграмі 2.8.

Процес пресування відбувається наступним чином: Великогабаритний металевий відхід піднімається краном і поміщається в камеру завантаження 6. Звідти він переміщається до основної камери пресу 2. Щоб ізолювати відхід від зовнішнього середовища, кришка 3 щільно закривається за допомогою механізму 4. Після цього відбувається пресування лому, в результаті чого утворюється пакет заданої висоти.

Ось як відбувається процес формування пакету: Спочатку, використовуючи механізм 1, визначається оптимальна ширина пакету. За його закінченням активується механізм 7, що формує потрібну довжину пакету. Всі ці дії відбуваються при піковому тиску в гідравлічній системі преса. Одразу після завершення процесу пресування діє розвантажувальний пристрій 8, і завдяки механізму 5 утворений пакет виводиться з робочої камери. Завершуючи цикл, видача пакету перекривається, і машина готова до наступного циклу формування.

У процесі переробки автомобільного кузова та інших великих деталей металу використовуються гідравлічні прес-ножиці (зображені на рис. 2.9). Ці універсальні інструменти здатні ефективно працювати як для ущільнення матеріалу, так і для його розрізання.

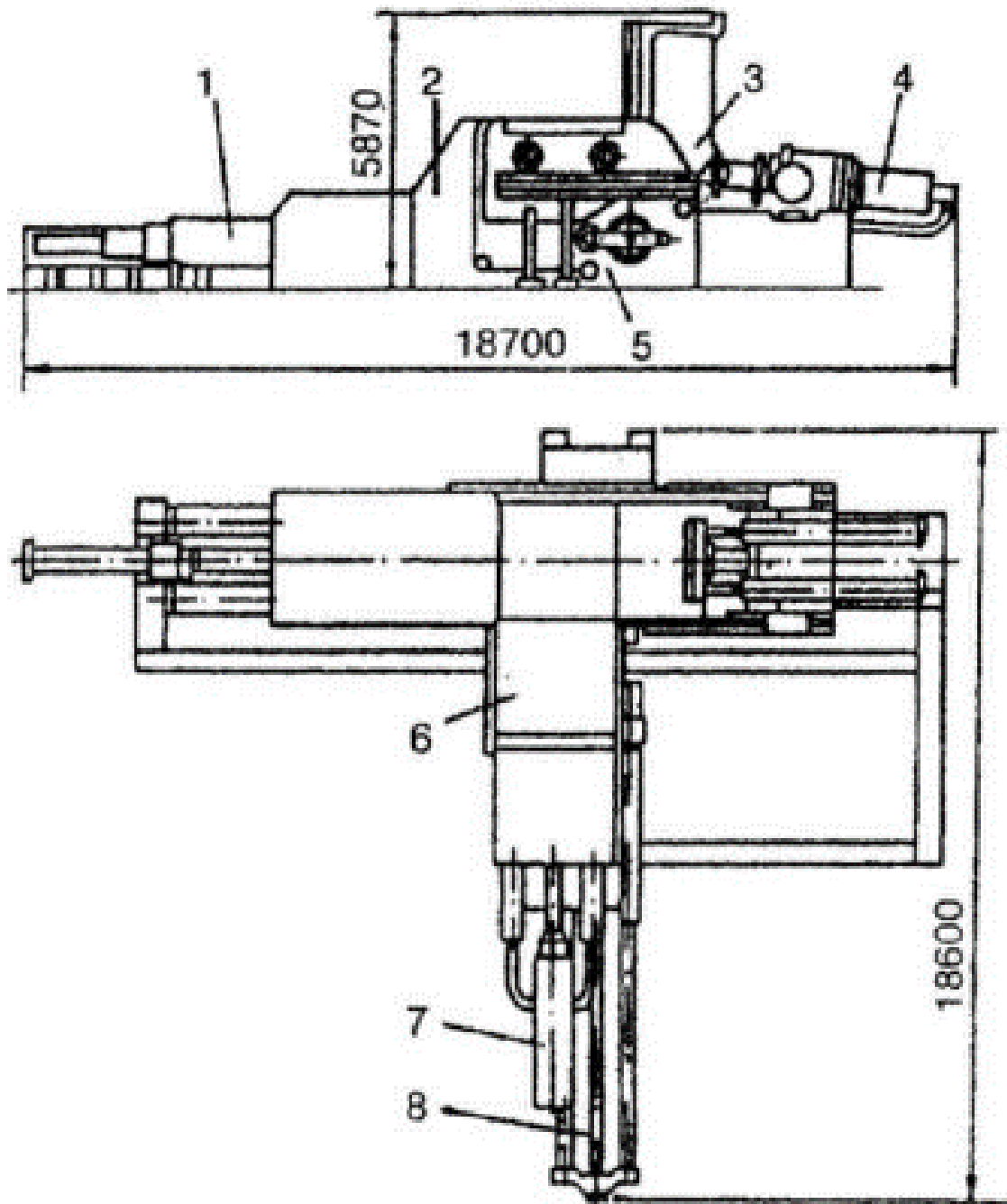


Рис. 2.8. Гідравлічний прес для пакування Б 1642 :

- 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

У процесі обробки автомобільного кузова він спочатку завантажується в камеру 1 за допомогою механізму подачі 2. У цій камері відбувається формування кузова по ширині. На наступному етапі проводиться вертикальне

пресування для надання потрібної форми. Після завершення цього процесу готовий пакет автоматично виводиться з камери завдяки дії штемпеля.

В режимі різання прес-ножиць ножова балка, що служить поперечною стінкою камери, здійснює вертикальний рух вгору. Це створює необхідний доступ для металобрухту, який підсувається в робочу зону завдяки механізму подачі. На цьому етапі активується механізм різання з гідравлічним приводом, який забезпечує швидке та ефективне різання металу за допомогою ножа 4.

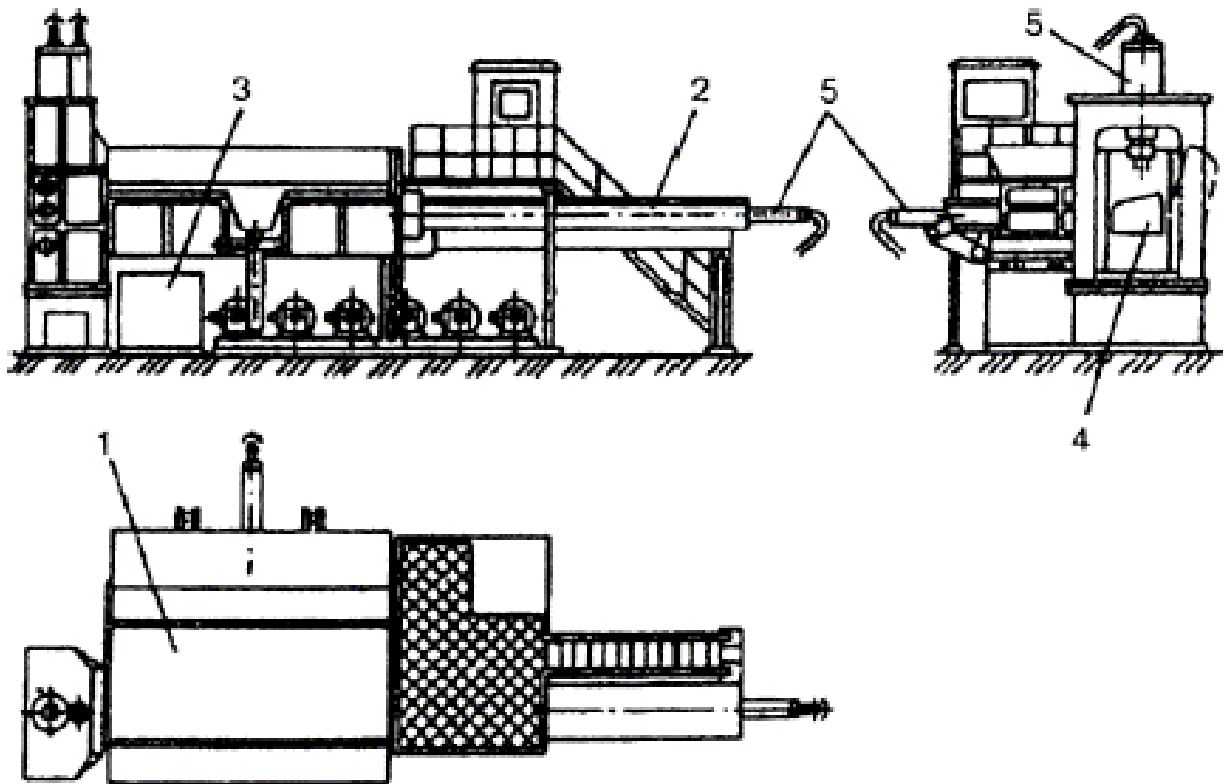


Рис. 2.9. Прес - ножиці гідравлічні :

1 – завантажувальна камера; 2 – вузол подачі матеріалів;

3 – оливна станція; 4 – ніж; 5 – гідроциліндри

Під час розборки автомобільного кузова потрібно враховувати різні види матеріалів, із яких він складається. Компоненти, які можуть містити залишки паливних чи смазочних матеріалів, можуть бути потенційно небезпечними під час подальших операцій. Щоб забезпечити безпеку, рекомендують такі методи:

Компресія кузова перед подальшим розбором для зменшення випаровування летких речовин;

Введення неактивних газів у дробильну камеру, щоб уникнути загоряння;

Охолодження металевих деталей перед дробленням для зниження температури та зменшення ризику запалення;

Обприскування робочої зони водою, щоб знизити рівень пилу та температуру;

Встановлення захисних клапанів і систем витягування диму для виведення потенційно шкідливих випарів та диму з дробильної зони.

В сучасних умовах для обробки металевого лому автомобілів та повних автомобільних кузовів часто використовують мультивалькові дробарки. Рис. 2.10 ілюструє конструкцію такої дробарки, в якій процес роздроблення матеріалу протікає на декількох рівнях.

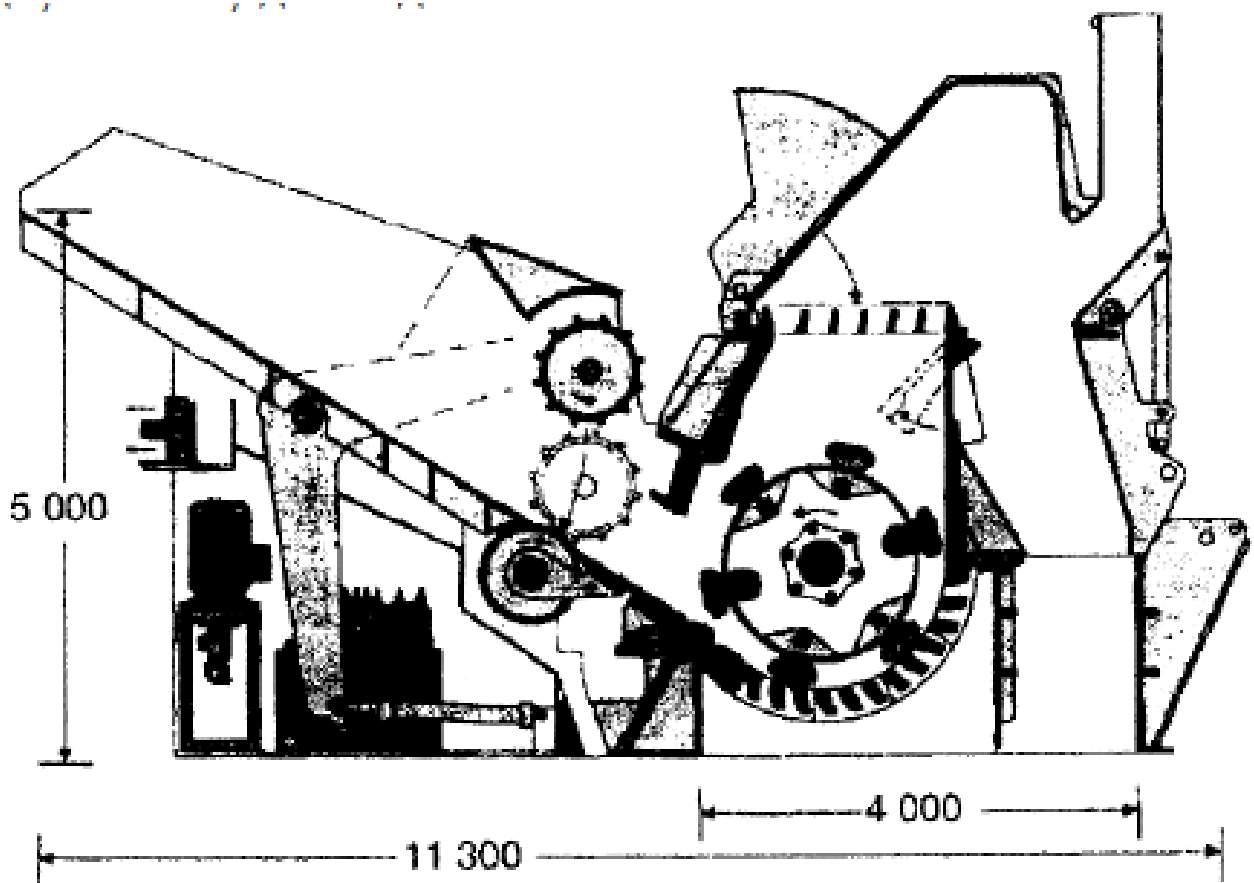


Рис. 2.10. Шредер

У першій стадії великі елементи роздроблюються до менших фрагментів. На наступних рівнях відбувається подальше подрібнення цих фрагментів до потрібного розміру. Такий підхід забезпечує більш ефективне та якісне дроблення матеріалу з меншими втратами енергії.

Автомобільний кузов направляється у дробильну машину через спеціальний конвеєр, де він спочатку проганяється через великі стискаючі ролики. Ці ролики стискають і деформують кузов, після чого він потрапляє до молоткової установки, де матеріал роздроблюється до бажаного розміру часток.

Центральна частина дробильного механізму - це ротор, який рухається з величезною швидкістю в 600 оборотів за хвилину. На цьому роторі, розташовані у певному порядку, встановлено 16 важких молотків з приблизною вагою в 100 кг кожен. Діаметр кола, яке описують кінці цих молотків під час обертання, становить приблизно два метри. Внутрішнє покриття дробильної камери виконано зі спеціальних плит, що мають велику зносостійкість. Їхній розмір варіюється в межах 50-100 мм, залежно від місця установки. Основні компоненти дробарки, такі як сітка, обмежувачі та інші деталі, виготовлені з особливо міцних сплавів для забезпечення тривалого терміну служби.

При проведенні робіт із знищення старих автобусів, великогабаритних машин та інших транспортних засобів, які вже відслужили свій термін, застосовують техніку різання. Це дозволяє ефективно підготувати об'єкти до подальшого дроблення, скорочуючи їхній розмір та ускладнюючи структуру. Такий підхід спрощує процес подальшої переробки та забезпечує більш економічне використання ресурсів на етапі утилізації.

Ефективність різання залежить від таких чинників:

- міцності та еластичності матеріалу, який обробляється;
- форми, розмірів та температурних умов металу під час різання;
- положення об'єкта відносно ріжучого засобу;
- дизайну, стану та матеріалу ріжучого інструменту;
- дистанції між ріжучими частинами інструменту;
- швидкості різання та маневреності обладнання;
- особливостей конструкції різального устаткування, зокрема його жорсткості, точності руху та опорних елементів;
- інтенсивності тертя між оброблюваним матеріалом та інструментом.

Оптимальним рішенням для демонтажу кузовів використовуваних автомобілів стають гідравлічні різальні системи (див. рис. 2.11).

Гідравлічні різальні машини представляють собою конструкцію, що включає основний каркас, системи навантаження та подачі матеріалу, блоки стиснення та обрізання, а також електричний та гідравлічний приводи.

Система різання дозволяє обробляти металеві відходи у визначених об'ємах, розмір яких залежить від потужності подавального механізму. Етапи процесу включають:

- попередню обробку металевих сміття;
- завантаження матеріалу у різальний блок;
- безпосередньо різання металевих решток.

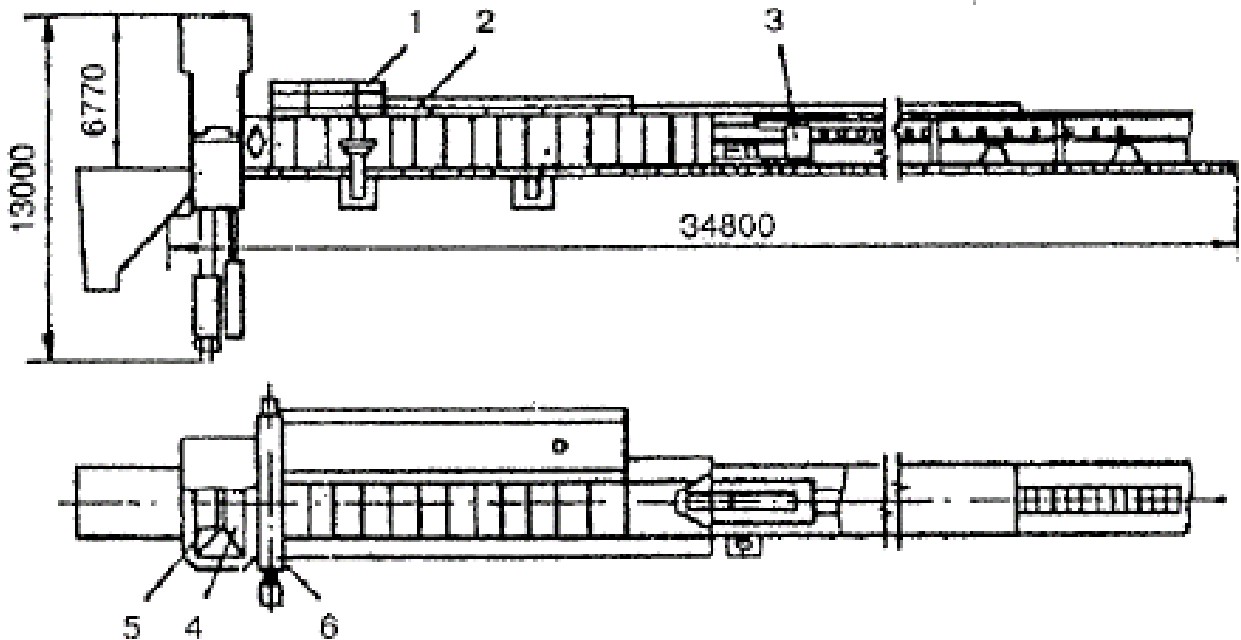


Рис. 2.11. Гідравлічні (гільйотинні) ножиці моделі H0340:

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

Механізм різання взаємодіє з верхнім краном, який комплектується грейфером або електромагнітним пристроєм для збору матеріалу.

Основний момент роботи ножиць базується на такому механізмі: металолом завантажується в контейнер 2, який, будучи наповненим, обертається за допомогою гідросистеми. Завдяки цьому, матеріал пересувається в напрямку горловину, де за допомогою подавального пристрою 3 він направляється до ріжучого блоку. Амплітуда руху цього пристрою

налаштовується з командного пульта. Перед активуванням ріжучого механізму, металолом компактується упорядкувачем 4, що фіксує матеріал під час операції різання. Після завершення різання, обрізки відкидаються в колектор, де їх підіймає кран для подальшої переробки. У той час, контейнер готується до прийому нової порції матеріалу. Додатково, щоб спростити процес, ножі оснащені захисною кришкою 1 та пристроєм для попереднього ущільнення 6.

2.4 NIR-спектроскопія у сортуванні пластику

NIR-спектроскопія (або ближня інфрачервона спектроскопія) відіграє ключову роль у сучасних методах сортування пластиків. Ця технологія дозволяє автоматично визначати тип пластика за його хімічною структурою, що полегшує процес рециклінгу.

Основні переваги використання NIR-технології у сортуванні пластиків:

Швидкість: Системи здатні обробляти великі обсяги матеріалу у короткий проміжок часу.

Точність: Вони забезпечують високу точність виявлення різних типів пластиків, включаючи PET, HDPE, PVC та інші.

Автоматизація: Мінімізує потребу в ручному сортуванні, що зменшує витрати та збільшує продуктивність.

З розвитком технологій і збільшенням кількості пластикових відходів, використання NIR-спектроскопії у сортуванні стає все більш актуальним. Це не тільки підвищує ефективність процесу рециклінгу, але і сприяє збереженню навколишнього середовища, оскільки правильно сортовані пластикові матеріали можуть бути повторно використані або перероблені.

Технологія NIR-сепарування (рис. 2.12) слугує для детального відокремлення змішаних полімерних відходів. Вона спрацьовує так: спочатку визначається хімічний склад кожної окремої частинки полімеру за допомогою надблискового інфрачервоного аналізу. Після того, як тип полімеру ідентифіковано, система розпізнає розташування цієї частинки на конвеєрі. На заключному етапі спеціалізовані пневматичні пристрої "виштовхують" або

видаляють окремі частинки, групуючи їх за типами полімерів. Цей підхід значно підвищує якість вторинного сировини, забезпечуючи його більш чистим і однорідним.

Система розпізнавання на основі БЧ-діапазону (1,1–1,7 нм) використовує спеціалізовану інфрачервону камеру. Ця камера не просто захоплює зображення, але і формує гіперспектральний аналіз кожної точки полімерного об'єкта. Завдяки цьому можна отримати докладну інформацію про хімічний склад та структурні особливості матеріалу на мікроскопічному рівні. Такий підхід відкриває нові можливості для дослідження, сортування та рециклінгу полімерів, оскільки надає можливість детального вивчення їх властивостей.

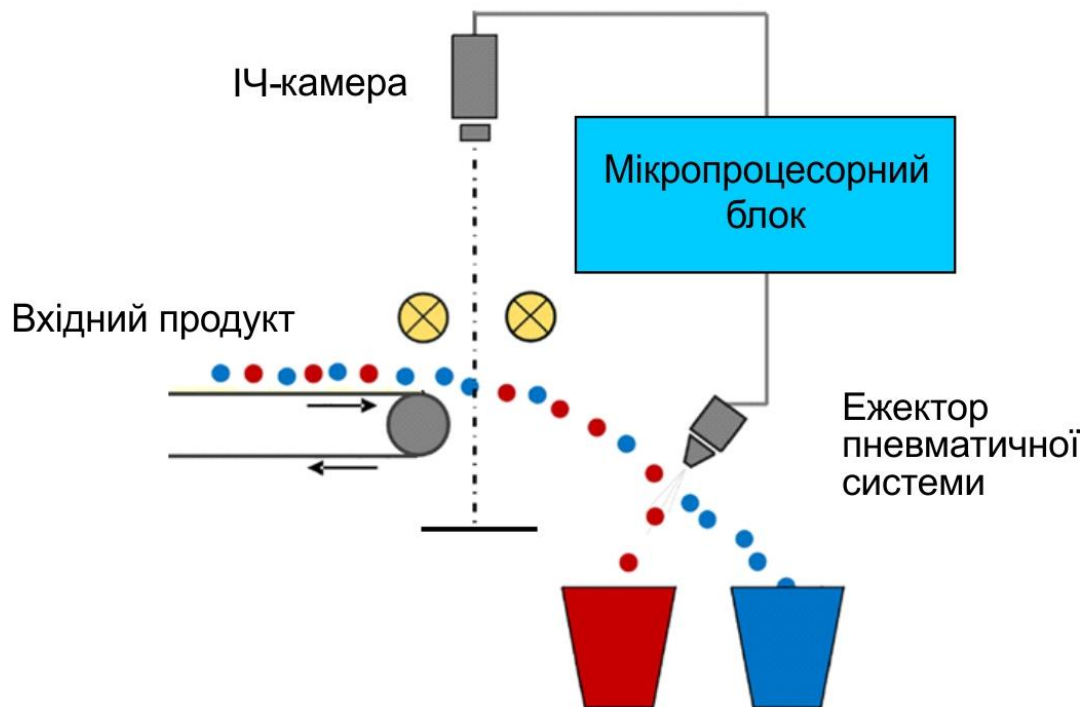
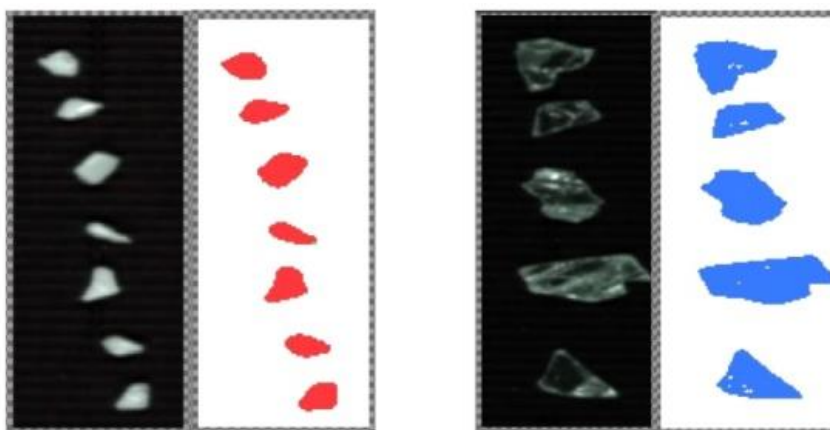
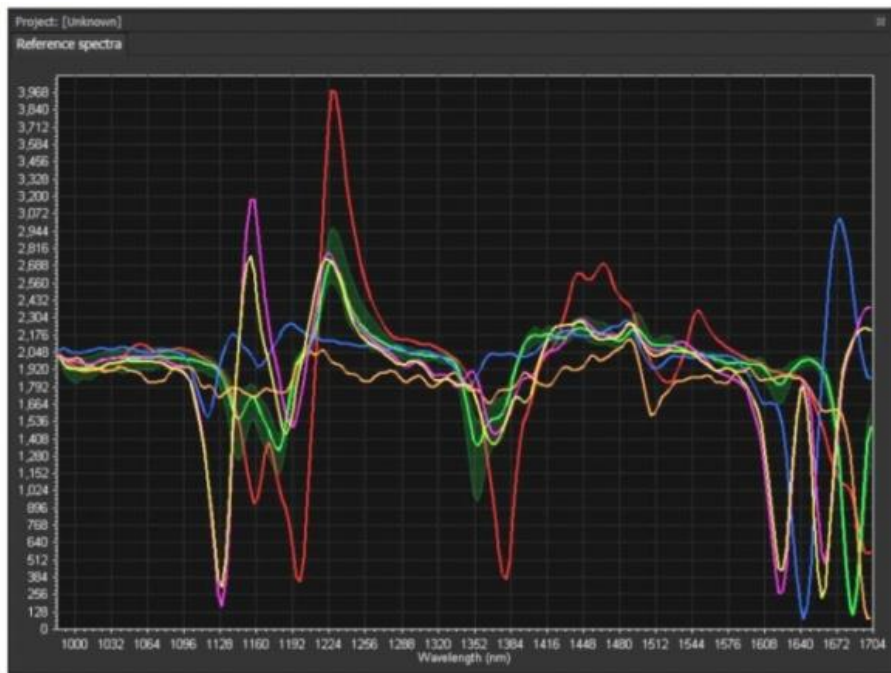


Рис. 2.12. Методика NIR-сепарації

Під час процесу розділення певна ділянка на стрічці конвеєра або пластині з змішаними частинками полімерів освітлюється джерелом ІЧ-випромінювання. Відскок цього випромінювання від частинок зчитується сенсором інфрачервоної камери. Після цього, отримана інформація перетворюється у гіперспектральне зображення завдяки мікропроцесорній технології. Це зображення може надати глибокого аналізу складу і властивостей кожної частинки, що сприяє точному сортуванню або подальшому дослідженню матеріалів.



Тип полімеру	Колір спектру полімеру
ПЕ	ЧЕРВОНИЙ
ПП	ЗЕЛЕНИЙ
ПЕТ	СИНІЙ
ПВХ	ОРАНЖЕВИЙ
ПС	РОЖЕВИЙ
АБС	ЖОВТИЙ

Рис. 2.13. Аналіз інфрачервоних спектрів та візуальне відображення частинок.

Гіперспектральне зображення (рис. 2.14) – це складний масив даних, який зберігає інформацію про інтенсивність поглинання світлових хвиль визначеного БЧ-діапазону для кожної окремої точки обраної ділянки, наприклад, стрічки конвеєра або пластини з частинками. Цей метод дозволяє отримати багатовимірний аналіз властивостей матеріалу на піксельному рівні, де кожен піксель містить повний спектр інформації, необхідний для

ідентифікації і аналізу конкретної частинки. Завдяки цьому підходу можна виявити найменші відмінності у складі частинок та визначити їхні хімічні властивості і структуру.

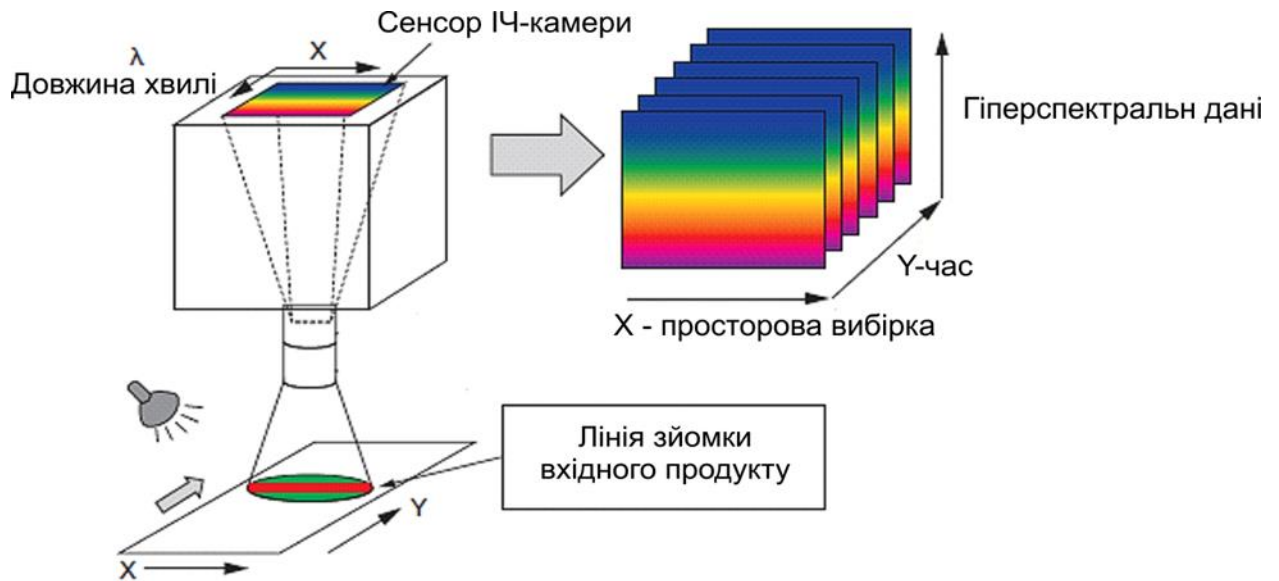
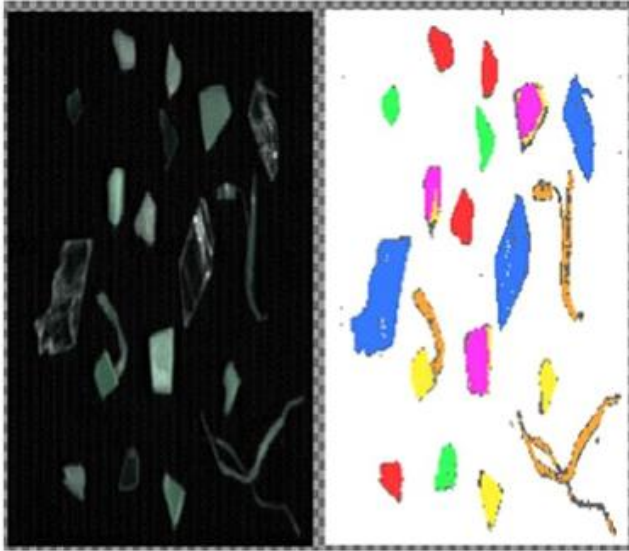


Рис. 2.14. Створення візуального відображення з гіперспектральних даних.

За допомогою спеціалізованого програмного обладнання, детальний розбір та категоризація отриманих гіперспектральних даних стає можливим. Це дає змогу розпізнавати різні види полімерних частинок у суміші. Також існує можливість класифікувати деякі частинки як невстановлені. Розташування кожної частинки відносно стрічки конвеєра сепаратора детально відображається, що спрощує прийняття рішень щодо їх видалення або додаткової обробки.

У визначеному регіоні джерело ІЧ-випромінювання опромінює сировину, яка переміщується по стрічці конвеєра до зони зйомки. Інфрачервоний датчик збирає інформацію, на основі якої обчислювальний блок формує гіперспектральний портрет сировинного потоку. Використовуючи попередньо створені категорії, центральний обчислювач визначає матеріал кожної частинки, а також її розташування як набір точок із схожими спектральними властивостями, відкидаючи дані, які відповідають характеристикам самої стрічки конвеєра.



Тип полімеру	Колір спектру полімеру
ПЕ	ЧЕРВОНИЙ
ПП	ЗЕЛЕНИЙ
ПЕТ	СИНІЙ
ПВХ	ОРАНЖЕВИЙ
ПС	РОЖЕВИЙ
АБС	ЖОВТИЙ

Рис. 2.15. Відображення частинок полімерів на конвеєрній стрічці сепараційного устаткування.

Обчислювальний модуль, використовуючи методи кластеризації, аналізує точки потоку сировини та визначає, які з них належать до небажаних полімерних частинок. Система з ежекторами активує пневматичний механізм для цільового видалення таких частинок. Завдяки цьому процесу отримуємо концентрований полімер або декілька видів концентратів полімерів з підвищеним вмістом корисної речовини.

Однією з ключових стадій процесу сепарації є підготовка початкової матерії. Відходи полімерних матеріалів, які виникають у побуті та промисловості, слід змелювати до розмірів часток у межах 2–25 мм. Забезпечення стабільного розміру часток сприяє збільшенню частки корисного вмісту у отриманому полімерному концентраті.

Спосіб розділення змішаних подрібнених полімерів в сепараційному устаткуванні за допомогою БЧ-випромінювання допомагає забезпечити концентрати полімерів із значним вмістом бажаного компоненту. Це досягається завдяки докладному визначенню типів полімерів кожної індивідуальної частинки в змішаному потоці (див. рис. 2.16).



PE+PP

PP + PE

PE – 98,7 %

Рис. 2.16. Демонстрація виокремлення компонентів із змішаних PE та PP під час випробувань сепарації.

2.5 Специфіка переробки технічних рідин і неорганічних матеріалів

Переробка технічних рідин - це комплекс процесів, спрямованих на очищення, відновлення або перетворення технічних рідин з метою повторного використання або безпечного виведення. В залежності від виду рідини та її складу переробка може включати такі етапи:

Механічне відділення. Перший етап, при якому відділяються грубі механічні домішки за допомогою фільтрації або відсідання.

Термічна обробка. Застосовується для видалення летючих речовин, стабілізації рідини або її розщеплення на складові.

Хімічна обробка. Має на меті нейтралізацію шкідливих речовин, зміну хімічного складу рідини або видобування цінних компонентів.

Біологічна переробка. Використання мікроорганізмів для розщеплення органічних сполук, які містяться в технічних рідинах.

Мембранна фільтрація. Використовується для відділення мікроелементів, важких металів та інших небажаних речовин.

Концентрація та зневоднення. Дозволяє зменшити об'єм рідини для зручності її транспортування, зберігання або подальшої переробки.

Виведення або знешкодження. Залежно від складу і властивостей рідини, її можна вивести в навколишнє середовище, використовувати як паливо або знешкоджувати іншими способами.

Завдяки такому комплексному підходу можливо значно знизити негативний вплив відходів на навколишнє середовище, забезпечити ефективне використання ресурсів та знизити витрати на утилізацію.

Переробка відпрацьованого моторного масла є екологічно відповідальною і необхідною дією. Використовуване масло насичене шкідливими речовинами, такими як металеві частинки, окисли, водні залишки та інші забруднювачі. Переливання його безпосередньо у навколишнє середовище може призвести до забруднення ґрунтів, водойм та, як наслідок, негативно позначитися на флорі та фауні.

Тому важливо передавати відпрацьоване масло спеціалізованим підприємствам для його очищення та переробки. Сучасні технології дозволяють відновлювати властивості масла, перетворюючи його на вторинну продукцію або використовувати як джерело енергії. Такий підхід не тільки допомагає зберегти довкілля, але й оптимізувати використання природних ресурсів.

Переобробка відпрацьованого моторного масла є невід'ємною частиною захисту навколишнього середовища:

Це масло може забруднювати ґрунтові води, порушуючи екосистеми;

Його тривалий розпад призводить до довгострокових негативних наслідків для природи;

Через адгезивні властивості, воно може призвести до проблем у живих організмах, залишаючись на їхній поверхні;

Токсичні речовини в маслі можуть впливати на здоров'я людей, потрапляючи в їхнє середовище.

Тому важливо переобробляти таке масло спеціалізованими методами, щоб уникнути шкідливого впливу на довкілля.

Регенерація моторного масла – це ключовий процес забезпечення його повторного використання. Після його збору в спеціальних ємностях, це масло проходить комплексну переробку. Можливості сучасних технологій дозволяють отримати з відпрацьованого масла високоякісне нове масло,

споживчу нафту або основний компонент для нафтохімічних виробів.

Цікавий факт: з невеликої кількості (лише 1 л) відпрацьованого масла можна виробити таку ж кількість якісного мастила, як з великої кількості (42 л) первинної нафти. Окрім того, перероблене масло стає корисним компонентом у виготовленні асфальту. Під час регенерації з масла видаляють різні небажані домішки: від механічних до хімічних, а також повертають йому естетичний вигляд, усуваючи неприємний запах і надаючи йому свіжий колір.

Рециклізована охолоджуюча рідина/антифриз після тривалого використання втрачає свої характерні якості і стає насиченою різними домішками, такими як іржа, мікрочастинки металу і інші домішки. Ця рідина може викликати шкоду екосистемі. Для того, щоб повернути їй початкову якість, проводиться ряд операцій: виведення з неї шкідливих елементів, балансування хімічного балансу, відновлення нейтральності рН, а також додавання протикорозійних препаратів.

Гальмівна рідина - це специфічний синтетичний розчин, розроблений для використання в гідравлічних системах гальм автомобіля. Вона складається з основних гликолевих компонентів та спеціальних добавок, що забезпечують ефективність та безпеку гальмівної системи. З часом гальмівна рідина може насичуватися забруднювачами, такими як важкі метали. Якщо правильно переробити та очистити відпрацьовану гальмівну рідину, її можна використовувати в деяких промислових застосуваннях, хоча не як альтернативне паливо, але як цінний ресурс для інших цілей.

Трансмісійна рідина, призначена для змащення компонентів трансмісії автомобіля, є спеціалізованою сумішшю з певними хімічними характеристиками, яка спроможна витримувати великі навантаження. На протязі експлуатації до її складу можуть потрапляти важкі метали та інші забруднювачі, через що стає менш екологічною. Для мінімізації впливу на навколишнє середовище таку рідку слід відправляти на переробку, де її можна очистити та знову використовувати у якості трансмісійної рідини.

На початку 2021 року в Україні було вироблено понад 650 тисяч тонн моторних олив. Внаслідок використання такої великої кількості оливи може утворитися приблизно 160 тис. тонн відпрацьованих продуктів. Жахлива

статистика показує, що більше 75% відпрацьованих олив потрапляє в навколишнє середовище, завдаючи йому шкоди. Тільки приблизно 25% цих олив збираються для подальшої утилізації. З цього обсягу лише 17-18% піддається процесу регенерації, а інша частина або використовується як альтернативне паливо, або знищується шляхом спалення.

У компактному легковому автомобілі приблизно 7% (70 кг) від його загальної ваги припадає на гумові деталі, переважно на автомобільні шини. Згідно з актуальними даними, гума відіграє до 15% у загальному обсязі відходів, які потрапляють на звалища по всьому світу.

З використаних автомобільних шин в промислових країнах Європейського Союзу щорічно приблизно 30% переробляють, 15% використовують для виробництва енергії, 12% перетворюють на гумові гранули, 8% використовують у сільському господарстві (наприклад, як загородження або буфери), тоді як 35% відправляють на звалища або нелегально скидають, що порушує екологічні норми.

Зношені шини можуть бути перероблені різними методами, включаючи їх безпосереднє застосування, теплову обробку, хімічний розклад, а також процеси подрібнення.

Вторинне застосування автомобільних покришок передбачає реставрацію за допомогою нарощування протектора, їх використання в ландшафтному дизайні, облаштуванні дитячих майданчиків та інші застосування. Існують методики згоряння цих покришок для виробництва енергії. Проте сьогодні захоронення використаних автомобільних покришок заборонено як національними, так і міжнародними екологічними стандартами.

Термічні методи обробки включають не лише спалювання покришок, як цілих, так і у дрібнених станах, але й процеси, такі як піроліз. Піроліз - це термічний розклад органічних матеріалів без доступу повітря, що дозволяє отримувати корисні продукти і зменшувати викиди шкідливих речовин у атмосферу.

В процесі піролізу виходять різноманітні продукти, серед яких є активоване вугілля, рідкі гідрокарбони, комбіновані гази та залишки металевих елементів.

Фізико-хімічний метод переробки зосереджений на отриманні відновленого матеріалу з меленої гуми, який після обробки під підвищеною температурою може бути вулканізований. Отриманий матеріал, відомий як регенерат, потім використовують у процесах виробництва нових гумових предметів.

Після обробки старих автомобільних шин одним з основних продуктів є гумовий гранулят. Ця мелена гума може бути інтегрована у виробництво нових гумових предметів. Він може використовуватися як регенований матеріал або як додаток до основних матеріалів при виготовленні гуми, тим самим створюючи композитний продукт. Зокрема, дуже мелені частки гуми, менше 1 мм, ідеально підходять для цих цілей, внаслідок чого гума набуває додаткових властивостей та якості.

Після обробки старих автомобільних шин основний продукт, який отримують, - це гумовий гранулят. Цей процес починається з подрібнення старих шин, відділення металевих та текстильних елементів, після чого гума сортується за розміром часток. Основні етапи виробництва гумового грануляту включають розрізання, механічне подрібнення, видалення небажаних елементів та фінальну класифікацію. Отриманий гумовий гранулят потім може використовуватися в різних галузях промисловості, від будівництва до виробництва нових гумових предметів.

Процес деполімеризації старих автомобільних шин здійснюється шляхом видалення забруднень, металічних вставок та інших чужорідних матеріалів. Цей процес передбачає використання спеціального обладнання, яке видаляє всі забруднення і частки, які не входять до складу гуми. Очищені таким чином шини готуються до подальшої переробки чи використання в інших промислових або комунальних цілях.

Обробка бортових кілець виконується на високотехнологічних машинних лініях, де за допомогою механізмів з гаками, активованими гідроциліндрами, здійснюється виведення та відокремлення кілець. Ця процедура забезпечує ефективність і безпеку процесу, мінімізуючи можливість пошкодження шини. В результаті отримуємо готовий до подальшої переробки матеріал без небажаних додаткових елементів.

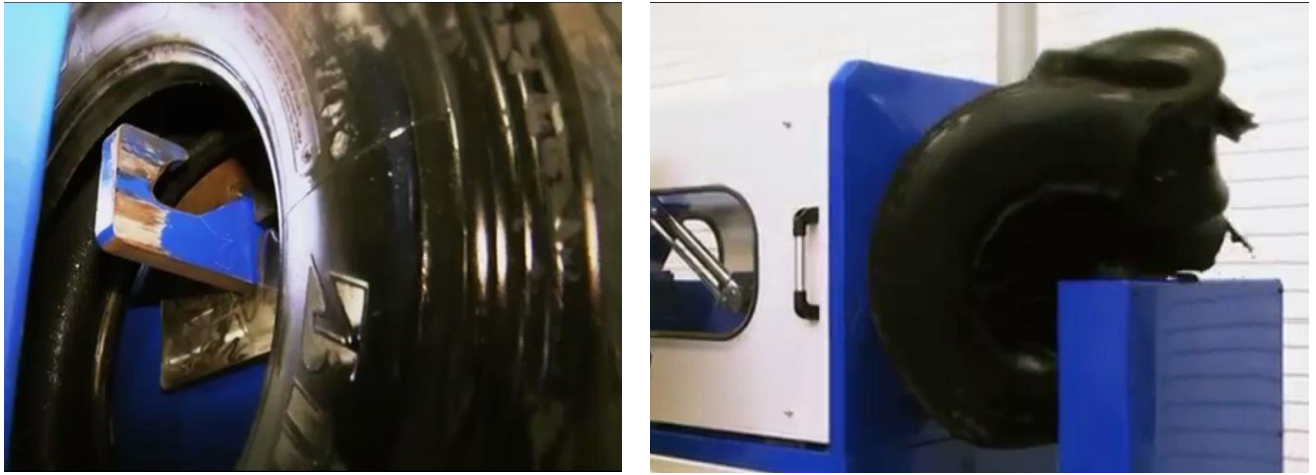


Рис. 2.17. Процес обробки та відділення бортових кілець від старої автомобільної шини на спеціалізованому обладнанні.

На рис. 2.18 показано переріз гумового матеріалу з автомобільної шини на фрагменти розміром 200x200 мм за допомогою спеціалізованих валків.

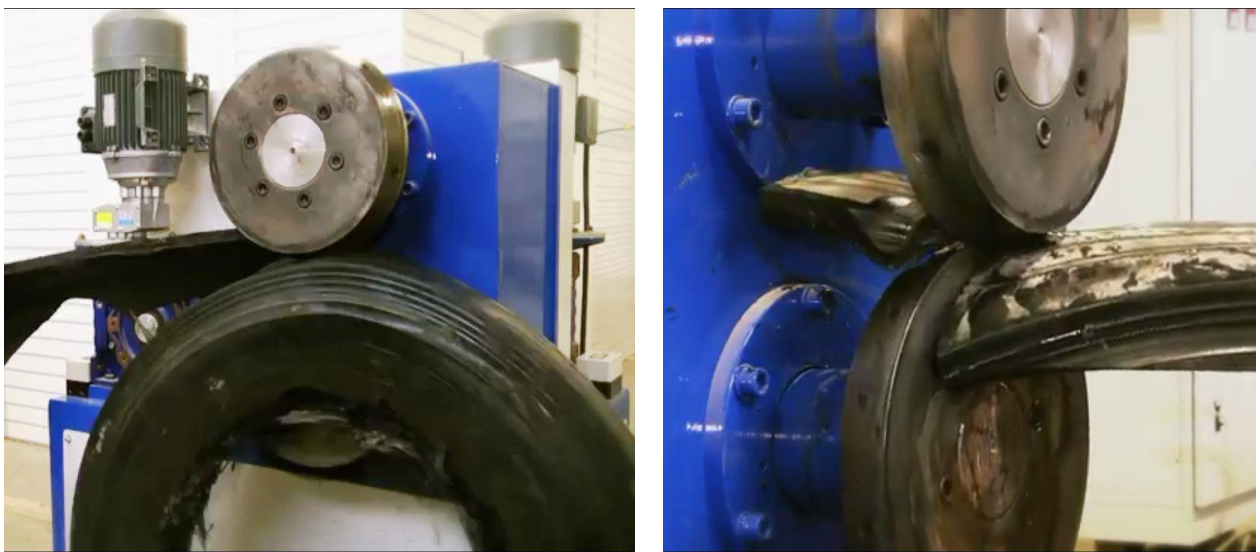


Рис. 2.18. Процес поділу автомобільної шини на частини розміром 200x200 мм з використанням різального обладнання.

На рис. 2.19 показано переробку нарізаних частин гуми до менших фрагментів у шредерному обладнанні.

Дріблення на шредерних валкових установках здійснюється у два етапи. На першому етапі гуму подрібнюють до середніх фрагментів, а на другому - до більш дрібних частинок, готових для подальшої переробки.



Рис. 2.19. Процес дріблення фрагментів гуми на валкових шредерах для подальшої переробки.

Тонке дріблення фрагментів гуми після первинного подрібнення проводять за допомогою роторних млинів.

Нещодавно було впроваджено інноваційний метод подрібнення гумової крихти з використанням швидкообертючих абразивних дисків. Цей підхід дозволяє значно збільшити вихід дрібних фракцій розміром менше 1 мм. Такі фракції високо цінуються на міжнародному ринку завдяки своїм унікальним характеристикам та можливостям застосування.

Однією з передових технологій є метод криогенного роздрібнення, де гума попередньо охолоджується за допомогою рідкого азоту до екстремально низьких температур (до -70°C). Коли гума стає твердою, її легше роздрібнювати за допомогою стандартних методів. Основна перевага цього підходу полягає в оптимізації енергетичних витрат, оскільки пружна деформація гуми суттєво зменшується при такому охолодженні.

Використовуючи спеціалізовані магнітні системи, такі як підвісні магнітні сепаратори з автоматичним видаленням забруднення, барабанні та шківні магнітні сепаратори, здійснюється ефективно відокремлення металокорду з подрібненої гуми (див. рис. 2.20). Ці технології надають можливість забезпечити високу якість очищення гумової крихти від металевих домішок.



Рис. 2.20. Процес видалення металокорду за допомогою підвісного магнітного сепаратора з автоматичним очищенням.

На рис. 2.21. показано процес відокремлення корду текстильного за допомогою вібросита і відокремлення за допомогою тиску повітря. На зображенні показана технологія, що використовується для відокремлення текстильних матеріалів від подрібненої гуми за допомогою вібросита і подальшого видалення текстильного корду за допомогою повітряного потоку.



Рис. 2. 21. Процес відокремлення корду текстильного за допомогою вібросита і відокремлення за допомогою тиску повітря

Відокремлення гумової крихти за допомогою вібросит (див. рисунок 2.22) забезпечує отримання фракцій з однаковою грануляцією, що представляють собою якісний товарний продукт.



Рис. 2.22. Процес відділення гумової крихти за розміром за допомогою вібросит.

Ціна гумової крихти змінюється в межах 2,5 тис. грн/т та вище, в основному визначаючись розміром її частинок. Гумова крихта з частинками розміром менше 1 мм вважається найціннішою. В той час як ціла автомобільна шина представляє собою відносно дешеву сировину із низькою насипною густиною, гумова крихта вигідна для перевезення на значні відстані, завдяки її вартості та товарним характеристикам.

Під час переробки вживаних автомобільних шин, окрім гумової крихти, витягують також металокорд, який також є цінним матеріалом. Зазвичай автомобільна шина включає в себе 75% гуми, 15% металокорду та 10% текстильних волокон.

Переробка автомобільного скла – це процес, під час якого зібране та відсортоване автомобільне скло перетворюється на вторинні матеріали чи нові продукти. Відходи автомобільного скла можуть викликати серйозні екологічні проблеми, якщо їх не переробляти правильно. Ось декілька етапів та основних напрямів переробки автомобільного скла:

Перед початком переробки скло відсортовують від інших матеріалів та забруднень.

Автомобільне скло дроблять на дрібні частинки.

Дрібне скло очищають від забруднень, таких як пластик, гума, метал та інші матеріали.

Очищене дрібне скло може використовуватися в якості сировини для виробництва нового скла або інших продуктів.

Дрібне автомобільне скло може використовуватися в будівництві, в якості заповнювача для асфальту або бетону, а також у ландшафтному дизайні.

Переваги переробки автомобільного скла:

Зменшення потреби в добуванні первинних матеріалів для виробництва нового скла.

Виробництво нового скла з вторинного матеріалу вимагає менше енергії, ніж виробництво з первинних матеріалів.

Переробка скла веде до зменшення викидів шкідливих газів у атмосферу порівняно з виробництвом нового скла.

З урахуванням цих переваг, переробка автомобільного скла є важливим кроком у збереженні навколишнього середовища та підтримці сталого розвитку.

У автомобілебудуванні висуваються високі вимоги до якості та характеристик комплектуючих деталей і матеріалів, з яких вони виготовлені. Очікується, що кожна частина автомобіля буде міцною, довговічною, естетично привабливою, комфортною у використанні, а також безпечною для водія та пасажирів. Щодо автомобільного скла, це передбачає не тільки високу здатність витримувати удари та падіння, але й показники розсіювання світла та чіткість оптики, що допомагає забезпечити безпеку дорожнього руху.

Автомобільне скло класифікується за різними параметрами, але найпоширенішими видами є:

загартоване: це скло піддане спеціальному термічному обробленню, що забезпечує йому підвищену міцність на відміну від звичайного скла. У разі руйнування воно розпадається на маленькі круглі кусочки, зменшуючи ризик поранення.

ламіноване: це скло, яке складається з двох або більше шарів звичайного скла, між якими розташована плівка. Така конструкція забезпечує безпеку, оскільки у разі руйнування шматки скла залишаються на плівці і не розлітаються.

Загартоване скло піддається переробці аналогічно до звичайного домашнього скла. Однак особливий підхід потребує ламіноване скло, зокрема лобове. Його структура включає кілька шарів скла, які відокремлюються за допомогою прозорого полімеру - полівінілбутирату (ПВБ). Таке розбирання часто потребує ручного втручання. ПВБ потім піддається переробці на зразок інших пластикових матеріалів. Автомобільне скло, що було перероблене, можна використовувати в якості компоненту для асфальтних сумішей, абразивів, добавок до світлофарб, матеріалів для дорожніх покриттів або як складову фільтраційних систем і багато іншого.

Переробка пластику є ключовим елементом в управлінні пластиковими відходами та зменшенні негативного впливу на довкілля. Вона дозволяє зменшити потребу в нових сировинних ресурсах, зекономити енергію та скоротити викиди вуглецевих викидів. Процес переробки пластику включає в себе кілька основних етапів:

Пластикові відходи збирають із різних джерел, а потім сортують за типом пластику, щоб полегшити подальший процес переробки.

Після сортування пластикові відходи дроблять на маленькі частинки, які промивають для видалення забруднень, таких як папір, земля або залишки їжі.

Дроблені частинки пластику потім плавлять і перетворюють на гранули, які можна використовувати для виготовлення нових пластикових товарів.

Перероблений пластиковий гранулят може бути використаний для виробництва різноманітних товарів, включаючи пакувальні матеріали, побутову техніку, текстиль та інше.

Деякі пластикові товари, такі як пляшки, можуть бути безпосередньо зібрані, промиті та повторно використані.

Цілеспрямована переробка пластику не тільки допомагає зберегти довкілля, але й стимулює економічний розвиток, створюючи нові робочі місця та підтримуючи сталість у виробничому секторі.

Близько 10% (100 кг) маси сучасного автомобіля складає пластик. Цей матеріал має великий потенціал для вторинної переробки, що може додатково збільшити прибуток від утилізації автомобіля. Однак ефективне використання пластику у автомобільній промисловості вимагає вирішення декількох ключових завдань. У типовому автомобілі використовують до 25 різних видів пластикових матеріалів, пристосованих до високих стандартів якості та довговічності. Крім того, один пластик може включати в себе декілька підвидів, змінюючись за допомогою різних добавок, барвників та інших компонентів.

В автомобільній промисловості використовуються різноманітні види пластику, зокрема термопласти, які добре піддаються переробці.

Поліпропілен - це багатофункціональний термопласт, відомий своєю високою стійкістю та міцністю. Цей полімер виготовляється з пропілену і часто модифікується адитивами для покращення його властивостей. Дякуючи своїй відмінній стійкості до різноманітних хімічних впливів, включаючи розчинники, кислоти та основи, поліпропілен знаходить широке застосування в промисловості.

Додаткові використання: конструкційні матеріали, обгортка харчових продуктів, сільськогосподарське обладнання, пластикові труби для водопостачання та каналізації, а також у виготовленні посуду та пакуванні.

Поліуретан — це універсальний полімерний матеріал з вражаючим спектром характеристик. Відзначається високою здатністю поглинати удари, адаптованістю до змін умов навколишнього середовища і відмінною зносостійкістю. Від м'якої резиноподібної консистенції до жорсткості пластика, цей матеріал може мати різні форми. Поліуретан також славиться своєю відмінною стійкістю до впливів навколишнього середовища, зокрема, агресивних речовин, ультрафіолетового випромінювання та коливань температур.

Додаткові застосування: гідро- та аероізоляція, промислові покриття, литі деталі, спортивне обладнання, медичні пристрої, компоненти обладнання для зберігання харчових продуктів та багато інших.

Полівінілхлорид - це унікальний полімер з різноманітними властивостями. Відомий своєю здатністю витримувати високі температури,

відпорідь до вогню та водонепроникністю. Завдяки своїй адаптованості, ПВХ може бути адаптований до виготовлення як жорстких, так і м'яких виробів, в залежності від добавок та пластифікаторів у його складі.

Додаткові застосування: віконні рами, покрівельні матеріали, гральні карти, взуття, медичне обладнання, підлогові покриття, іграшки та багато іншого.

Акрилонитрил-бутадієн-стирол - це багатофункціональний синтетичний матеріал, який комбінує оптимальні характеристики кількох компонентів. Стироловий компонент надає матеріалу твердості і глянцевої зовнішності. Акрилонітрил забезпечує хімічну стійкість, тоді як бутадієн добавляє еластичність і підвищує здатність витримувати механічні навантаження. Додавання різних добавок може адаптувати ABS до конкретних вимог застосувань.

Додаткові застосування: іграшки (наприклад, LEGO блоки), корпуси для електронних пристроїв, телефонні оболонки, захисні шоломи, сантехніка та компоненти побутової техніки.

Поліамід (РА, відомий як Нейлон) представляє собою сімейство синтетичних полімерів, що широко використовуються завдяки їхній високій міцності та стійкості до зношування. Хоча Нейлон 6/6 є одним з популярних видів цього матеріалу, він також зазнає деяких змін при взаємодії з вологою, що може призвести до набрякання виробу. Водночас, завдяки своїм відмінним механічним властивостям, Нейлон 6/6 залишається вибором номер один для багатьох промислових застосувань.

Додаткові застосування: текстильні вироби, ремені безпеки, троси, компоненти електроніки, деталі автомобільних двигунів, шланги та пластикові компоненти.

Полістирол. Цей легкий і жорсткий матеріал відомий своєю прозорістю та високою стійкістю до розчинників. Хоча він може бути схильний до впливу УФ-випромінювання, ряд спеціалізованих модифікацій полістиролу пропонують покращені характеристики, зокрема глянцевість та ударостійкість.

Додаткові застосування: одноразова посуда, упаковка, іграшки, рамки для картин, оформлення інтер'єрів, оптичні лінзи.

Поліетилен – це матеріал із стійкою до зовнішніх впливів структурою та відмінними механічними властивостями. Його низька вартість, легкість та водонепроникність роблять його незамінним в ряді галузей промисловості. Поліетилен також відзначається довгим терміном служби та відмінною електроізоляцією.

Додаткові застосування: пакувальні матеріали, пляшки, труби для водопостачання, плівки для теплиць, іграшки, контейнери для зберігання продуктів.

ПОМ (полиоксиметилен) – це термопласт з відмінними механічними характеристиками, включаючи стабільність при низьких температурах та стійкість до різних хімічних речовин. Завдяки своїй твердості та міцності, ПОМ часто стає матеріалом вибору для виробництва точних деталей та компонентів.

Додаткові застосування: з'єднувачі, замки на блискавках, ковзання для напрямних, ручки інструментів, частини пральних машин, компоненти регулювальних систем.

Полікарбонат - це високопродуктивний термопласт, відомий своєю великою жорсткістю, оптичною прозорістю і винятковою стійкістю до удару. Завдяки його термостійким, оптичним і електричним характеристикам, цей матеріал стає ідеальним вибором для різноманітних застосувань, особливо там, де важлива безпека.

Додаткові застосування: оптичні диски, захисні окуляри, медичне обладнання, авіаційні кабіни, мобільні телефони, покрівельні матеріали, комп'ютерні компоненти.

Акрил цей термопласт з високою прозорістю часто служить заміною скла завдяки його легкості та здатності витримувати падіння. Хоча акрил менш дорогий порівняно з полікарбонатом, його поверхня може бути менш стійкою до механічних впливів.

Додаткові застосування: огорожі басейнів, оздоблювальні елементи, інтер'єрні декорації, світлові коробки, автомобільні ліхтарі.

Термопластичний служить надійним захисником в електротехнічних та електронних застосуваннях, завдяки своїй вражаючій хімічній та тепловій

стабільності. Крім того, деякі модифікації цього матеріалу спроможні витримувати дію вогню.

Додаткові застосування: конектори, оболонки кабелів, компоненти пристроїв безпеки, деталі корпусів приладів.

Поліетилентерафталат знайдений у безлічі домашніх товарів, від виробів з синтетичних матеріалів до побутової упаковки. Коли йдеться про текстильні вироби, цей матеріал може бути позначений як поліестер.

Додаткові застосування: упаковка для продуктів харчування, плівка для пакування, блискучі текстильні матеріали, термоусадочні плівки.

ASA акрилонітрил-стирол-акрилат - це полімер, який комбінує міцнісні характеристики ABS з відмінною здатністю до опору впливам зовнішнього середовища. Цей матеріал не піддається дії ультрафіолетового випромінювання і зберігає свій колір навіть при тривалому використанні на відкритому повітрі. Він також володіє глянцевою поверхнею, що забезпечує естетичний вигляд виробів.

Застосування: зовнішні деталі автомобілів, конструкційні матеріали для зовнішнього використання, покрівельні матеріали, садова техніка.

Переробка пластиків вимагає відповідного сортування матеріалів, адже деякі типи пластиків можна комбінувати. Існує проблема з пластиком, який забруднений різноманітними додатками, такими як металеві деталі, наклейки та інші частини. Ці імпуритети необхідно видаляти до початку переробки. Ведучі європейські та американські переробні підприємства активно досліджують методи оптимізації процесу з метою підвищення якості одержуваного матеріалу. Вони також вивчають потенційний ринковий попит і розробляють критерії для вибору тих видів пластиків, які мають найбільшу вартість для повторного використання, з урахуванням їх поширеності в різних виробках та можливості ефективного відділення.

Покращення процесу збору, сортування та переробки пластику, що використовується в автомобільній промисловості, відбулося завдяки прийняттю законодавства в Євросоюзі та в інших передових індустріальних країнах. Закони зобов'язують виробників авто маркувати пластикові деталі, що входять до складу автомобілів. Крім того, робляться спроби зменшити кількість типів

пластику, що використовується в автомобільному виробництві, і стандартизувати його серед різних виробників. Тим самим розширюється сфера застосування вторинного пластику. Враховуючи, що пластик є одним з найбільш складних матеріалів з точки зору його збору, сортування та переробки, в передових країнах активно інвестуються кошти в наукові дослідження та розробку нових технологій для його ефективною переробки і подальшого використання.

Вторинний пластик знаходить застосування в численних промислових секторах завдяки своїм властивостям та можливостям переробки. Деякі з цих областей включають:

Виробництво деталей для автомобілів, використовуючи як чисто вторинний пластик, так і його комбінації з первинним;

Перетворення відходів пластика на альтернативні джерела енергії, такі як біопаливо або газ;

Використання вторинного пластику як вуглецевого ресурсу в процесах металургії;

Застосування переробленого пластику у виробництві пакування, конструкційних матеріалів та інших товарів для побуту;

Використання вторинного пластику у виробництві меблів, текстилю та інших споживчих товарів.

Основна перевага використання вторинного пластику полягає у збереженні природних ресурсів, зменшенні викидів вуглецю та позитивному впливі на довкілля.

2.6 Економічний розрахунок утилізації автотранспорту

В Україні спеціалізовані підприємства для переробки та рециклінгу автотранспорту майже неіснуючі. Тому питання самостійної утилізації авто та отримання економічної користі від цього процесу важливе для розгляду. У даний розділ включено оцінку потенційних матеріальних і екологічних переваг такої утилізації, опираючись на методики доступні в Україні. Процес утилізації довгий і складний, потребує знань та особливих інструментів. А відсутність

законодавчої підтримки та стимуляції утилізації старого автопарку ускладнює ситуацію. Крім того, з урахуванням економічної ситуації, навіть старі авто знаходять свого покупця, що також впливає на негативну динаміку у сфері утилізації автотранспорту.

Вивчаючи підходи до утилізації автомобілів, ми опираємося на досвід Німеччини у сфері рециклінгу автотранспорту, модифікуючи його з урахуванням конкретних умов України. Через відсутність у нас великої кількості підприємств, спеціалізованих на рециклінгу деталей авто, основна увага приділяється оптимізації їх повторного використання. Тобто, багато автокомпонентів замість того, щоб бути повністю переробленими і повернутими до виробництва у вигляді сировини, будуть продані як запчастини. Такий підхід може мати як позитивні, так і негативні наслідки для економіки та екології, що робить актуальним подальше дослідження цієї проблеми.

відновлений акумулятор – від 800 до 1500 грн (залежно від ємності та бренду);

щітки склоомивача – 50-150 грн за пару (залежно від розміру та якості);

гальмівна рідина – 50-100 грн за літр (залежно від специфікації та бренду);

антифриз – 100-300 грн за літр (залежить від концентрації та бренду);

холодоагент кондиціонера – 300-500 грн за заряд (залежить від об'єму та типу агента);

рідина склоомивача – 50-100 грн за 5 літрів.

Важливо розуміти, що ці ціни можуть варіюватися залежно від регіону, стану компонентів, попиту та пропозиції на ринку. Тому доцільно провести додатковий аналіз конкретного ринку перед продажем компонентів.

Самостійне усунення акумуляторів або специфічних технічних рідин є недоцільним і потенційно небезпечним. Багато спеціалізованих підприємств у нашій країні приймають такі матеріали лише у великих обсягах, замість окремих елементів від приватних осіб. Це створює додаткові труднощі для звичайних громадян, які прагнуть відповідально поводитися зі своїм старим

автотранспортом. З цієї причини, перепродаж таких компонентів для повторного використання може бути найкращим варіантом.

Щодо холодоагентів, як-то фреон, вони представляють собою особливу проблему. Не тільки їх важко вилучити, але і випуск їх у атмосферу може призвести до серйозного екологічного забруднення, включаючи дію як парникового газу. Тому потрібно звертати особливу увагу на безпечне обігу холодоагентів і дотримуватися всіх приписів щодо їх зберігання та видалення.

Основний акцент цього етапу полягає у розборці зовнішніх елементів автомобіля. При знятті пластикових деталей кузова необхідно бути обережним, адже деякі з них можуть бути використані знову у відновленні інших автомобілів або у різноманітних творчих проектах.

Що стосується металевих деталей кузова, таких як двері чи капот, вони, звісно, можуть бути передані до пунктів прийому металобрухту. Однак, з огляду на потреби ринку в запасних частинах, такі деталі часто можуть мати значно вищу вартість як замітники для інших автомобілів.

Також не слід забувати про освітлювальні прилади, такі як фари та задні ліхтарі, які можуть бути використані як замінні частини, або в інших цілях, як-то при створенні декоративного освітлення або мистецьких об'єктів.

Щодо конкретної вартості деталей, вона може сильно варіюватися в залежності від моделі автомобіля, його віку та стану деталей. Тому перед продажем рекомендується провести дослідження ринку і визначити оптимальну ціну для кожного компонента.

Третій етап утилізації автомобіля фокусується на внутрішніх компонентах. Це означає зняття внутрішнього текстилю, гумових деталей, пластикових елементів, а також аудіо- та мультимедійного обладнання.

Гумові килимки та інші гумові елементи можна продати спеціалізованим центрам за ціною приблизно 250 грн. за весь комплект. Пластик з автомобіля також може бути зданий на переробку за вартістю приблизно 30 грн.

Щодо текстильних частин, таких як сидіння, найкращим рішенням було б продати їх особам, які шукають замінні частини або для використання в інших проектах, оскільки їх цінність може досягти 3000 грн.

Звукове обладнання та мультимедійні системи можуть варіюватися за вартістю в залежності від бренду, якості та віку, але в середньому вони можуть бути продані за 1500 грн.

На жаль, багато елементів інтер'єру автомобілів не має великого попиту на вторинному ринку, що призводить до їх потрапляння на сміттєзвалища, де вони можуть завдавати шкоди навколишньому середовищу. Тому, при утилізації, важливо розглядати екологічно-відповідальні методи обробки таких матеріалів.

Четвертий етап включає в себе відокремлення та оцінку цінності основних механічних частин автомобіля. За допомогою ретельного демонтажу можна забезпечити подальше використання цих частин в інших автомобілях або як запасні частини для ремонту. Такі деталі, як двигун, трансмісія та системи охолодження, можуть забезпечити великий дохід при продажу, особливо якщо вони зберігаються в гарному стані.

Ось додаткова вартість для деяких важливих компонентів автомобіля:

Електронні системи управління: 12 000 грн.

Турбокомпресори та наддува: 9 000 грн.

Гальмівна система: 14 000 грн.

Вихлопна система: 8 000 грн.

Пам'ятайте, що ці ціни є орієнтовними, і реальна вартість буде залежати від стану компонентів, а також від специфікацій та року виробництва автомобіля. На ринку вживаних автокомпонентів може бути велика конкуренція, тому важливо грамотно презентувати та визначати вартість своєї продукції.

Останній етап демонтажу автомобіля - це передача його каркасу до спеціалізованого центру для рециклінгу металу. В Україні є чітко встановлена система збору та переробки металевого сміття. Кожен кілограм каркасу авто може бути оцінений приблизно в 6 грн. Враховуючи, що середня вага каркаса машини складає близько 950 кг., ви можете розраховувати на компенсацію приблизно в 5 700 грн.

У нашій країні існує добре розгалужена мережа пунктів прийому металобрухту, які забезпечують ефективний збір і переробку відходів. Переплавлений метал потім використовують для нового виробництва, що не тільки зменшує навантаження на звалища, але й забезпечує сталу циркуляцію ресурсів. Такий підхід сприяє збереженню природних ресурсів і вдосконаленню екологічної обстановки в Україні.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Сепарація різних типів металевих відходів

Сортування металевих відходів є важливим етапом у процесі переробки і утилізації. Таке сортування допомагає відокремити різні типи металів, таких як залізо, мідь, алюміній, цинк тощо, для подальшого використання або переробки.

Процес включає в себе наступні етапи:

Первинна сортировка: Ручне або механічне відокремлення великих елементів і грубих домішок.

Магнітна сепарація: За допомогою магнітів відділяють феромагнітні матеріали від немагнітних.

Вибіркова флотація: Цей метод використовується для розділення металів на основі їхньої хімічної активності у розчині.

Електростатична сепарація: Застосовується для розділення металів, що мають різний електричний заряд.

Гравітаційне сортування: Використовуються центрифуги та інші пристрої для розділення металів за їхньою вагою.

Оптична та радіоактивна сепарація: Сучасні технології, що використовують спектральний аналіз та радіоактивне випромінювання для визначення та відділення різних типів металів.

В результаті такого сортування отримують чисті фракції металів, готові до подальшої переробки і використання в промисловості. Відсортовані метали можуть бути переплавлені для створення нових виробів або продані на ринку як сировина.

Під час рециклінгу автозапчастин, що містять залізні, незалізні метали, пластикові компоненти, скло і ін., застосовують технології розділення матеріалів за їх типами. Така методика сортування допомагає отримувати з відходів якісну сировину для подальшого використання.

Розділення відходів здійснюється на основі:

фізичних властивостей (наприклад, магнітної реакції, щільності чи провідності);

візуальних характеристик (таких як колір або текстура поверхні);

конкретних елементів (типу деталі);

ідентифікаційних знаків на деталях;

даних з хімічних та інших лабораторних тестів, включаючи спектральний, рентгеновський та радіаційний аналізи.

Методи розділення матеріалів базуються на їх різниці в магнітних, електричних та інших особливостях.

Використання магнітної сепарації дозволяє ефективно взаємодіяти з деякими металами, наприклад зі сталлю або чавуном, генеруючи силу, яка суттєво переважає над гравітаційною. Ці методи визначаються своєю високою ефективністю, екологічністю, економічністю та простістю використаного обладнання.

Процедура магнітної сепарації базується на характеристиках продукту, конкретно на формі та розмірах магнітних частинок, а також на конкретному завданні, яке треба виконати за допомогою магнітних сепараторів.

Ключовою особливістю магнітних сепараторів є магнітна сила, яка виникає на їхній робочій зоні. Від цієї сили прямо залежить взаємодія сепаратора з магнітними елементами у відходах.

Магнітна сила F_m , яка впливає на феромагнітні частинки, розраховується на основі певних фізичних законів та параметрів. Формула для визначення цієї сили залежить від характеристик магнітного поля, властивостей частинок і їх взаємодії з магнітним полем. Зазвичай ця сила залежить від градієнту магнітного поля та магнітної сприйнятливості матеріалу частинок.

$$F_m = \mu_0 \chi_m V H \text{grad} H_y, \text{ Н} \quad (3.1)$$

Магнітна сприйнятливість феромагнітного матеріалу χ_t є ключовою величиною, яка характеризує його відгук на зовнішнє магнітне поле. Ця величина визначається на основі внутрішніх властивостей матеріалу та його

взаємодії з магнітним полем. Формула для розрахунку магнітної сприйнятливості враховує такі параметри як насичена магнітизація, температура та інтенсивність зовнішнього магнітного поля.

$$\chi_m = \frac{1}{N}, \quad (3.2)$$

Для різних геометричних форм частинок їх магнітні властивості можуть відрізнятися. Ізометрична частинка має співвідношення 0,33. У випадку стержня, де співвідношення довжини до діаметра становить 10, це співвідношення зменшується до 0,02. Тоді як для пластинки розміром 200x200x3 мм, це значення становить лише 0,01156. Ці відмінності в магнітних характеристиках залежать від взаємодії магнітного поля з поверхнею матеріалу, його геометрією та іншими фізичними чинниками.

Основний фактор, який впливає на магнітну силу, що діє на феромагнітні об'єкти, такі як сталь та чавун, є їхньою геометрією. Зокрема, плоскі та циліндричні форми відчувають сильніший магнітний тяг ніж об'єкти ізометричної форми. Така особливість зумовлена розподілом магнітних сил ліній в різних типах геометрії, що робить деякі форми більш сприйнятливими до магнітного впливу.

Магнітні сепаратори, розроблені для ефективного відділення сталевих, чавунних і інших феромагнітних елементів з подрібненого матеріалу, стали незамінними в процесах переробки відходів автомобільної промисловості. Це обладнання відіграє ключову роль у відновленні цінних металів із старих автомобілів і автозапчастин, дозволяючи таким чином зменшити обсяги відходів і забезпечити ефективне вторинне використання ресурсів.

Асортимент магнітних сепараторів, що використовуються у процесі переробки автомобілів, які завершили свій ресурс, є досить великим. Серед них особливо відомі:

- відкидні магнітні панелі;
- барабанні сепаратори з різною інтенсивністю магнітного поля;
- магнітні ролики та конвейери;

сепаратори із варіативним градієнтом магнітного поля.

Ці пристрої допомагають ефективно відокремлювати металеві компоненти від інших матеріалів під час переробки старих автомобілів, оптимізуючи процеси утилізації та відновлення цінних ресурсів.

Щоб відокремити магнітні компоненти від зміцнених продуктів, часто використовують магнітні роликові сепаратори рис. 3.1, які інтегруються у стрічковий конвеєр як заміник стандартного привідного ролика. В сучасній промисловості дедалі більш популярними стають роликові магнітні сепаратори на основі постійних магнітів. Проте у деяких випадках застосовують також електромагнітні роликові системи. У наш час все більше популярності здобувають шківні магнітні сепаратори на основі постійних магнітів, проте інколи можна зустріти і їх аналоги з електромагнітами. Ці пристрої є незамінними для ефективного відділення магнітних матеріалів, таких як сталь та чавун, від немагнітних компонентів в процесі переробки вторинної сировини.



Рис. 3.1. Шківний магнітний сепаратор.

Робоча здатність шківного магнітного сепаратора корелює із параметрами частинок, такими як маса, форма та магнітні характеристики, а також з фізичними властивостями потоку матеріалу, такими як їх об'ємна концентрація та швидкість проходження по конвеєрній стрічці. Ефективний вибір параметрів

може оптимізувати процес відділення та забезпечити більш високу чистоту відокремленого матеріалу.

Функціонування магнітних шківів базується на відсіві феромагнітних частинок з потоку матеріалу, що переміщується конвеєрною стрічкою. У зоні дії магнітного поля шківів, металеві частинки затримуються на стрічці, в той час як немагнітні елементи продовжують рухатися. Відділення феромагнітних матеріалів від стрічки відбувається в області, де дія магнітного поля слабшає або відсутня, що кореспондує з розташуванням шківів. Оптимальним режимом для такої сепарації є швидкість стрічки у діапазоні 1,25–2,0 м/с, оскільки при великій швидкості ефективність розділення фракцій може знижуватися.

Магнітні шківів, які створюють поле індукції в діапазоні 0,1–0,3 T_n , здатні вилучати середні та великі металеві фрагменти, розміром від 10 до 100 мм. Проте, вони можуть не виявляти дрібні металеві частинки і, за певних умов, затягувати немагнітні матеріали у разі значного накопичення магнітних частинок. Така особливість робить їх менш придатними на початкових етапах процесу утилізації виведених з експлуатації автомобілів, де необхідна висока точність відокремлення матеріалів.

Для точного відокремлення великих металевих фрагментів, таких як частини зі сталі та чавуну, із змішаних продуктів дроблення автомобілів, використовують спеціалізовані магнітні системи. Ці системи забезпечують відділення магнітних матеріалів, підняття їх над основним потоком для забезпечення оптимального розділення. До них належать підвісні магнітні пластина і та валкові магнітні сепаратори (див. рис. 3.2).

Підвісні магнітні системи розроблені таким чином, щоб створювати магнітне поле з інтенсивністю 0,05–0,07 T_n на визначеній висоті, що кореспондує з рівнем їх підвісу. Ці системи можуть бути збудовані на основі постійних магнітів або за допомогою електромагнітного поля. Щодо очищення, підвісні магнітні сепаратори можуть бути оснащені ручними механізмами або автоматичними системами, що автоматично видаляють надлишкові матеріали з магнітної зони. При обробці відходів автомобільної промисловості особливу популярність отримали підвісні магнітні системи з автоматичними механізмами

очищення, оскільки вони забезпечують більш ефективно та безперервне вилучення магнітних домішок.

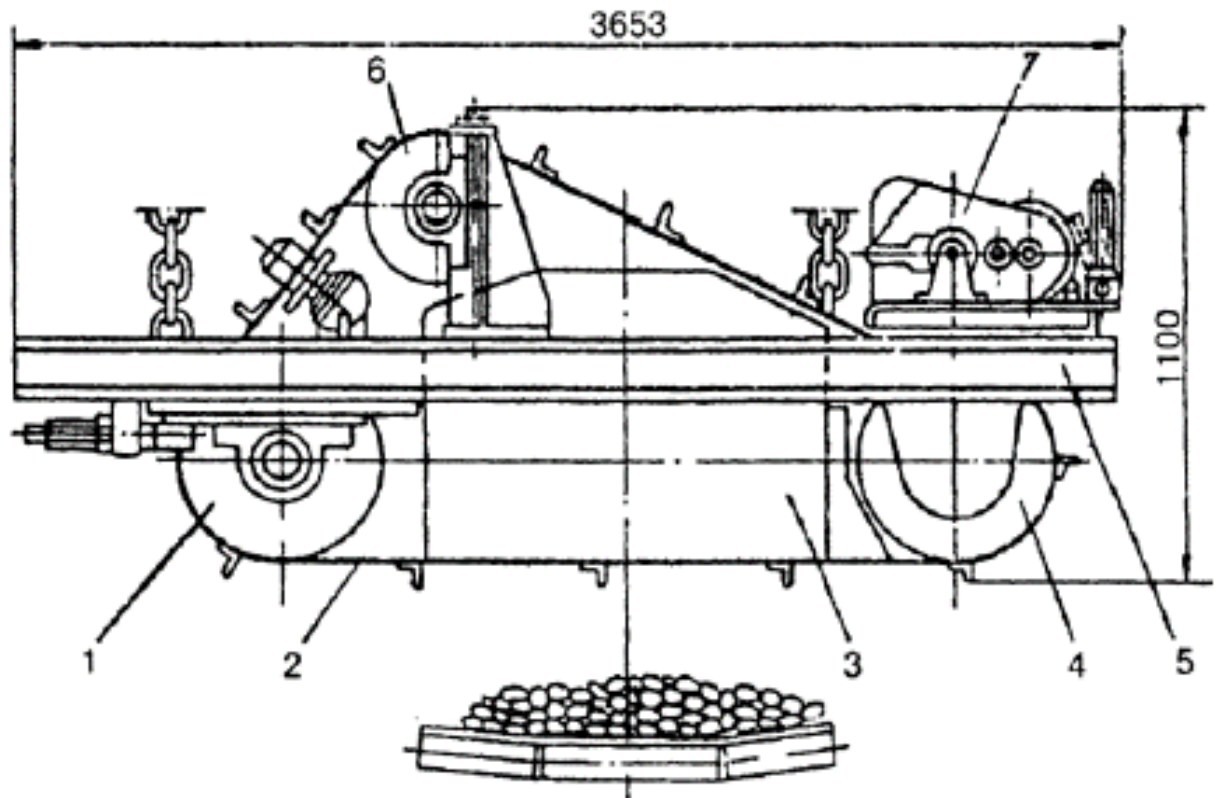


Рис. 3.2. Підвісний електромагнітний сепаратор :

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

Барабанні магнітні системи при утилізації відставших автомобілів поділяються на дві основні категорії: ті, що вилучають металеві частинки вверху, та ті, що вилучають їх внизу (див. рис. 3.3). Перший тип, що спрямовує вилучення металевих частинок вверху, ефективно видаляє великі металеві деталі і фрагменти. Навпаки, сепаратори, які зосереджуються на вилученні металу внизу, призначені для виділення менших магнітних частинок, що можуть уникнути виявлення при більш грубих методах відділення. Таке різноманіття методів відділення дозволяє оптимізувати процес утилізації і максимізувати вилучення магнітних матеріалів.

Барабанна магнітна установка включає в себе резервуар для завантаження матеріалу 1, підвісний вібраційний живильник 2 із зовнішнім вібромотором 3, обертовий барабан 4, розроблений як об'ємний циліндр, стаціонарний

магнітний блок 5 та зони збору для магнітно відокремлених і немагнітних часток 6. Ця конфігурація дозволяє ефективно розділяти магнітні і немагнітні компоненти з подачею матеріалу, що надходить.

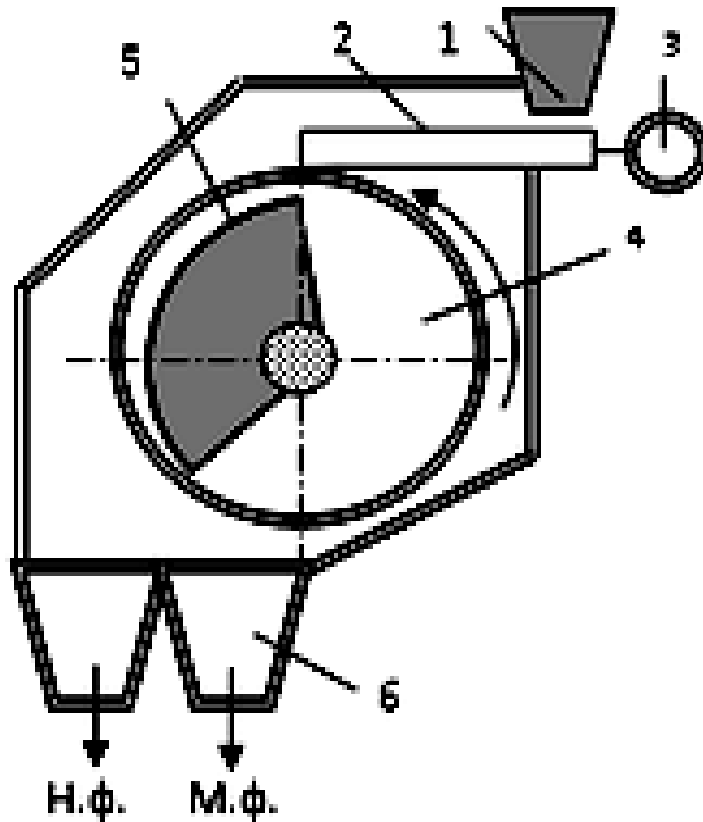


Рис. 3.3. Барабанний магнітний сепаратор

Магнітний барабанний сепаратор функціонує наступним чином: зразки матеріалу витягуються з бункера і направляються на обертовий барабан через вібраційний транспортер. Коли частинки проходять поверхнею барабану, магнітні компоненти зразків притягуються до магнітного поля і залишаються на барабані. Як тільки вони досягають зони, де магнітне поле слабше, вони відокремлюються і потрапляють до відділеного контейнера для магнітних матеріалів. Тим часом немагнітні компоненти продовжують рухатися вільно і збираються в іншому контейнері для не магнітних речовин.

Барабанні магнітні сепаратори застосовуються для виділення мелких магнітних частинок, включаючи парамагнітні складові нержавіючої сталі. Вони розроблені з магнітною індукцією в діапазоні 0,1–0,9 Тл. Для відокремлення частинок звичайної сталі та чавуну застосовують сепаратори з індукцією 0,1–0,5 Тл, тоді як для нержавіючої сталі - 0,7–0,9 Тл. Крім основного застосування,

такі сепаратори також ефективно видаляють магнітні домішки з пластмас перед їх подальшим використанням в рециклінгових процесах.

Електродинамічні, або вихрострумові сепаратори, використовуються для виділення немагнітних кольорових металів з мелених матеріалів після того, як з них вже було вилучено магнітні складові. Ці сепаратори створюють вихреві електричні струми в металевих частинах, що змушує їх відокремлюватися від інших матеріалів. Такий метод є вкрай ефективним для розділення таких металів, як мідь, алюміній та бронза, з іншими неметалевими матеріалами.

Електродинамічні сепаратори використовуються для розділення електропровідних металевих частинок з неметалевих матеріалів завдяки дії електродинамічної сили. Ця сила генерується внаслідок індукції вихревих струмів у частинах під впливом змінного магнітного поля. Величина цієї сили залежить від ряду факторів, таких як електропровідність матеріалу, його густина, форма частинок, частота зміни полюсів магнітного поля та його індукція.

Електродинамічну силу можна розрахувати за певною формулою, яка враховує вищезгадані параметри. Однак потрібно мати на увазі, що точний розрахунок вимагає врахування конкретних умов експлуатації сепаратора та властивостей оброблюваного матеріалу.

$$F_e = mB^2v\left(\frac{l}{s}\right)^2\left(\frac{\sigma}{\rho}\right)^2, \text{ Н}, \quad (3.3)$$

Для ефективної роботи електродинамічного сепаратора необхідно, щоб сила, що діє на електропровідну частинку, була достатньою для того, щоб вплинути на її рух. Це означає, що електродинамічна сила повинна змусити частинку відхилитися від її первинної траєкторії. Однак, якщо частинка також має магнітні характеристики, то магнітна атракція може переважати електродинамічний відштовхувальний ефект. Тому перед використанням електродинамічного сепаратора важливо спочатку відокремити магнітні

компоненти за допомогою магнітних сепараторів, щоб забезпечити оптимальну ефективність процесу.

Новітні моделі вихрострумів сепараторів ефективно виділяють електропровідні елементи з розміром в діапазоні від 2 до 60 мм.

Едіструмова сепаруюча установка (рис. 3.4, 3.5) містить каркас, вібраційний подавач матеріалу, полімерний ролик та регульований барабан, між якими розташована конвейерна стрічка.

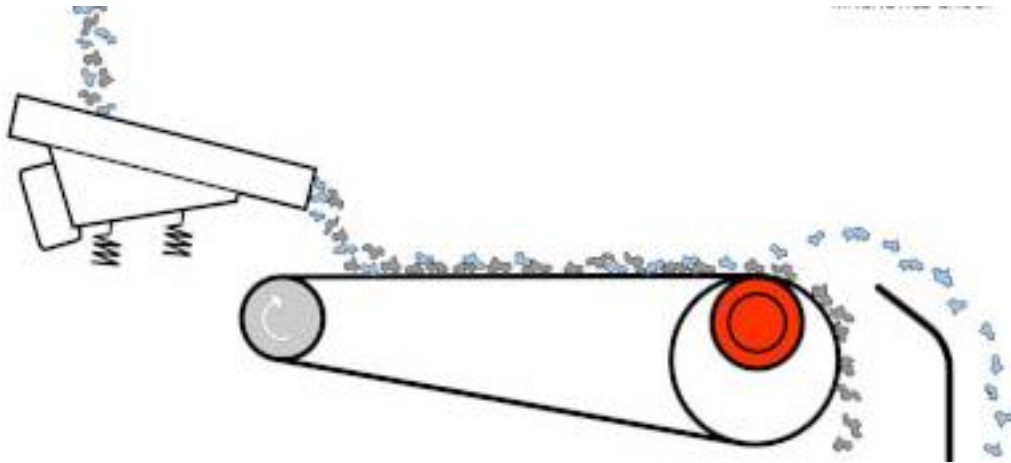


Рис. 3.5. Структура едіструмової сепараційної системи.



Рис. 3.6. Зображення едіструмового віддільного пристрою.

У пристрої використовується полімерний барабан, в якому магнітний вал розташований нецентральні. На цьому валу магніти розташовані таким чином,

що їх полюси чергуються у напрямку, відповідному до руху об'єкта обробки. Вал має можливість обертання з великою швидкістю — до 4000 об/хв, завдяки власному механізму приводу. Щоб відтворити рух на стрічці, що об'єднана з полімерним барабаном, використовується привід, пов'язаний з натяжним барабаном. Стрічка може рухатися зі швидкістю від 1 до 3 м/с. В установці також є регульований дільник, який дозволяє відокремлювати провідні матеріали від непровідних.

У вихрострумовому сепараторі матеріал з частинками різних металів направляється на стрічку через віброживильник. Подорожуючи по стрічці, матеріал потрапляє в область, де діють електродинамічні сили. Ці сили викликають відскок електропровідних частинок, відштовхуючи їх від стрічки. Завдяки цьому, електропровідні частинки відділяються від неелектропровідних. Така дія сил зумовлена швидким обертанням магнітного валу в пристрої. В результаті такої обробки отримують два види матеріалів: кольорові метали та неметалеві речовини, такі як пластмаса, скло та інші.

Однією з проблем вихрострумової сепарації є її нездатність ефективно виділяти дуже маленькі частинки, які мають розміри менше 1 мм. Щоб вирішити цю проблему та забезпечити краще відокремлення дрібних частинок, застосовують коронну електростатичну сепарацію. Цей метод використовує електростатичні поля для виділення частинок на основі їхніх електричних властивостей, що дозволяє забезпечити високу ефективність відокремлення навіть при роботі з дрібними матеріалами.

При переробці відходів одним з методів є сепарація у важких середовищах. Цей метод ґрунтується на розсортуванні матеріалів заснованому на їхній густині в гравітаційному чи відцентровому полі. Для цього використовують спеціальні рідини або суспензії, густина яких вибрана так, що вона між густинами різних видів часток у відходах. Така техніка дозволяє ефективно розділяти відходи на різні компоненти, забезпечуючи вищу якість переробки та утилізації.

Важкі суспензії складаються з мелких частинок мінералів або спеціальних обтяжувачів, розподілених у воді. Ці частинки часто представлені такими матеріалами, як феросиліцій, гематит, магнетит та інші, розмір яких не

перевищує 0,16 мм. Такі суспензії використовуються в ряді промислових процесів для розділення та обробки матеріалів на основі їх густини.

Важкі рідини часто створюються за допомогою водних розчинів певних солей, таких як хлорид кальцію, хлорид цинку або йодид калію. Завдяки цим солям можливо досягти високої густини середовища, яка може сягати до 3000 кг/м³. Ці рідини знаходять своє застосування в різних областях, зокрема, у процесах сепарації та виділення різних матеріалів на основі їх густини.

Суміш матеріалів, зібрана з різних джерел, направляється у ванну через спеціальний завантажувальний пристрій. Ця ванна розрахована на зберігання великої кількості субстанції і поділена на два відділення, які комунікуються між собою у своїй основній частині.

На рисунку 3.5. представлено сепаратор на основі важко-середньої, модель СК-12, колісного типу.

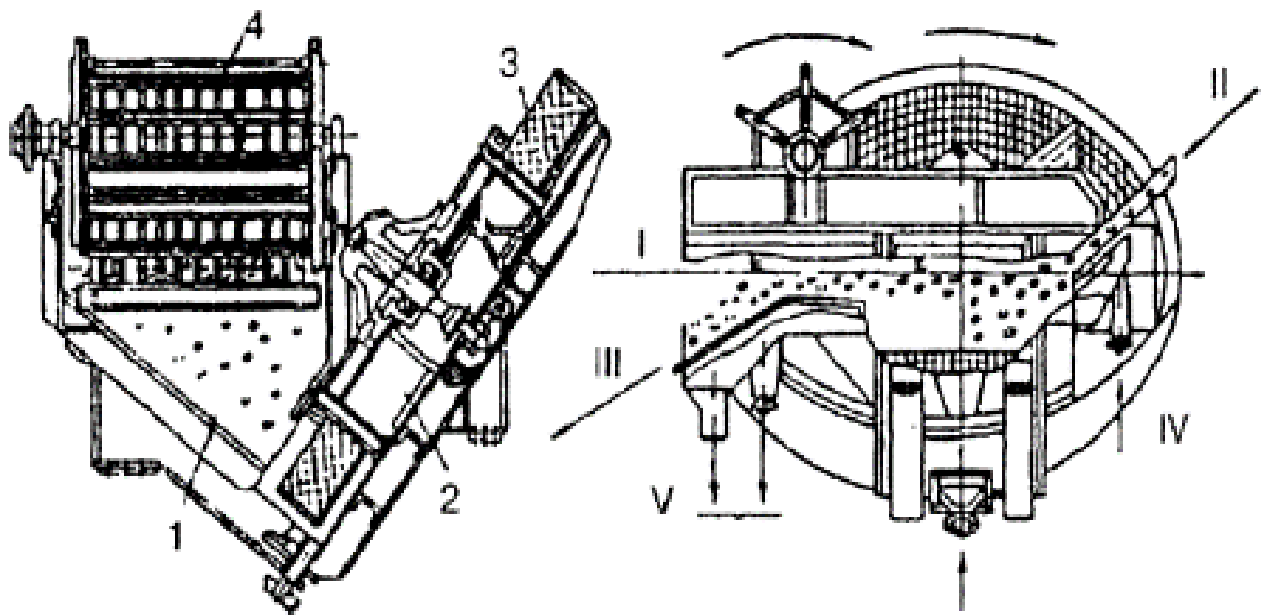


Рис. 3.5. сепаратор модель СК-12, колісного типу.

У цьому пристрої в одному з відсіків знаходиться спеціальне колесо, яке забезпечує видалення суспензії з більш важкими частинками, які осідають на дно. У той час як легші матеріали збираються та виводяться з верхньої частини ванни. Для того, щоб обидві фракції не змішувалися під час вивантаження, використовується розділова перегородка.

Альтернативою іншим пристроям для сепарації відходів є сепаратор моделі СБС-5, створений конкретно для обробки алюмінієвих відходів. Цей

пристрій дозволяє ефективно розділити відходи на три фракції: ті, що містять велику кількість магнію з густиною менше 2650 кг/м^3 , ті, що насичені цинком із густиною більше 2850 кг/м^3 , та фракції із алюмінієвими сплавами, які мають проміжні значення густини.

В середовищі з великою густинною можна ефективно відокремлювати пластикові матеріали, що відрізняються за своєю густинною. Такий метод дозволяє точно сортувати пластики для подальшої переробки чи вторинного використання.

Пневматична сепарація є методом, де матеріали розсортовуються на основі їхньої густини, розміру та форми через процес витання частинок. Під дією повітряного потоку, частинки з різними фізичними властивостями витають із різною швидкістю, що дозволяє їх ефективно відокремлювати. Такий підхід допомагає оптимізувати процес переробки та повторного використання ресурсів.

Сепаратор на основі пневматичного принципу дії, що має конфігурацію зиг-заг, використовується для детального відокремлення матеріалів. Його особлива структура дозволяє повітряному потоку рухатися через матеріал у зигзагоподібній формі, що підвищує ефективність розділення частинок за різними параметрами.

Пневматична машина Зигзаг (зображено на рис. 3.6) є інструментом для виділення неметалевих компонентів із змеленого матеріалу. Дана система ефективно видаляє домішки такі як покриття, пластикові частини, текстильні волокна та інші контамінанти, що забезпечує чистоту основного продукту.

Завантажений матеріал із збірника 1 проходить через регульовану заслінку 2 і за допомогою роторного подавача 3 потрапляє до робочої камери сепаратора. Струмень повітря спрямовується проти потоку подрібнених частинок, відокремлюючи легші складові. Ці відділені частинки потім витягуються через патрубок 7 для подальшої обробки в циклоні та фільтрації. Шибер 4 дає можливість коректування потоку повітря для оптимальної ефективності розділення. Тіж відходи, що мають вищу вагу, зосереджуються в нижньому відсіку, де їх можна вивантажити в контейнер 6 за допомогою шибера 5.

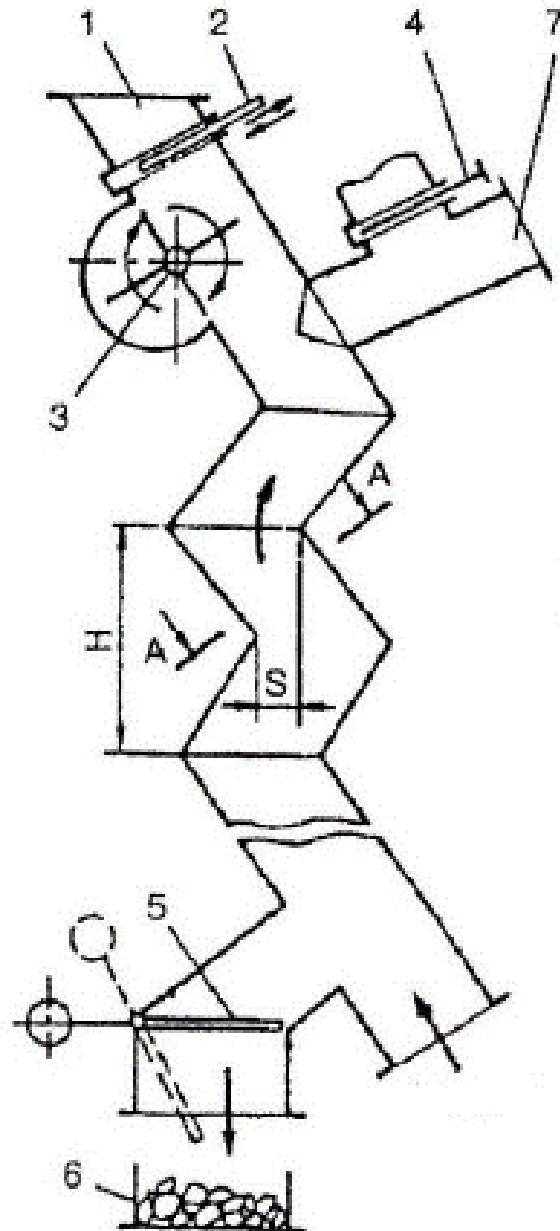


Рис. 3.6. Пневматичний сепаратор зі складною зигзагоподібною структурою:

- 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

Зигзагоподібний сепаратор розробляється з урахуванням особливостей матеріалів, які потрібно розділити. Основні параметри, такі як кількість відгалужень, висота кожної секції, її ширина та площа перетину, налаштовуються залежно від властивостей відходів. Додатково, для оптимізації роботи сепаратора можуть бути враховані такі фактори, як вологість, розмір частинок і їх густина. Точне налаштування цих параметрів допомагає

забезпечити максимальну ефективність розділення і знижує втрати цінних компонентів.

3.2 Електростатична сепарація

Електростатична сепарація – це метод розділення частинок (зокрема, твердих частинок) на основі їхньої електричної провідності. У цьому методі частинки набувають електричний заряд за допомогою впливу електростатичного поля або трибоелектричного зарядження, після чого вони атракуються або відштовхуються від електродів під впливом сильного електростатичного поля.

Процес електростатичної сепарації може відбуватися так.

Для початку, частинки матеріалу піддаються зарядженню. Це може бути зроблено за допомогою трибоелектричного ефекту (коли різні матеріали заряджаються в результаті контакту та розділення) або за допомогою інших методів.

Заряджені частинки потім вводяться в електростатичне поле, яке може бути створено за допомогою високовольтних електродів.

В залежності від полярності та величини заряду, різні частинки або атракуються до електродів, або відштовхуються від них. Це дозволяє фізично розділити частинки на основі їхньої електричної провідності.

Електростатична сепарація широко використовується в металургії для відділення цінних мінералів від ганги, а також в переробці пластмас і інших неметалічних матеріалів.

Трибоелектрична сепарація – це спеціалізований метод, який використовується для відокремлення різних типів полімерів на основі їхніх електростатичних властивостей. У цьому процесі частинки полімеру заряджаються при контакті та взаємному терті в трибоелектричному блоку. Завдяки цьому тертю, різні матеріали набувають різних зарядів. Коли ці заряджені частинки потім подаються в електричне поле, вони рухаються або до, або від електродів, в залежності від їхнього заряду, дозволяючи таким чином ефективно відокремити різні типи полімерів.

Такий метод є особливо корисним у промисловості переробки пластику, де потрібно відділити різні види термопластів для подальшого повторного використання чи специфічного застосування.

У відновленні пластмас та їх переробці важливим етапом є ефективно відділення різних типів полімерів. Використовуючи метод трибоелектричної сепарації, можна розділити такі комбінації матеріалів:

Компоненти будівельних матеріалів: ПВХ (як твердий, так і м'який), непровідна гума та EPDM, які часто знаходяться в структурі пластикових вікон.

Елементи електроніки та побутової техніки: ПВХ та ПЕ, які зазвичай є частиною ізоляції електричних кабелів.

Упаковка харчових продуктів: ПЕТ та ПЕ, які часто використовуються для створення контейнерів і пакування продуктів харчування.

Автомобільна промисловість: АБС та ПС, матеріали, що часто використовуються для виробництва деталей автомобілів.

Кожна із цих комбінацій має свої особливості, що вимагає точної регулювання процесу сепарації для досягнення оптимальних результатів.

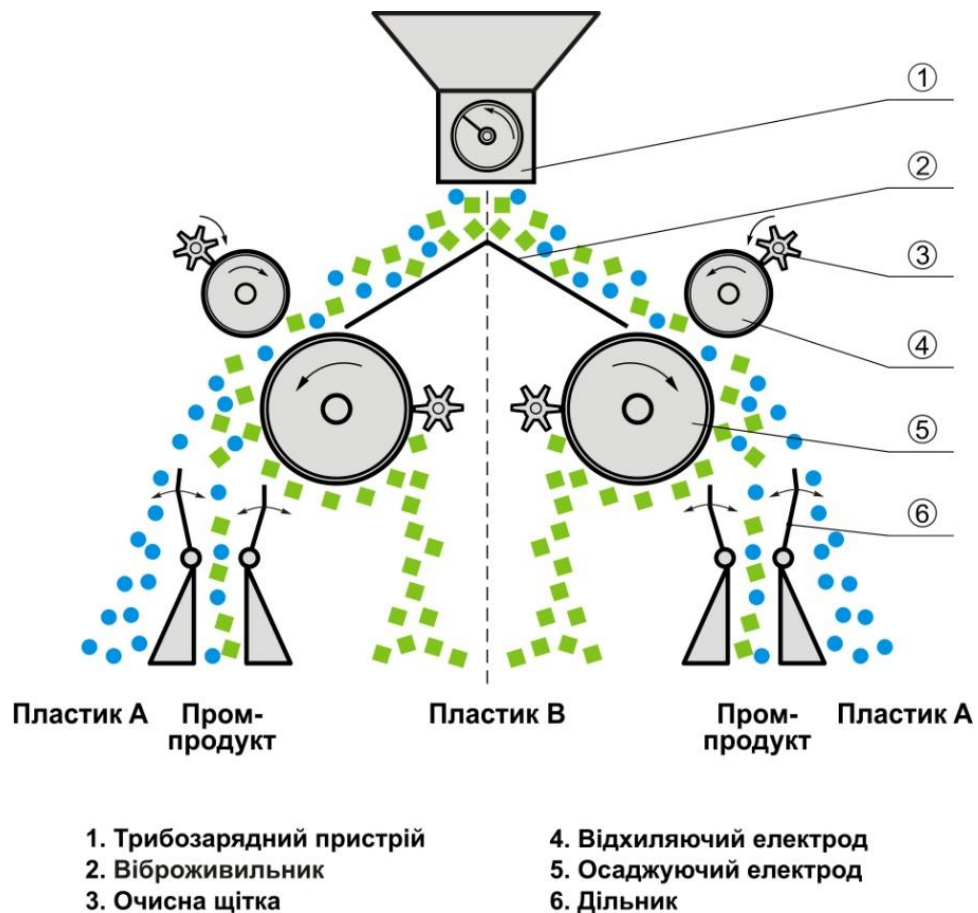


Рис. 3.7. Принцип дії трибоелектричного сепаратора.

Попередньо оброблена суміш полімерних матеріалів спочатку потрапляє в збірний контейнер. Звідти вона переміщується до унікальної камери для трибоелектричного заряджання, де проходить процес активізації її частинок.

У камері для трибоелектричного заряджання частинки полімерів, взаємодіючи між собою та з поверхнею камери через механічне тертя, набувають або позитивні, або негативні електричні заряди. Після цього процесу, заряджені частинки потрапляють у зону електричного поля, де відбувається їх сортування в залежності від типу заряду на електростатичному устрої. Залежно від характеру електричного заряду, частинки або притягуються до позитивного електроду, або відштовхуються від нього, далі керуючись до відповідного збирального резервуару. Електроди регульовані джерелом електричної енергії високого потенціалу.










Продукт, фракція, состав	Чистота продуктів сепарації	
 Подрібнена кабельна ізоляція -8 +4 мм ПВХ - 50%, ПЕ - 50%	 ПЕ	 ПВХ, чистота - 99,43%
 Подрібнений віконний профіль -10 +0,5 мм ПВХ - 93,34%, EPDM - 6,66%	 ПВХ, EPDM	 ПВХ, чистота - 99,50%
 Подрібнені автомобільні пластики -8 +2 мм ПС - 53%, АБС - 43%, ПП - 4%	 ПС, чистота - 95,17%	 АБС, чистота - 96,7%

Рис. 3.8. Дані, отримані під час випробувань на трибоелектричному розділювачі.

Трибоелектрична сепарація показує високу ефективність при відокремленні полімерних матеріалів, які входять до складу дво- чи трьохкомпонентних сумішей. Однак іноді виникають труднощі у досягненні бажаного результату через схожість діелектричних властивостей компонентів суміші, зокрема, коли йдеться про вторинні або композитні полімери.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Теоретичні дослідження

X-ray сортування - це технологія сортування, що використовує рентгенівське випромінювання для виявлення і розділення матеріалів на основі їхньої атомної або молекулярної структури. Ця методика широко застосовується в ряді промислових областей, особливо в гірничодобувній промисловості та переробці відходів.

Основні особливості та застосування X-ray сортування:

Використовується для визначення та відділення корисних копалин від руди на основі їх щільності та хімічного складу.

Сортування пластиків, металів та інших матеріалів за їхніми специфічними характеристиками. Наприклад, X-ray може допомогти визначити тип пластику та відсортувати його від інших видів пластику.

Виявлення іноземних предметів, таких як метал, камінь або скло, у продуктах харчування.

Визначення складу металевих ломів і їх подальше сортування.

Сканування багажу в аеропортах для виявлення заборонених предметів.

Технологія X-ray сортування працює за принципом абсорбції рентгенівського випромінювання різними матеріалами. Коли рентгенівське випромінювання проходить крізь об'єкт, деякі матеріали абсорбують більше випромінювання, ніж інші. Детектори реєструють різницю в абсорбції, що дозволяє машині розпізнавати та сортувати різні матеріали.

X-ray сепарація - це передова технологія розділення, яка спрямована на класифікацію різних видів кольорових металів та їхніх сплавів. Ця техніка базується на властивостях рентгенівського випромінювання для виявлення характерних спектральних особливостей атомів металів.

Процес працює так: матеріал подають на рухому стрічку, де його обстрілює рентгенівське випромінювання. Це випромінювання інтерує з атомами металу, відображаючись у вигляді унікальних спектрограм для кожного елемента. За допомогою цих спектрограм можна визначити

конкретний тип металу чи сплаву. Після виявлення певного типу металу система активує пневматичну форсунку, яка видаляє цю частку з основного потоку.

Особливістю X-ray сепарації є здатність розрізняти матеріали на основі енергетичних характеристик їхніх атомних спектрів. Це робить метод ефективним для виокремлення конкретних видів металів, таких як алюміній та його сплави, в одному процесі.

Схематичне зображення принципу роботи X-ray сепаратора від компанії Redwave, розташованої в США, можна побачити на діаграмі 4.1.

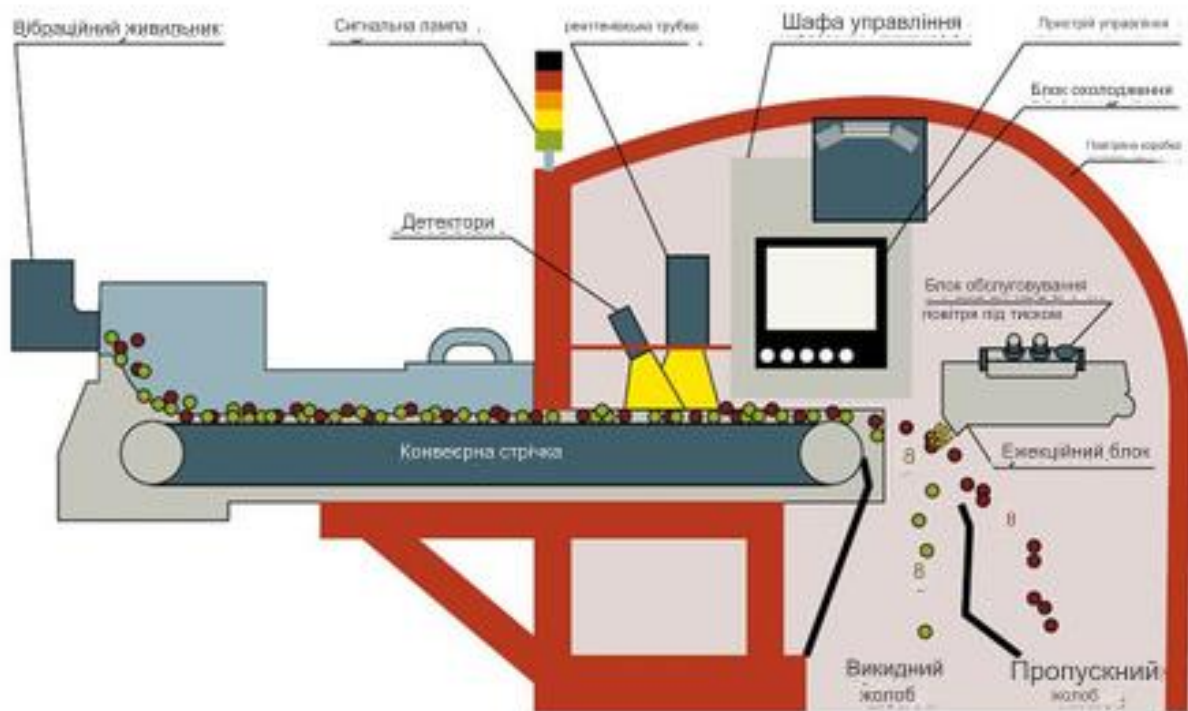


Рис. 4.1. Принцип дії X-ray сепараційної системи від компанії Redwave

Діаграма 4.2. Відображення X-ray спектральних даних кольорових металів, отриманих під час аналізу окремих частинок.

Інтерпретація отриманих x-гау спектрограм дає можливість точно ідентифікувати та виокремити будь-який кольоровий метал чи його сплав із суміші.

На графіку 4.3 показані результати процесу x-гау сепарації суміші часток алюмінію та міді, де видно, як частинки кожного з металів вдалося виокремити.

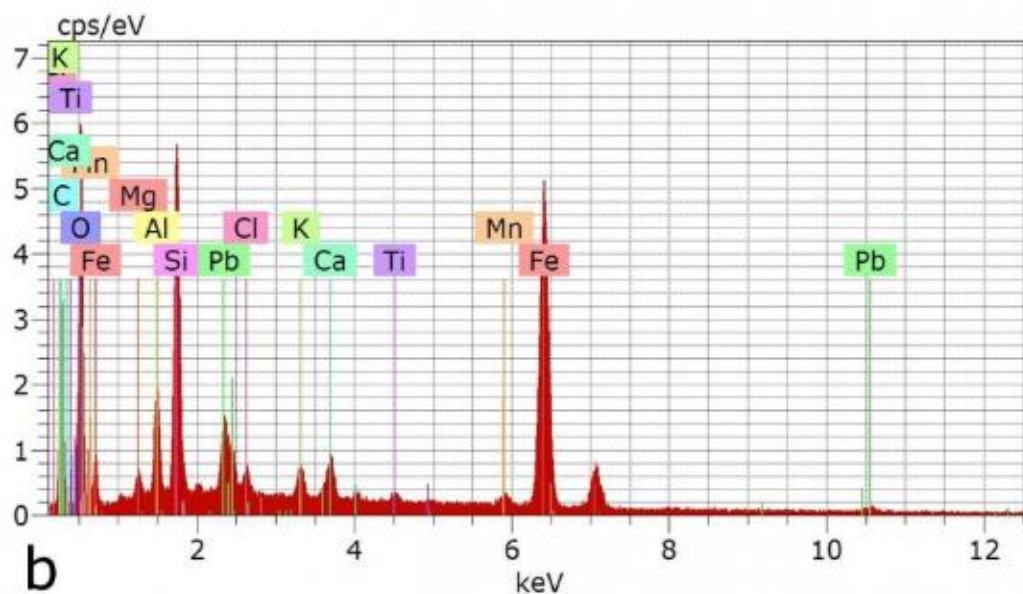


Рис. 4.2. Відображення спектрів кольорових металів з x-гау дослідження частинок під час процесу відокремлення.



Суміш Al+Cu



Al концентрат



Cu концентрат

Рис. 4.3. Дані по відокремленню частинок алюмінію та міді за допомогою x-гау технології від компанії Redwave.

4.2 Оптимізований підхід до обробки та відновлення кольорових металів і їх сплавів

Інноваційний підхід до переробки автомобільних кольорових металів та сплавів (див. рис. 4.4) передбачає наступні етапи:

Попереднє подрібнення автомобільних металів за допомогою сучасної шредерної установки;

Сортування отриманих фрагментів за розміром до 3 мм;

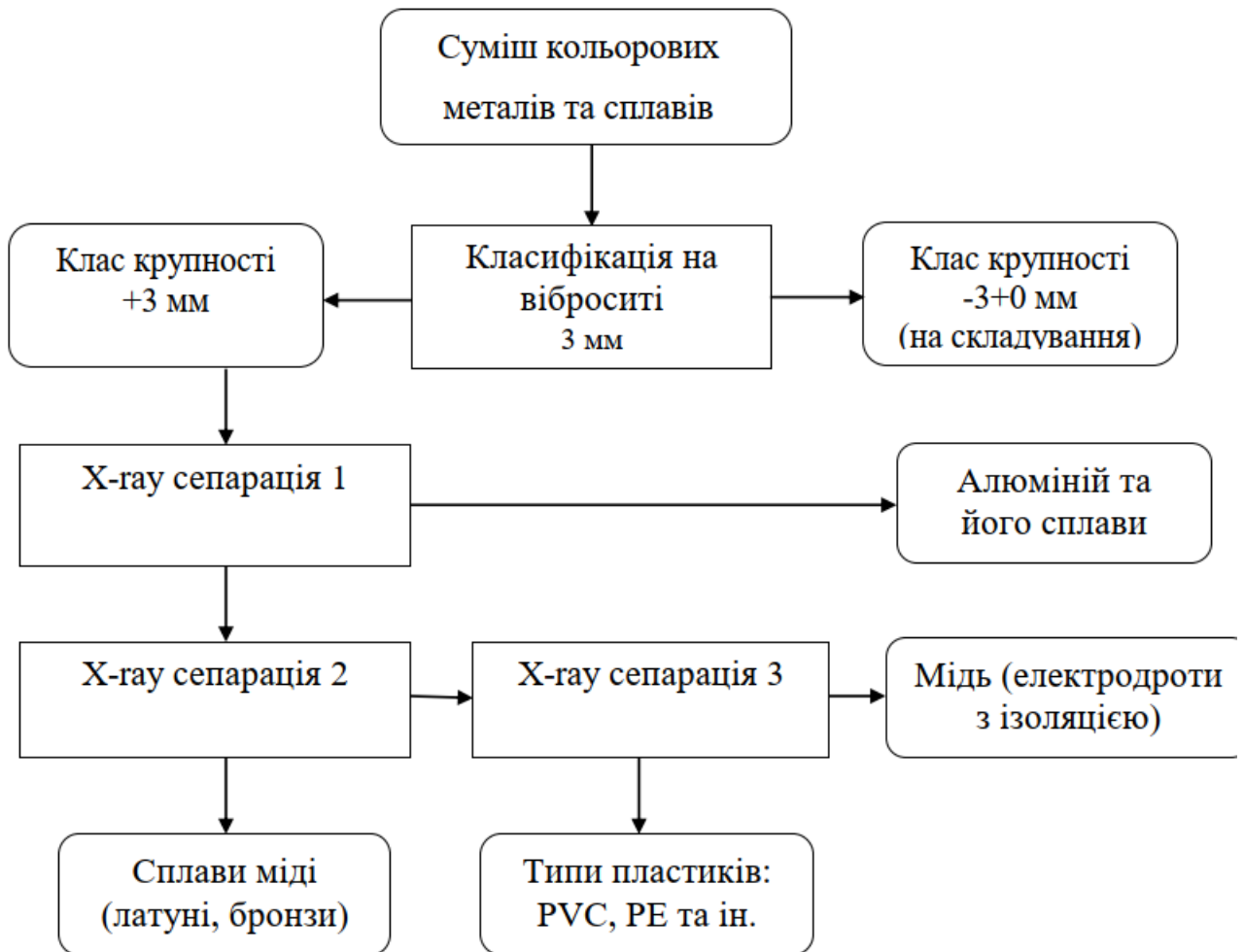


Рис. 4.4. Сучасний підхід до утилізації автомобільних пластиків.

Застосування рентгенівської сепарації для розділення металів за трьома критеріями:

- 1) виокремлення алюмінієвих компонентів та сплавів;
- 2) відокремлення сплавів на основі міді, таких як латунь та бронза;
- 3) ізолювання чистої міді, зокрема електродротів, незважаючи на наявність ізоляційних матеріалів.

Пропонована інноваційна методика забезпечує ефективніше використання автомобільних кольорових металів і їх сплавів, забезпечуючи вищу якість переробки та зменшуючи втрати цінних ресурсів. Завдяки впровадженню X-ray сепарації можливо досягти відмінної селективності та точності відділення різних видів металів, що призводить до отримання концентратів вищої якості.

Порівняльний аналіз процесів сепарації автомобільних кольорових металів і їх сплавів за допомогою традиційних та новітніх методів ілюстровано

на малюнках 4.5. та 4.6. Ці схеми демонструють ключові відмінності та переваги нового підходу перед класичним.

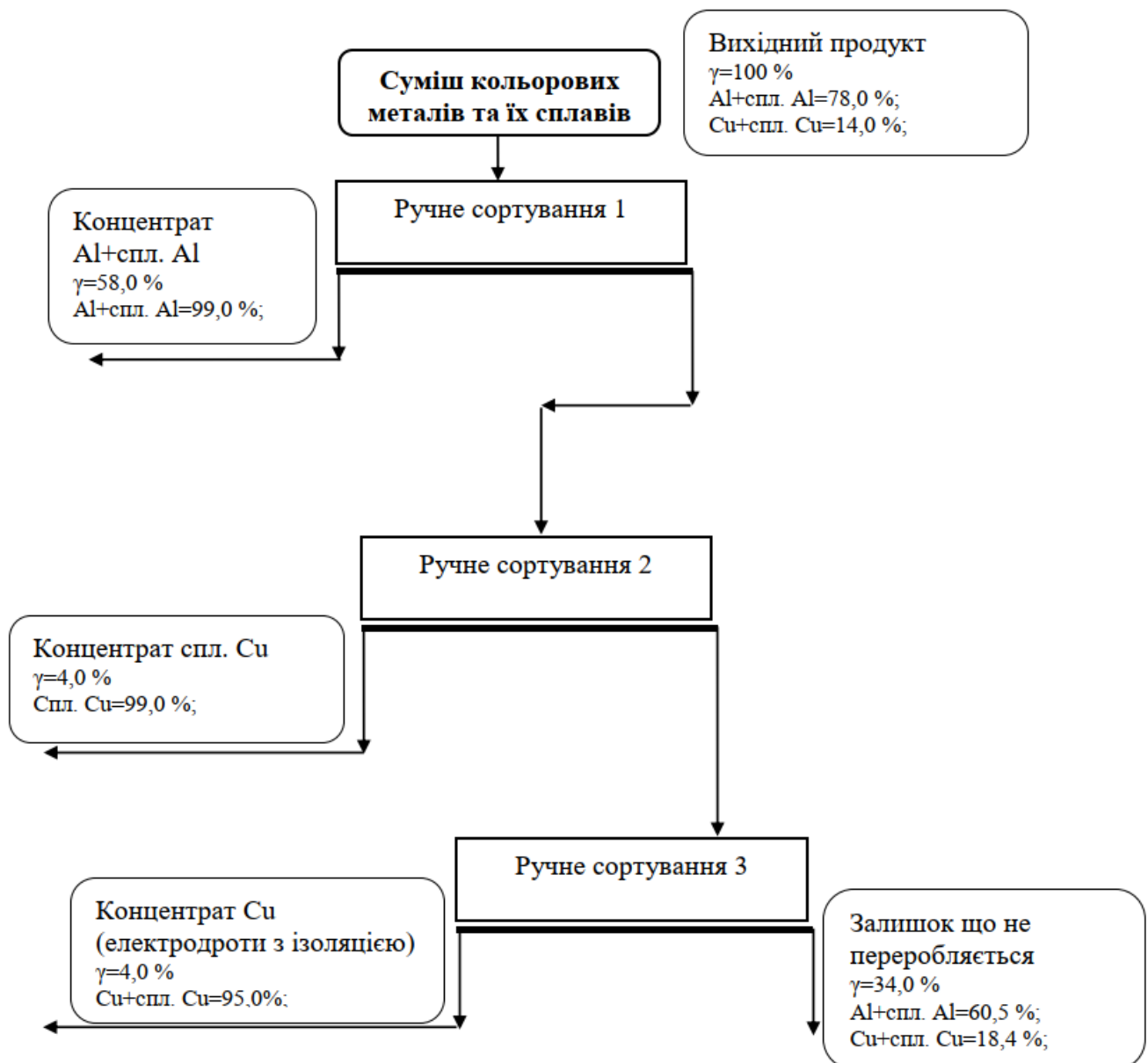


Рис. 4.5. Візуалізація процесів за традиційною методикою обробки автомобільних кольорових металів і їх сплавів.

Аналіз даних сепарації було здійснено на основі наукових публікацій, доступних у відкритому доступі. Дослідження результатів розсортування кольорових металів та їх сплавів, отриманих традиційним методом ручного відбору, порівняно з передовим методом, що використовує x-ray сепарацію, презентовано у табл. 4.1.

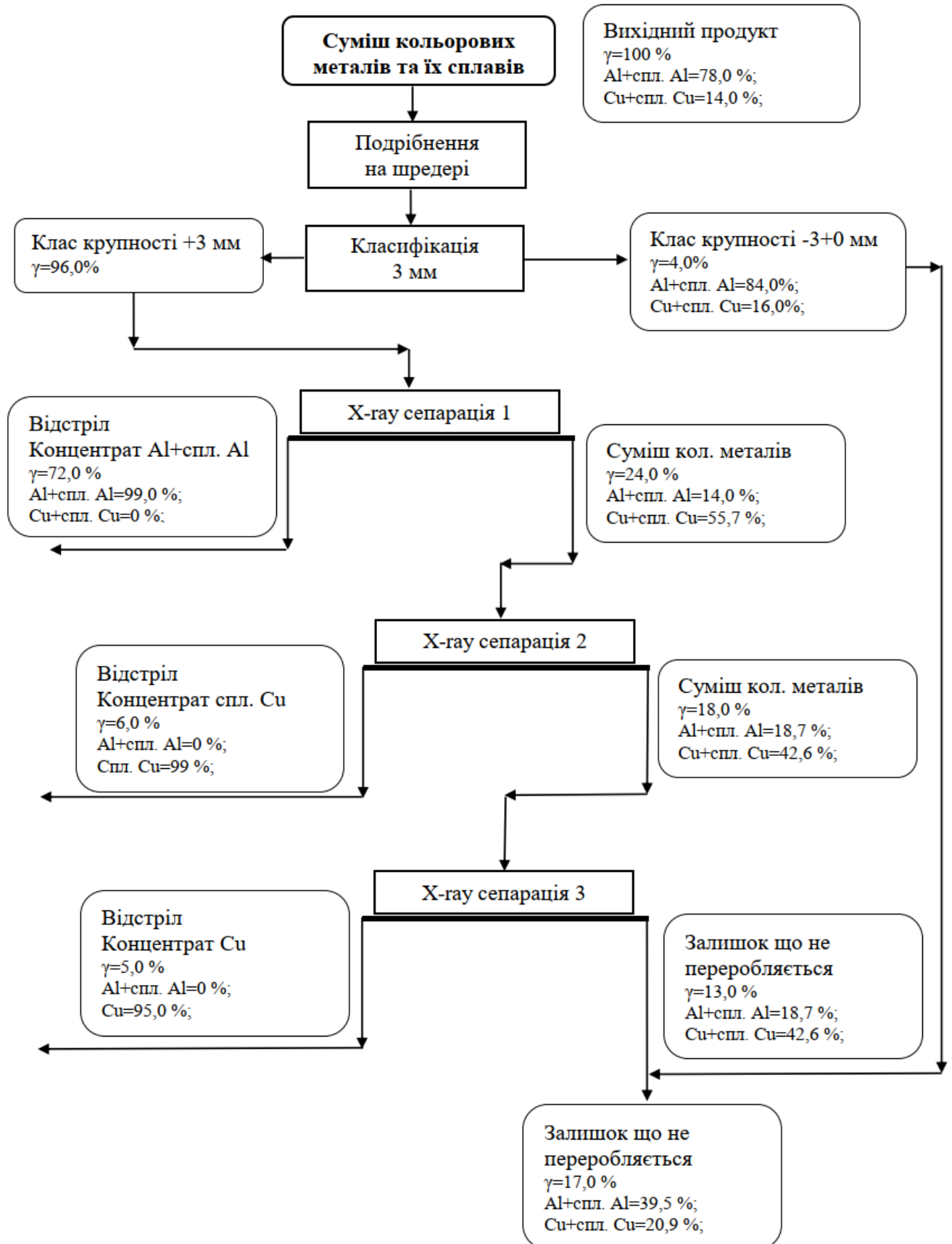


Рис. 4.6. Візуалізація процесів за новітньою методикою обробки автомобільних кольорових металів і їх сплавів.

Таблиця 4.1. Аналіз ефективності розсортування кольорових металів та сплавів за допомогою традиційного ручного методу порівняно з методом x-ray сепарації.

Назва продукту	Типова технологія на основі ручного сортування				Нова технологія на основі x-ray сепарації			
	Масовий вихід, %	Al+спл. Al, %	Сплви Cu, %	Cu, %	Масовий вихід, %	Al+спл. Al, %	Сплви Cu, %	Cu, %
Вихідний продукт	100	78	14,0		100	78	14,0	
Концентрат Al+сплави Al	58,0	99,0			72,0	99,0		
Концентрат сплавів Cu	4,0		99,0		6,0		99,0	
Концентрат Cu	4,0			95,0	5,0			95,0
Залишок що не переробляється	34,0	60,5	18,4		17,0	39,5	20,9	

Отже, застосування методу x-ray сепарації для розсортування кольорових металів та сплавів забезпечує більш ефективну переробку суміші. Така технологія дозволяє знизити кількість неутилізованих залишків на 17%.

4.3 Оптимізація та аналіз робочого процесу підвісного магнітного сепаратора

Підвісний магнітний сепаратор використовується для відділення магнітних часток від немагнітних в різних галузях промисловості. Для підвищення ефективності його роботи, важливо провести оптимізацію та глибокий аналіз робочого процесу.

Сучасні автомобілі великою мірою засновані на використанні чорних металів, які становлять приблизно 75-80% їхньої маси, тоді як кольорові метали

складають лише 6%. В результаті процесу утилізації автомобілів, які завершили свій життєвий цикл, головною отриманою продукцією стає відходи чорних металів. Ці матеріали мають велике вторинне використання в металургійній промисловості, що сприяє економії ресурсів і зменшенню впливу на навколишнє середовище. Крім того, кольорові метали також можуть бути перероблені і знову використані в різних галузях промисловості. Тому утилізація автомобілів не лише зменшує навантаження на навколишнє середовище, але й дозволяє отримати цінні вторинні матеріали.

Технологія шредерного розбивання автомобілів полягає в тому, щоб перетворити великі деталі на фрагменти розміром менше 200 мм за допомогою спеціалізованої дробарки. Після цього процесу здійснюється відокремлення чорних металів з використанням магнітних методів. Далі іде відділення кольорових металів, після чого залишки, такі як скло, пластмаса та інші матеріали, піддаються додатковій переробці.

З неметалевих залишків можуть отримувати енергію шляхом спалювання або подальшого відділення за допомогою різних методів, таких як електростатична сепарація. Однак важливою частиною цього процесу є високоякісне вилучення феромагнітних металів. Для цього часто використовуються спеціалізовані пристрої, такі як підвісні магнітні і електромагнітні сепаратори, які розташовані над транспортуючими стрічками і автоматично збирають магнітні матеріали.

Варто зауважити, що при дробленні металеві фрагменти можуть мати різні форми, що може впливати на ефективність процесу відокремлення. Тому підбір і регулювання обладнання відіграють ключову роль у досягненні оптимальних результатів утилізації.

У сучасних методах шредерної обробки автомобільного металу, результатом є фрагменти, переважно листової форми розмірами приблизно 200x200 мм з можливою товщиною до 3 мм. Ці фрагменти можуть мати різні форми і структури, такі як циліндричні (наприклад, болти) або ізометричні форми.

Для ефективного відокремлення цих металевих частинок від інших матеріалів використовуються підвісні сепаратори, які працюють на

електромагнітній або постійному магнітному принципах. Вони розміщені над конвеєрною стрічкою, яка пересуває оброблені матеріали з постійною швидкістю.

Динаміка руху феромагнітних частинок у магнітному полі підвісного сепаратора є цікавою задачею. Рівняння руху цих частинок залежить від ряду факторів, таких як сила магнітного поля, маса і форма частинок, а також їхній коефіцієнт тертя і взаємодія з іншими частинами. Це рівняння може бути представлене у диференційній формі, яка враховує ці фактори, і допоможе у дослідженні оптимальних умов для відокремлення.

$$\begin{aligned} mx'' &= 0 \\ my'' &= F_m - F_m - F_{m.np.} - F_{on} \end{aligned} \quad (4.1)$$

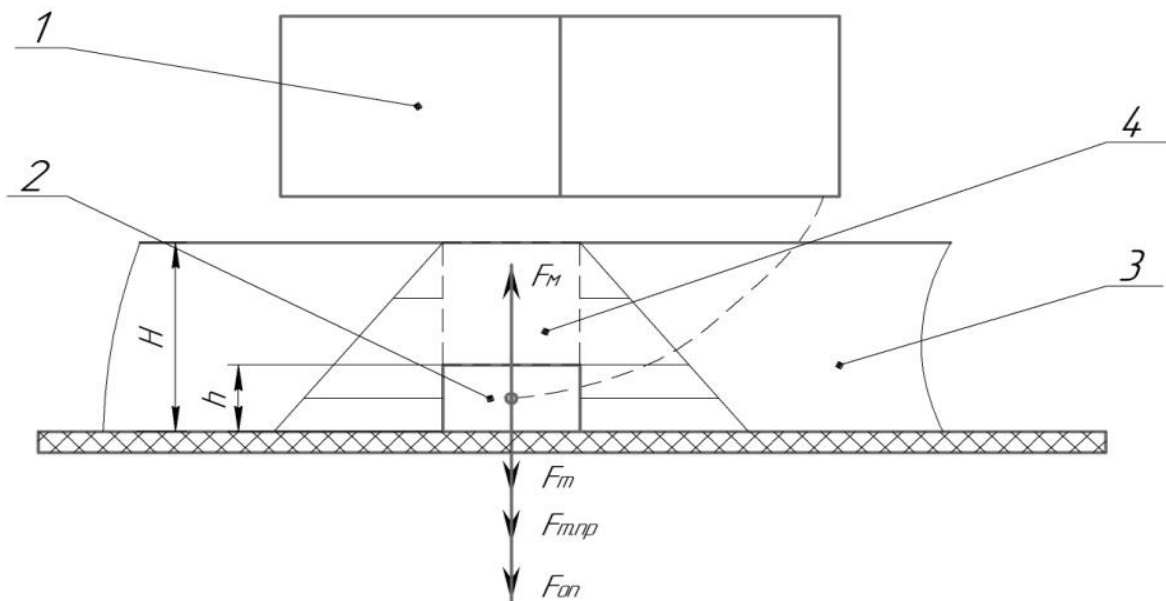


Рис. 4.7. Діаграма взаємодії силових факторів із феромагнітною частинкою в умовах магнітного поля:

1 – магнітний сепаратор; 2 – частинка чорного металу; 3 – шар продукту на конвеєрі; 4 – шар продукту над частинкою чорного металу;

Електромагнітний імпульс F_M враховується на основі рівняння:

$$F_m = \mu_0 \chi_m V H \text{grad} H_y, \text{ Н} \quad (4.2)$$

Магнітна чутливість об'єкта χ_m розраховується згідно з формули:

$$\chi_m = \frac{1}{N}, \quad (4.3)$$

Для сферичної частинки показник становить 0,45, для циліндра з відношенням висоти до радіуса 10 – 0,025, а для прямокутного блоку розміром 180x180x2.5 мм – 0,01034.

Параметр $H_{grad}H_u$ встановлювався як числова залежність від координат (x, y) і визначався на основі аналізу магнітного поля підвісного сепаратора в програмному середовищі Comsol Multiphysics. Для отримання точних значень у конкретних точках траєкторії при числовому аналізі використовувався метод кубічної інтерполяції. При наближенні до магнітної поверхні сепаратора, $H_{grad}H_u$ збільшується відповідно до логарифмічної функції.

Сила ваги феромагнітного елемента F_m обчислюється на основі рівняння:

$$F_m = mg, \text{ Н}, \quad (4.4)$$

Сила ваги матеріалу, розташованого вище феромагнітного елемента, розраховується відповідно до рівняння:

$$F_{m.np.} = S(H - h)\rho_n g, \text{ Н}, \quad (4.5)$$

Сила опірності, яка діє на феромагнітний елемент під час його руху, розраховується згідно з наступним рівнянням:

$$F_{on} = \frac{1}{2}\rho_n g H^2 Pfk, \text{ Н}, \quad (4.6)$$

Показник бічного натиску матеріалу, який обчислюється на основі наступного виразу:

$$k = tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (4.7)$$

Критерій для успішного відокремлення феромагнітного елемента з чорного металу полягає в наступному:

$$HgradH_y = \frac{mg + S(H - h)\rho_n g + 0,5\rho_n gH^2 Pfk}{\mu_0 \chi_m V}, \quad A^2/M^3, \quad (4.8)$$

Вставляючи вказані параметри в набір рівнянь (4.1), ми отримуємо наступне:

$$y'' = \frac{\mu_0 \chi_m V H gradH_y}{m} - g - \frac{x'' = 0}{m} - \frac{S(H - h)\rho_n g}{m} - \frac{\rho_n gH^2 Pfk}{2m}, \quad (4.9)$$

Набір рівнянь було обчислено за допомогою вдосконаленого методу Ейлера.

Початкові параметри:

$$x_0 = 0; x'_0 = v_{cmp.} = v_{x0}.$$

$$y_0 = 0,5h; y'_0 = 0.$$

Після проведення обчислень ми отримали два набори даних з координатами x та y , на основі яких відображаємо шляхи переміщення частинок.

Необхідним критерієм для відокремлення феромагнітного елемента є досягнення параметра $y=H_n$, коли x є меншим за L .

Згідно з наданою методологією, було змодельовано дію підвісного дво полюсного магнітного сепаратора з постійними магнітами, довжина магнітної системи якого становить 650 та 850 мм. Результати обчислень, отриманих у програмі Excel, представлені на малюнках 4.8 та 4.9.

Вихідні дані:					
Увага: Змінювати параметри тільки у жовтих комірках			0,67	0,28	
Висота підвісу h , мм	200		0,03	0,28	
Довжина магнітної системи l , мм	640		0,03	0,2	
Швидкість руху стрічки конвеєра v , м/с	0,500		0,67	0,2	
			0,67	0,28	
Висота шару продукту, мм	0		0,03	0	0,625
Густина продукту (насіпна), кг/м^3	0		0,96	0	
Магнітна стала μ_0 , Н/А^2	1,26E-006		0,03	0	18,75
Прискорення земного тяжіння g , м/с^2	9,81		0,96	0	
Предмет	Кулька	Цилінр гор.	Брусок	Цилінр верт.	Гайка
Розміри					M20
Діаметр, мм	55	10		30	33
Довжина, мм		30	200	60	
Ширина, мм			200		
Висота, мм			125		16
Магнітна сприйнятливість тіла χ_T , $\text{м}^3/\text{кг}$	3,030303	9,19963201	4,01284109	2,42013553	4,2301184
Об'єм тіла V , м^3	8,707E-05	2,355E-06	0,005	0,00004239	8,077E-06
Густина тіла ρ_T , $\text{м}^3/\text{кг}$	7800	7800	7800	7800	7800
Площа тіла, на яку діє шар продукту (найбільше серед можливих значень), м^2	0,0023746	0,0003	0,04	0,0007065	0,0008549

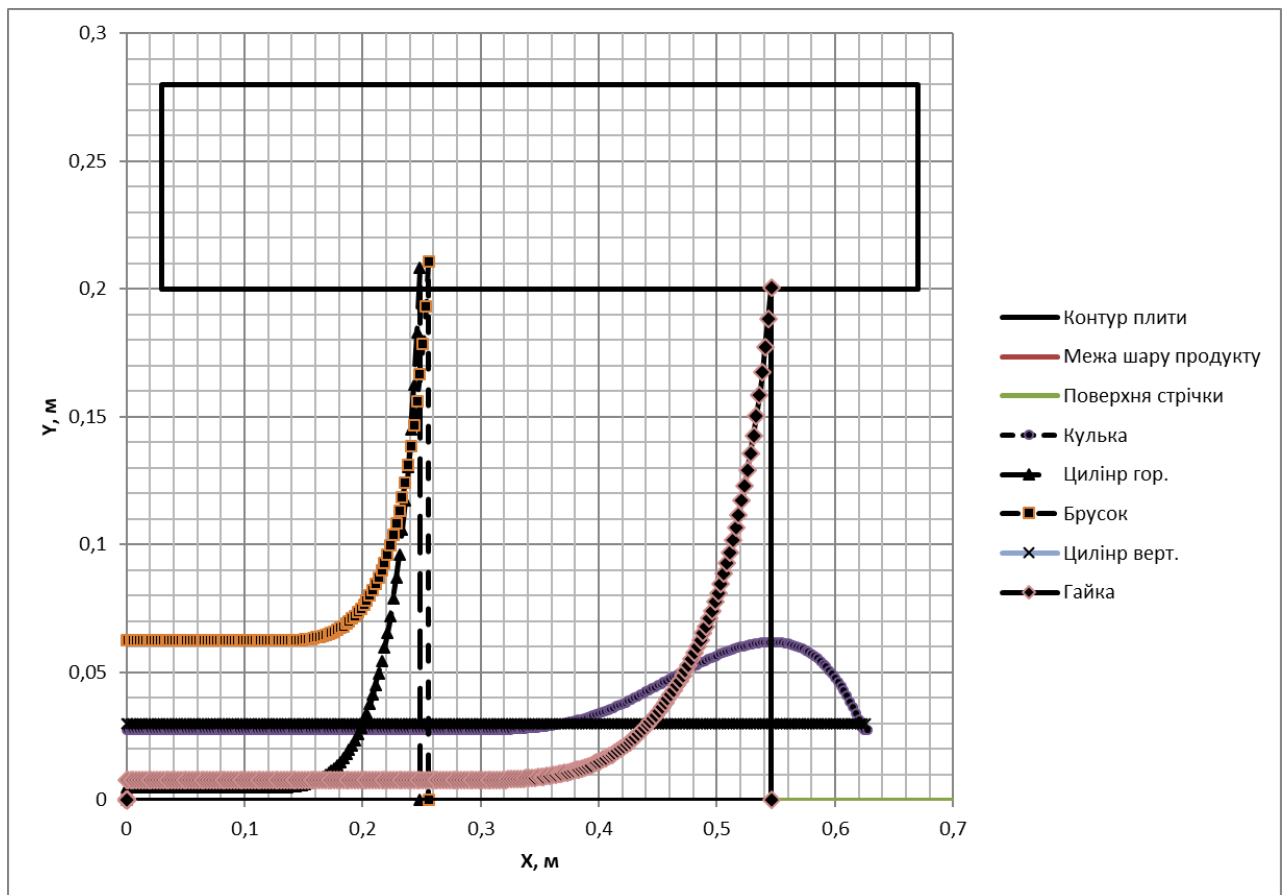


Рис. 4.8. Дані моделювання функціонування підвісного магнітного сепаратора зі сталими магнітами, де довжина активної ділянки становить 650 мм, а висота підвісу - 200 мм, у контексті відділення феромагнітних об'єктів різних діаметрів.

Вихідні дані:					
Увага: Змінювати параметри тільки у жовтих комірках			0,87	0,35	
Висота підвісу h, мм	250		0,03	0,35	
Довжина магнітної системи l, мм	840		0,03	0,25	
Швидкість руху стрічки конвеєра v, м/с	0,800		0,87	0,25	
			0,87	0,35	
Висота шару продукту, мм	0		0	0	
Густина продукту (насіпна), кг/м ³	0		1,26	0	0,2364
Магнітна стала μ_0 , Н/А ²	1,26E-006		0	0	0,262
Прискорення земного тяжіння g, м/с ²	9,81		1,26	0	
Предмет	Кулька	Цилінр гор.	Брусок	Цилінр верт.	Гайка
Розміри					M30
Діаметр, мм	100	15		75	50,9
Довжина, мм		75	80	150	
Ширина, мм			80		
Висота, мм			50		25,6
Магнітна сприйнятливність тіла χ_T , м ³ /кг	3,030303	17,9147259	4,0128411	2,42013553	4,2301184
Об'єм тіла V, м ³	0,0005233	1,3247E-05	0,00032	0,00066234	3,109E-05
Густина тіла ρ_T , м ³ /кг	7800	7800	7800	7800	7800
Площа тіла, на яку діє шар продукту (найбільше серед можливих значень), м ²	0,00785	0,001125	0,0064	0,00441563	0,0020338

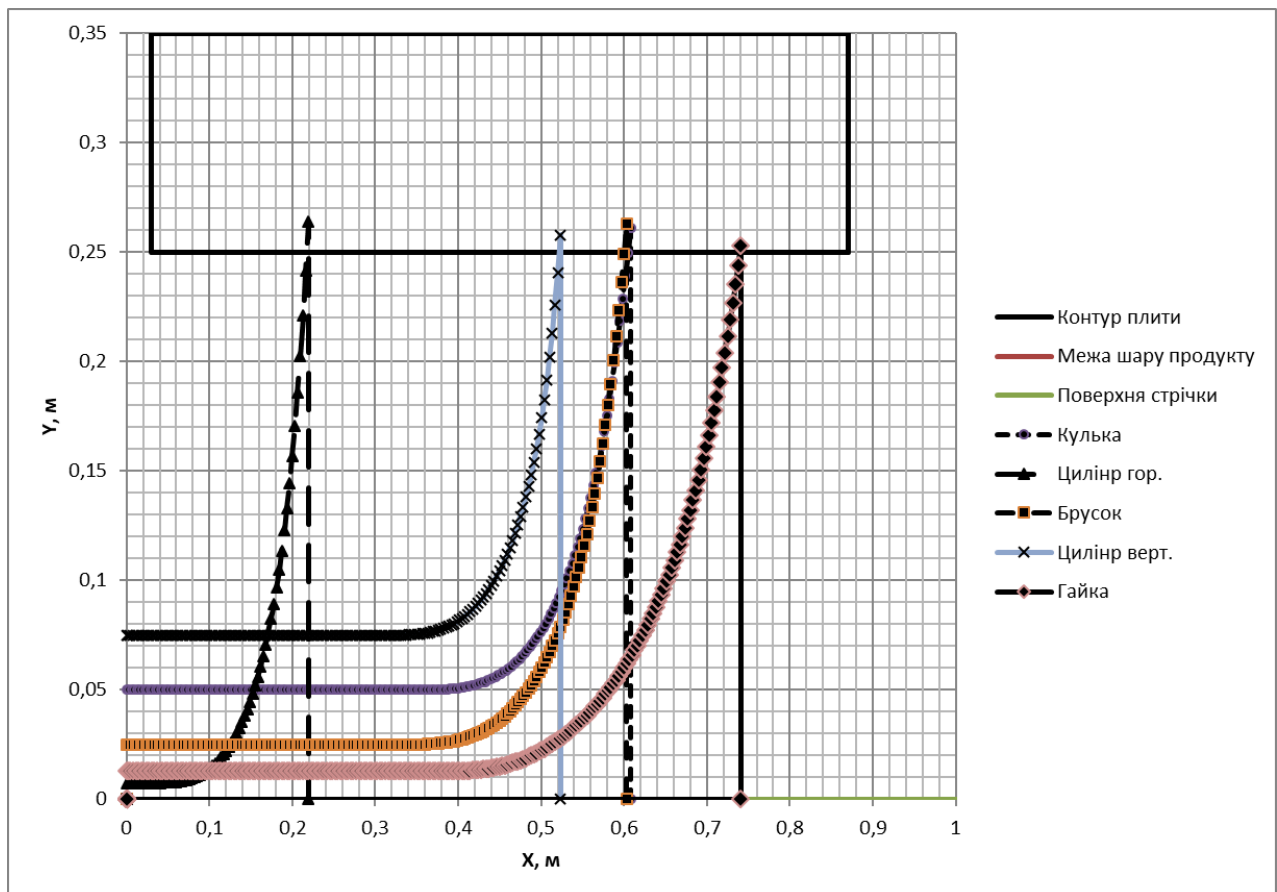


Рис. 4.9. Візуалізація даних з моделювання підвісного магнітного сепаратора з використанням сталих магнітів, де активний відрізок має довжину 850 мм, а відстань підвісу - 250 мм, стосовно відокремлення феромагнітних елементів варіативних розмірностей.

Пропонований підхід, відрізняючись від інших доступних методів, включає в себе врахування опору при виході феромагнітної частинки з матеріальної маси. Аналізуючи цей метод, можна відзначити, що елементи чорного металу із пластинчастою та витягнутою формою мають більший потенціал для відділення за допомогою магнітних сепараторів. Крім того, розташування центру маси об'єкта грає ключову роль у процесі вилучення. Чим центр мас ближче до магнітного сепаратора, тим ефективніше частка буде ізольована.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці 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 відаткових 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.

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

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 тепло.

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.

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

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.

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 мокрої 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.

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 поліядерні 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 в процесі 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 й 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).

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.

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.

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.

5.2 Рекомендації щодо безпечного поводження з небезпечними хімічними речовинами при утилізації автотранспорту

Особливо небезпечними компонентами при утилізації автотранспорту є технічні рідини, а саме гальмівні та охолоджуючі. Перший антифриз був винайдений трохи менше ніж століття тому. До його складу входив гліцерин, через що склад виходив з поганою плинністю та із підвищеною в'язкістю. Щоб зменшити в'язкість, стали додавати етилен, а пізніше – етиленгліколь. У чистому вигляді ця хімічна речовина кристалізується при -12°C , але при розведенні з водою температура кристалізації та замерзання істотно знижується. Але після цих нововведень виникла інша проблема – склад виявився таким, що спінюється, а також був агресивним по відношенню до кольорових металів, які входять до складу охолоджуючої системи автотранспорту. Для усунення цих недоліків були розроблені спеціалізовані присадки. На сьогодні формула антифризу являє собою дистильовану очищену воду з додаванням етилен- або пропиленгліколю а також присадок, завдяки яким суміш набуває протипінні та антикорозійні властивості.

За ефективністю основні компоненти антифризу, етиленгліколь або пропиленгліколь, розрізняються вкрай мало. Головна їх відмінність – ступінь токсичності. Етиленгліколь токсичний, летальна доза при пероральному одноразовому вживанні становить 100—300 мл. (1,5-5мл. на 1 кг маси тіла). Має відносно низьку леткість при нормальній температурі, пари ж володіють не такою високою токсичністю та несуть загрозу лише при постійному хронічному вдиханні. Також певну небезпеку становлять етиленгліколеві тумани, проте при їх вдиханні про небезпеку відразу сигналізують подразнення носової та ротової порожнин та кашель. Протиотрутою при отруєнні етиленгліколем є етанол і 4-метилпіразол. Зважаючи на такі хімічні властивості етиленгліколю склад з пропиленгліколя вважається більш безпечним по відношенню до людини. Біорозчинність цих хімічних речовин однакова. Але оскільки етиленгліколь значно дешевший, в більшості антифризів використовується саме ця хімічна сполука. Етиленгліколь маслянистий та в'язкий, безбарвний. При розведенні з водою у пропорції 1:2 температура

замерзання суміші становить -70°C мінімум. За стандартною технологією в охолоджуючі рідини додають від 52 до 64% етиленгліколю.

До складу охолоджуючих рідин автотранспорту також входять барвники – втім, вони не змінюють експлуатаційних властивостей рідини і не мають негативного впливу на людину та служать, швидше, для відмінності виробників. В той же час пакет присадок, на відміну від барвника, грає вагомую роль як у технічних властивостях антифризу так і в питанні токсичності для людини. Існує 4 типи охолоджуючих рідин в залежності від використовуваних спеціалізованих хімічних присадок:

Карбоксилатні. З інгібіторами на основі карбонових (органічних) кислот. Формують захисний шар менше 0,1 мкм. і витрачаються тільки при виникненні корозійних вогнищ. Абсолютно не токсичні;

Гібридні. Об'єднують в собі органічні (карбоксилати) та неорганічні складники (нітрити, фосфати, силікати), становлять певну токсичну загрозу;

Лобрид – відносно новий винахід з мінеральними інгібіторами, використовується рідко, тому при утилізації застарілого автотранспорту через свою новизну майже не зустрічається, токсичність для людини відсутня;

Традиційні. Засновані на неорганічних речовинах – нітриті, нітратах, боратах, силікату або фосфатах. Їх термін служби не перевищує 2 роки. Крім того, вони не витримують температур понад 105°C . Проте не зважаючи на доволі погані технічні характеристики та токсичність використовуються вкрай часто через свою дешевизну.

Наступні за небезпечністю та токсичністю є гальмівні рідин. Гальмівна рідина так як і охолоджуючі рідини складається з основної базової рідини та додаткових спеціалізованих присадок (антикорозійних, мастильних тощо). Сучасні гальмівні рідини розподіляються на три основні типи: мінеральні, гліколеві та силіконові.

Мінеральні гальмівні рідини (DOT 2) — Застарілий тип гальмівних рідин, є найстарішим та майже не використовується на сучасному автотранспорті. В основі таких рідин рицинова олія з додаванням бутилового або етилового спирту. Окрім рицинової олії як основа можуть бути використані також інші мінеральні мастила та нафтопродукти. Основні переваги мінеральних рідин —

відмінні змащувальні властивості та низька гігроскопічність, проте недоліки більш вагомі — занадто низька температура кипіння (суха точка кипіння 205 °С, волога точка кипіння 140 °С, замерзають же такі рідини вже при температурі -20 °С. Крім того, рідини на основі рицинової олії доволі агресивні та негативно впливають на деталі з міді, латуні та алюмінію, а рідини на основі нафтопродуктів — на гумові манжети гідравлічної системи. Враховуючи занадто низьку температуру кипіння, мінеральні гальмівні рідини не застосовуються на сучасних автомобілях з дисковими гальмами. Гліколеві гальмівні рідини (DOT 3, DOT 4, DOT 5.1) — найпоширеніші гальмівні рідини. В їх основі лежить поліетиленгліколь та поліефіри борної кислоти, за всіма параметрами відповідають сучасним світовим стандартам. Єдиним значним недоліком гліколевих рідин є гігроскопічність, що вимагає відносно частої (один раз на два роки) заміни рідини. Також їм властива підвищена токсичність для людського організму, тому робота з ними вимагає суворого дотримання правил охорони праці та техніки безпеки.

Силіконові гальмівні рідини (DOT 5). Основою таких рідин є кремнійорганічні полімери. Рідина на основі силікону не вбирає вологу, не руйнує гуму та металеві деталі, має стабільну в'язкість, що не залежить від температури. Та при цьому змащувальні властивості силіконових рідин залишають бажати кращого. Їх, в основному, використовують в гальмівних системах спортивних та гоночних автомобілів.

При роботі з автомобільними технічними рідинами в хімічній лабораторії на автоутилізуючих підприємствах необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки по ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів»:

6.1.1 При роботі з хімічними реактивами в лабораторії повинно знаходитися не менше двох співробітників.

6.1.2 Приступаючи до роботи, співробітники зобов'язані оглянути і привести в порядок своє робоче місце, звільнити його від непотрібних для роботи предметів.

6.1.3 Перед роботою необхідно перевірити справність обладнання, рубильників, наявність заземлення та ін.

6.1.4 Робота з їдкими і отруйними речовинами, а також з органічними розчинниками проводиться тільки в витяжних шафах.

6.1.5 Забороняється набирати реактиви в піпетки ротом, для цієї мети слід використовувати гумову грушу або інші пристрої.

6.1.6 При визначенні запаху хімічних речовин слід нюхати обережно, направляючи до себе пари або газу рухом руки.

6.1.7 Роботи, при яких можливе підвищення тиску, перегрів скляного приладу або його поломка з розбризуванням гарячих або їдких продуктів, також виконуються в витяжних шафах. Виконавець роботи повинен надіти захисні окуляри (маску), рукавички і фартух.

6.1.8 Під час виконання робіт в витяжній шафі ступки шафи слід піднімати на висоту не більше 20 - 30 см так, щоб в шафі знаходилися тільки руки, а спостереження за ходом процесу вести через скло шафи.

6.1.9 При роботі з хімічними реактивами необхідно вмикати і вимикати витяжну вентиляцію не менше ніж за 30 хвилин до початку, і після закінчення робіт.

6.1.10 Змішування або розведення хімічних речовин, що супроводжується виділенням тепла, слід проводити в термостійкому або фарфоровому посуді.

6.1.11 При упарюванні в стаканах розчинів слід ретельно перемішувати їх, так як нижні і верхні шари розчинів мають різну щільність, внаслідок чого може статися викидання рідини.

6.1.12 Щоб уникнути опіків, уражень від бризок і викидів не можна нахилитися над посудом, в якій кипить якась рідина.

6.1.13 Нагрівання посуду зі звичайного скла на відкритому вогні без асбестованої сітки заборонено.

6.1.14 При нагріванні рідини в пробірці тримати її слід отвором в сторону від себе і від інших співробітників.

6.1.15 За жодних обставин не можна допускати нагрівання рідин в колбах або приладах, що не сполучаються з атмосферою.

6.1.16 Нагріту посудину не можна закривати притертою пробкою доти, поки вона не охолоне до температури навколишнього середовища.

Також опираючись на ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів» при утилізації технічних рідин автотранспорту необхідно використовувати наступні засоби індивідуального захисту:

2.1 При роботі в хімічній лабораторії необхідно надягати халат з бавовняної тканини.

2.2 При виконанні робіт, пов'язаних з виділенням отруйних газів і пилу, для захисту органів дихання слід застосовувати респіратори або інші засоби захисту.

2.3 При роботі з їдкими і отруйними речовинами додатково застосовують фартухи, засоби індивідуального захисту очей і рук.

2.4 Для захисту рук від дії кислот, лугів, солей, розчинників застосовують гумові рукавички. На рукавичках не повинно бути порізів, проколів та інших пошкоджень. Одягаючи рукавички, слід посипати їх зсередини тальком.

2.5 Для захисту очей застосовують окуляри різних типів, щитки, маски.

5.3 Фактори що впливають на кількість НС природного і техногенного характеру

На думку фахівців існують різні фактори які призводять до зростання кількості НС природного характеру, а саме [3]:

- 1) Зростання чисельності населення;
- 2) Застосування технологій виробництва і засобів життєзабезпечення, вразливих для впливу природних сил;
- 3) Вплив людини на середу який підвищує її потенційні небезпеки;
- 4) Заселення свідомо небезпечних територій;
- 5) Високий ступінь урбанізації (зростання чисельності міського населення);
- 6) Висока вразливість міст дії нових небезпечних процесів техногенного плану;
- 7) Глобальне потепління і зростання кліматичних небезпечних процесів та інші.

Зі зростанням чисельності населення Землі зростає число жертв від природних катастроф зокрема від землетрусів. Стрімке зростання населення планети змушує освоювати малоприсадатні для проживання і господарювання площі, а часто і просто небезпечні ділянки: схили гір і пагорбів, заплави річок, заболочені і прибережні території. Ситуація часто посилюється тим, що в країнах, що розвиваються при освоєнні таких земель, як правило, не ведеться належної інженерної підготовки, не створюється необхідна інфраструктура, використовуються конструктивно недосконалі проекти будинків і споруджень. Вплив людини на літосферу веде до змін у природному середовищі, сприяє розвитку ряду небезпечних процесів, породжує нові (природно-техногенні) процеси і явища серед яких особливу небезпеку становлять наведена сейсмічність, опускання територій, підтоплення, карстово-суфозійними провали, техногенні геофізичні поля.

За оцінками ООН, чисельність міського населення світу в 2018 році досягла 4,2 мільярда чоловік, або 55% від загальної чисельності світового населення. В середині минулого століття міське населення світу налічувало трохи більше 750 мільйонів чоловік, а сільське -1785 мільйонів чоловік, або в 2,4 рази більше. Населення світу було переважно сільським: в сільських поселеннях проживало близько 70% населення світу, в міських поселеннях - 30%. Швидка урбанізація світу привела до того, що в 2007 році була подолана історично важлива віха-вперше за всю історію людства чисельність міського населення перевершила чисельність сільського населення (3363 проти 3343 мільйонів чоловік). У наступні роки міське населення продовжувало зростати випереджаючими темпами. У порівнянні з 1950 року народження, чисельність міського населення світу збільшилася до 2018 року в 5,6 рази, сільського -в 1,9 рази, а в порівнянні з 2007 роком -відповідно, на 25% і на 2%.Очікується, що до 2030 року, до якого світова спільнота намітило досягти прийняті в 2015 році Цілі сталого розвитку, міське населення світу збільшиться ще майже на мільярд чоловік, або на 22% -до 5,2 мільярда чоловік. Таким чином, воно досягне того ж розміру, що населення світу (міське і сільське) в кінці 1980-х років. До середини століття міське населення світу може досягти 6,7 мільярда чоловік. На

рисунку 5.1 представлено графік зміни кількості населення міст та сільської місцевості.

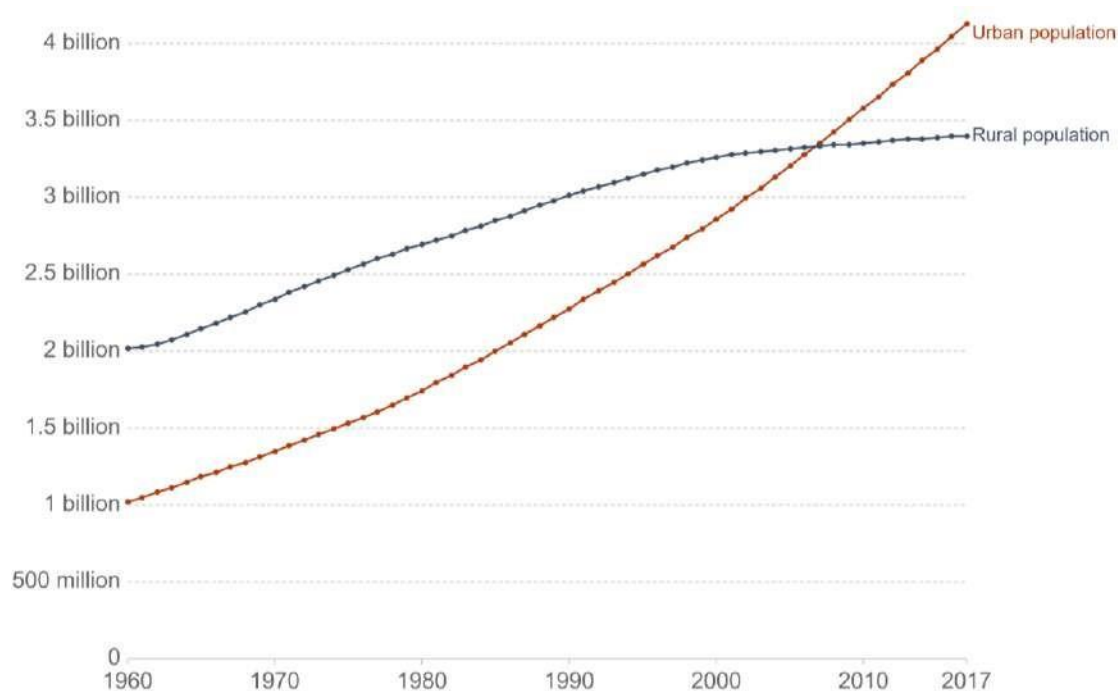


Рис. 5.1. Кількість людей, що проживають у міських та сільських районах, в мирі, з 1960 по 2017 рр.

У багатьох випадках інфраструктури мегаполісів і особливо побутового сектора (житлові будинки) не відповідають нормативним вимогам стійкості в умовах впливу характерних для даної місцевості небезпечних природних процесів. В таблиці 5.1 представлені деякі висновки по дослідженню наслідків впливу людської діяльності на виникнення природних аномалій.

Одним їх прикладів може служити землетрус у Вірменії (СРСР) в 1988 році. 7 грудня 1988 в 11:00 41 хвилину за місцевим часом у Вірменії стався катастрофічний землетрус. Серія підземних поштовхів за 30 секунд практично знищила місто Спітак і зруйнувала міста Ленінакан (нині Гюмрі), Кіровакан (нині Ванадзор) і Степанаван. Всього від стихії постраждало 21 місто, а також 350 сіл (з яких 58 були повністю зруйновані). В результаті землетрусу, за офіційними даними, загинуло 25 тисяч людей, 140 тисяч стали інвалідами, а 514 тисяч людей втратили домівки. Землетрус вивів з ладу близько 40 відсотків промислового потенціалу республіки. Були зруйновані або прийшли в аварійний стан загальноосвітні школи на 210 тисяч

Таблиця 5.1 – Висновки по дослідженню наслідків впливу людської діяльності на виникнення природних аномалій

Феномени ^a та спрямування тенденцій	Ймовірність прояву тенденції наприкінці ХХ ст. (типово після 1960 року)	Ймовірність впливу людської діяльності на тенденцію, що вивчалася ^b	Ймовірність майбутніх тенденцій, що базуються на прогнозах для ХХІ ст. методом сценарію SRES
Переважає теплі та зменшення кількості холодних днів і ночей над більшістю зон суходолу	Дуже ймовірно ^c	Ймовірно ^d	Фактично безсумнівно ^d
Переважає теплі та часті жаркі дні і ночей над більшістю зон суходолу	Дуже ймовірно ^e	Ймовірно (ночі) ^d	Фактично безсумнівно ^d
Теплі та спекотні хвилі над більшістю зон суходолу	Ймовірно	Скоріше ймовірно, ніж ні ^f	Дуже ймовірно
Сильні опади. Частота (або пропорція сильних дощів від загальної кількості дощів) на більшості територій	Ймовірно	Скоріше ймовірно, ніж ні	Дуже ймовірно
Зростання площ територій, вражених засухами	Ймовірно у багатьох регіонах, починаючи з 1970-х р.	Скоріше ймовірно, ніж ні	Ймовірно
Зростання інтенсивності тропічних циклонів	Ймовірно у деяких регіонах, починаючи з 1970-х р.	Скоріше ймовірно, ніж ні ^f	Ймовірно
Зростання частоти екстремального підняття рівня води в Світовому океані (окрім цунамі) ^g	Ймовірно	Скоріше ймовірно, ніж ні ^h	Ймовірно ⁱ

учнівських місць, дитячі садки на 42 тисячі місць, 416 об'єктів охорони здоров'я, два театри, 14 музеїв, 391 бібліотека, 42 кінотеатру, 349 клубів і будинків культури. Було виведено з ладу 600 кілометрів автодоріг, 10 кілометрів залізничних шляхів, повністю або частково зруйновано 230 промислових підприємств. За оцінками експертів, катастрофічні наслідки Спітакського землетрусу були зумовлені низкою причин: недооцінкою сейсмічної небезпеки регіону, недосконалістю нормативних документів з сейсмостійкого будівництва, недостатньою підготовленістю рятувальних служб, неоперативність медичної допомоги, а також низькою якістю будівництва.

Як правило, при визначенні причин виникнення аварій та техногенних катастроф виділяють фактори технічного, технологічного й організаційного характеру, або їх поєднання.

Як уже було відзначено вище, вагомий внесок у провокування виникнення природних катаклізмів збільшення їх масштабів вносить

застосування технологій виробництва і засобів життєзабезпечення, вразливих для впливу природних сил. В роботі відмічене, що: « XX століття породило індустріальне виробництво з гігантським споживанням енергетичних і природних ресурсів і остаточно сформував штучне середовище проживання людини - техносферу, яка почала конкурувати багато в чому з природним середовищем, часто пригнічуючи і руйнуючи природні процеси самоорганізації і причинно-наслідкові зв'язки, які забезпечували гомеостаз».

Значну роль в негативному впливі на навколишнє середовище вносить все зростаюче забруднення виробничими відходами. В роботі [10] наведено дані щодо наявності тривожної тенденції прискорення прояви негативних результатів техногенного тиску людської діяльності на навколишнє середовище:

- знадобилося 5 тис. років від дня початку мореплавання, щоб довести забруднення моря до критичної межі;
- всього близько 200 років знадобилося промисловості, щоб з дня її появи забруднити сушу і повітряний простір;
- близько 100 років від дня першого застосування автомобіля знадобилося автотранспорту, щоб засмітити повітряний простір міст;
- ядерна енергетика за 40-45 років привела до значного забруднення середовища проживання людини;
- ракетно-космічна діяльність всього за 40 років створила серйозні проблеми через забруднення земної поверхні, атмосфери планети, а також навколоземного космічного простору.

На рисунку 5.2 показано взаємозв'язок людської діяльності і природи у виникненні НС природного і техногенного характеру.

Англійський вчений Н.В. Heinrich одним з перших зробив спробу дослідити роль людського фактору у виникненні аварійних ситуацій. В 1928 році він опублікував результати аналізу 75 тисяч аварій на виробництві і встановив, що 88% з них були викликані діями людини, 10% - умовами навколишнього середовища, і 2% - "діями Бога". Подальший розвиток промислового виробництва і транспорту додало задачі контролю і обліку людського фактору ще більшої актуальності. У першій половині 20 століття

біля 75 % усіх інцидентів у техногенній сфері були пов'язані з технічними причинами. Але починаючи з 70-х років минулого століття, картина почала різко мінятися і все більше нещасних випадків та аварій відбуваються уже з вини людини в усіх без винятку сферах її (людини) діяльності.

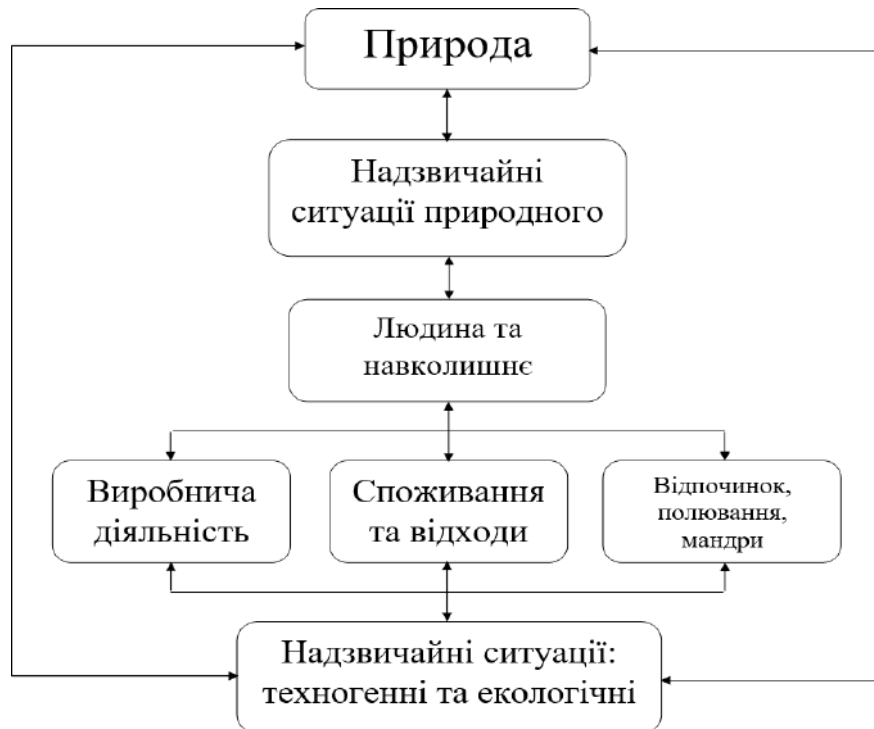


Рис. 5.2. Походження надзвичайних ситуацій

Так, відповідно до останніх публікацій, людський фактор є причиною аварій в судноводінні в 70-80 % випадків. Відповідно до оцінки генерала Юджіна Хабігера, колишнього командуючого стратегічними ядерними силами США, безпека лише на 20 % залежить від відповідного обладнання, а на 80 % від персоналу. За даними експертів 75 % надзвичайних ситуацій на АЕС викликані людськими помилками. Як приклад навмисного порушення можна назвати спробу вчинити вибух реактора на Ігналінській АЕС (Литва), 1994 р. Терористи, які хотіли помститися за свого колегу, засудженого до вищої міри покарання (смертної кари), через члена свого терористичного угруповання — співробітника АЕС — зуміли втрутитися до програми завантаження активної зони реактора і внести до неї низку змін. Вибух вдалося попередити лише завдяки своєчасному викриттю цього злочину.

В процесі вдосконалення автоматизованих систем управління позначилася загальна тенденція зростання частки людських помилок при

виникненні аварійних ситуацій. У 1993 році Erik Hollnagel провів дослідження літератури, присвяченій ролі людського фактору в різних галузях промисловості. Він встановив, що в 1960 році, коли до цієї проблеми було вперше залучено серйозну увагу, оцінка вкладу людських помилок в розвитку аварійних ситуацій складала в середньому близько 20%. У 1990 році частка людських помилок зростає в 4 рази і складає 80%. Автоматизація контролю і управління складними процесами, розвиток комп'ютеризованих систем підтримки операторів в багатьох випадках не знизили, а посилюють роль людського фактору, важливість і вплив людських помилок. Розробка складних комп'ютеризованих систем, їх обслуговування, координація взаємодії персоналу різних служб породили нові джерела людських помилок. Рівень смертності в результаті техногенних катастроф, що відбулися за період з 1994 по 2003 рік в індустріально розвинених країнах становить 0.9 загиблого на 1 млн. жителів, для найменш розвинених країн - 3.1 смертельні випадки на 1 млн. жителів. Незважаючи на поширеність аварійних ситуацій через людський фактор, основною причиною служать механічні несправності. На рисунку 5.3 представлені результати аналізу причин великих аварій (за даними ООН).

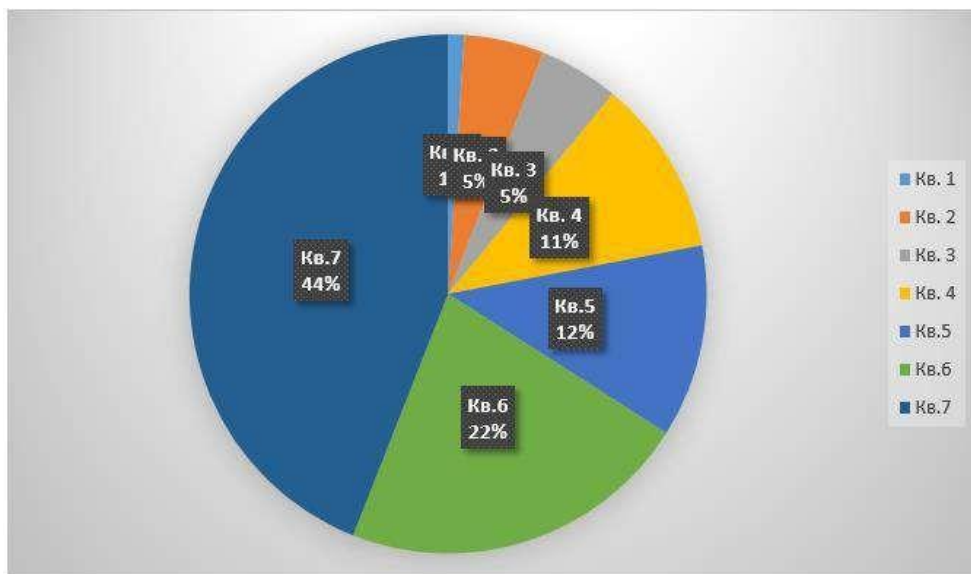


Рис. 5.3. Причини великих аварій в світі в обробних галузях і промисловості.

Кв.1, саботаж / підпал - 1%; Кв.2, конструкторські помилки - 5%; Кв. 3, природні небезпеки - 5%; Кв. 4, порушення технологічного процесу - 11%; Кв. 5, невиявлені причини - 12%; Кв 6, помилки оператора - 22%; Кв. 7, механічні несправності - 44%.

Як видно з цих даних вклад "людського фактору" в ініціювання аварійних ситуацій більш ніж вагомий. В роботі зазначено що: при експлуатації великих і складних інтерактивних систем помилка оператора може стати причиною виходу їх з ладу. Досвід експлуатації атомних електростанцій показує, що на помилки персоналу доводиться значна частина інцидентів, пов'язаних з безпекою. Однак цей досвід свідчить про те, що втручання людини може бути дуже ефективним, якщо воно ґрунтується на доскональним знанні ситуації, що склалася на АЕС. Таким чином, ефективна взаємодія "людина - машина" грає важливу роль не тільки в попередженні помилок персоналу, але і допомагає оператору в непередбаченій ситуації. За даними INPO (Інститут експлуатації атомної енергетики) внесок в помилки персоналу складають: похибки і нечіткості в інструкціях, приписах та іншої документації становить 43%, брак знань, професійної підготовки - 18%, відступу персоналу від приписів та інструкцій - 16%, невірне планування робіт - 10%, неефективний зв'язок між співробітниками станції - 6%, інші причини - 7% . Катастрофа на Чорнобильській АЕС привела до появи та закріпленню в міжнародних нормативних документах такого поняття, як культура безпеки. Поняття «культура безпеки» вперше введено в 1986 р. Міжнародною консультативною групою з ядерної безпеки (INSAG), створеною при МАГАТЕ, як термін, що описує режим безпеки на АЕС. Аналізуючи корінні причини чорнобильської аварії, група INSAG дійшла до висновку про необхідність формування й підтримки культури безпеки як найважливішої умови безпеки АЕС. У наступній доповіді «Основні принципи безпеки атомних електростанцій» культуру безпеки висвітлено як фундаментальний управлінський принцип безпечної експлуатації АЕС.

Для усіх видів діяльності, для організацій і окремих осіб на всіх рівнях увага до безпеки включає.

- особисте усвідомлення важливості безпеки;
- знання і компетентність, які забезпечуються підготовкою та інструкціями для персоналу, а також його самопідготовкою;
- відданість, що вимагає демонстрації високого пріоритету безпеки на рівні старших керівників і визнання спільної мети безпеки окремими особами;

- мотивацію за допомогою методів керівництва, постановки мети і створення системи заохочень та стягнені шляхом формування внутрішньої позиції окремих осіб;
- відповідальність через формальне встановлення й опис посадових обов'язків і розуміння їх окремими особами;
- нагляд, який поєднує практику ревізій і експертиз з готовністю реагувати на критичну позицію окремих осіб. Міжнародний «Центр досліджень епідеміології катастроф» (Center for Research on the Epidemiology of Disasters) протягом декількох десятиліть складає базу даних про різні катастрофах. Статистика показує, що число техногенних катастроф в світі різко збільшилася з кінця 1970-х років. Особливо почастишали транспортні катастрофи, перш за все, морські і річкові [20]. У документації ООН і Міжнародного "Центру досліджень епідеміології катастроф" техногенні катастрофи зазвичай розділяють на три основні типи: промислові (хімічне зараження, вибухи, радіаційне зараження, руйнування, викликані іншими причинами), транспортні (аварії в повітрі, на морі, залізницях тощо) і змішані (відбуваються на інших об'єктах).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній магістерській роботі проаналізовано існуючі методи переробки відпрацьованих автомобілів і внесено пропозиції щодо модернізації процесу рециклінгу кольорових металів та їх сплавів. Зокрема, було введено інноваційний підхід до відділення компонентів за допомогою x-ray сепарації, що сприяло підвищенню ефективності та глибини переробки даної сировини. Основні досягнення дослідження включають:

В даному дослідженні описано специфіку відходів від автомобілів та їх вплив на екосистему. Було проведено вивчення світової практики застосування шредерних методів утилізації автотранспорту та їх ефективності. Враховуючи досвід інших країн, було висловлено рекомендації щодо адаптації та впровадження цієї технології в Україні з метою поліпшення екологічної ситуації та раціонального використання ресурсів.

Відзначено, що очікуваний обсяг утилізації автомобілів в Україні до 2020 року може досягти більше 60 тис. машин. Прогнози показують, що з урахуванням поточних тенденцій імпорту вживаних автомобілів, ця кількість може збільшитися до 350 тис. одиниць до 2035 року. З метою ефективної обробки такого обсягу автотранспорту слід розглянути можливість застосування пересувних шредерних комплексів.

Розглядаються процеси утилізації використаних автомобілів і дослідження матеріального складу, з якого вони зроблені. Більшість автомобілів (70-80%) складається з чорних металів, які мають потенціал для повторного використання в металургійній промисловості. В Україні зараз домінують методи утилізації, які передбачають демонтаж і розрізання основних деталей авто вручну, що є часомістким і трудомістким. Тому було запропоновано перейти до автоматизованої системи утилізації - використання шредерної технології, яка дозволяє ефективно дробити і сортувати матеріали за їх якістю та складом.

В дослідженні розглядаються ключові методики розподілу матеріалів, що застосовуються при переробці виведених з експлуатації автомобілів. Висвітлено технічні та технологічні нюанси рециклінгу різних видів матеріалів,

які входять до складу авто, а також акцентовано увагу на екологічних аспектах їх обробки та подальшого використання.

У роботі висвітлено актуальні питання, пов'язані з утилізацією виведених з експлуатації автомобілів. Зокрема, важливу роль в процесі утилізації відіграє магнітна сепарація, яка допомагає виділити велику частину чорних металів, що складають 75-80% маси авто. Новаторським підходом у цьому напрямку стала впровадження технології x-ray сортування для переробки кольорових металів та їх сплавів. Завдяки цій методиці вдалося істотно знизити кількість відходів, які не піддаються повторній переробці, з 34% до 17%.

В роботі було розроблено рекомендації з питань охорони праці та попередження надзвичайних ситуацій при роботі на технологічних лініях переробки автомобілів, які завершили свій ресурс. Зокрема, були встановлені стандарти безпеки, проведено оцінку потенційних ризиків та запропоновано заходи щодо їх мінімізації.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.

2. ЗАКОН УКРАЇНИ Про утилізацію транспортних засобів (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 20-21, С. 719).

3. 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.

4. Утилізувати старий автомобіль: чому це так складно зробити в Україні. URL: <https://news.finance.ua/ua/news/-/387746/utylizuvaty-staryj-avtomobil-chomu-tse-tak-skladno-zrobyty-v-ukrayini>. (дата звернення 10.09.2020 р.).

5. Бойченко С. В., К. Лейда Світовий досвід і перспективи розвитку утилізації та рециклінгу транспортних засобів Monografia № 6 “Systems and means of motor transport”. Selected problems. Seria: Transport. — Rzeszow (Poland), 2015. — с. 247– 252.

6. Гевко І.Б Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Ляшук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.

7. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

9. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

10. Біліченко В.В., Козак О.О. Аналіз структури життєвого циклу автомобіля. URL: <file:///C:/Users/Timur/Downloads/1195-4005-1-PB.pdf> (дата звернення: 26.11.2020 р.)

11. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник – К.: Знання. 2003. – 511 с.

13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник – К.: Знання. 2004. – 478 с.

14. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія [Текст]: Підручник. / О.А. Лудченко. - Київ: Знання-Прес, 2007. - 527с.

15. Кужель В.П., Калашнюк Ю.В. Шляхи утилізації автомобілів, які відпрацювали свій строк. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11117/749.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення 28.11.2020 р.).

16. Закон України Про утилізацію транспортних засобів URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/421-18#Text> (дата звернення 29.11.2020 р.).

17. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Шашків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.

18. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.

19. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.
20. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.
21. Безпека в надзвичайних ситуаціях : навч. посібник для студентів ЗВО України : у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації / М. Л. Лисиченко, В. В. Вамболь, С. О. Вамболь, М. М. Кірієнко, І. А. Черепньов, В. М. Власовець ; за ред. М. Л. Лисиченка ; ХНТУСГ. – Харків : ТОВ “ПромАрт”, 2021. – 202 с.
22. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник / Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. - 2-ге вид., стер. - Суми : Університетська книга, 2015. - 374 с.
23. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.