

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

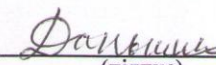
 Трохименко Г.Г.
« 12 » 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РЕЦИКЛІНГУ
АВТОМОБІЛЯ»

Виконав: студент 6271м групи

 Даньшин А.С.
(підпис)

Керівник: к.е.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

 Літвак О.А.
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Факультет економіки та екології моря

Кафедра екології та природоохоронних технологій

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма «Екологія та охорона навколишнього середовища»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми
д.б.н., професор
Наконечний І.В.

“ ” 2024 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студенту Даньшину Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження технологічної схеми рециклінгу автомобіля»

Керівник роботи Літвак Ольга Анатоліївна, канд. екон. наук, доцент

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

Затверджені наказом ректора № 1108-УЧ від « 24 » жовтня 2024 року

2. Термін подання роботи: 20.12.2024

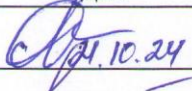
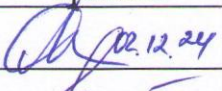
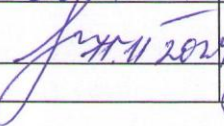
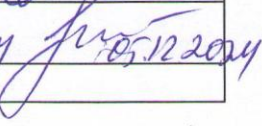
3. Вихідні дані по роботі: технічна документація, нормативно-законодавчі акти, методичні рекомендації, статистичні дані, технологічні інструкції.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

1. Проблеми накопичених відходів відпрацьованих автомобілів. 2. Етапи рециклінгу автомобілів, що відслужили свій термін. 3. Аналіз технологічних процесів утилізації компонентів автомобілів. 4. Обґрунтування напрямів підвищення утилізаційної технологічності автомобілів та його компонентів. 5. Економічні аспекти рециклінгу автомобілів. 6. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів: Презентація – 19 слайдів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

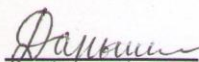
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Літвак О.А., к.е.н., доцент	 10.10.24	 12.12.24
6	Маринець О.М., к.т.н., доцент	 11.10.24	 15.12.24

7. Дата видачі завдання 15.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	15.09.2024	
2	Визначення мети, завдань, об'єкта та предмета дослідження	26.09.2024	
3	Складання плану, підбір і опрацювання списку використаних джерел	05.10.2024	
4	Вивчення проблем, пов'язаних з накопиченням відходів відпрацьованих автомобілів	17.10.2024	
5	Дослідження етапів рециклінгу автомобілів, що відслужили свій термін. Аналіз технологічних процесів утилізації компонентів автомобілів.	07.11.2024	
6	Обґрунтування напрямів підвищення утилізаційної технологічності автомобілів та його компонентів	25.11.2024	
7	Дослідження економічних аспектів рециклінгу автомобілів	01.12.2024	
8	Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки	08.12.2024	
9	Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи	20.12.2024	
10	Захист кваліфікаційної роботи	23.12.2024	

Студент


(підпис)

Даньшин А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Літвак О.А.
(прізвище та ініціали)

Анотація
до кваліфікаційної роботи «Дослідження технологічної схеми рециклінгу
автомобіля»
студента Даньшина Андрія Сергійовича

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження технологічної схеми рециклінгу автомобіля, що відпрацював свій термін та розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності утилізаційної технологічності автомобіля та його компонентів в контексті забезпечення екологічної безпеки та ресурсозбереження.

Об'єкт дослідження – технологічні етапи рециклінгу автомобіля, що відпрацював свій термін.

Предмет дослідження – розробка комплексу заходів для підвищення ефективності утилізаційної технологічності автомобіля.

В роботі проведено аналіз проблем накопичення непридатних до експлуатації автомобілів. Вивчено поняття рециклінгу та проаналізовано досвід країн світу та України в реалізації програм рециклінгу автомобілів. Досліджено основні етапи рециклінгу автомобілів та проведено аналіз технологічних процесів утилізації компонентів автомобілів. Розроблено комплекс заходів щодо забезпечення екологічної безпеки в процесі рециклінгу автомобілів. Обґрунтовано напрями підвищення утилізаційної технологічності автомобілі та їх компонентів. Досліджено процеси оптимізації рециклінгу автомобілів на підприємствах японської фірми МАТЕС. Виконано розрахунок розмірів еколого-економічних збитків від утворення несанкціонованого звалища автомобілів, що відпрацювали свій термін. Розглянуто питання охорони праці та вимоги техніки безпеки слюсаря-механіка в процесі демонтажу автомобіля.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел. Основний зміст викладено на 94 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 29 рисунків, 11 таблиць. Список використаних джерел складається із 65 найменувань.

Ключові слова: рециклінг, утилізація, автомобіль та його компоненти, технологія переробки, ресурсозбереження, екологічна безпека.

Summary
to the qualification work «Research of the technological scheme of automobile recycling»
Danshyn Andrii

The purpose of the qualification work is to study the technological scheme of recycling a car that has served its term and to develop recommendations for increasing the efficiency of the recycling technology of the car and its components in the context of ensuring environmental safety and rational resource use.

The object of research is the technological stages of recycling an end-of-life car.

The subject of the study is the development of a set of measures to increase the efficiency of the utilization technology of the car.

The paper analyzes the problems of accumulation of unusable cars. The concept of recycling was studied and the experience of the countries of the world and Ukraine in the implementation of car recycling programs was analyzed. The main stages of car recycling were studied and the technological processes of recycling car components were analyzed. A set of measures to ensure environmental safety in the process of car recycling has been developed. The directions for improving the recycling technology of cars and their components are substantiated. The processes of optimization of car recycling at the enterprises of the Japanese company MATEC were studied. The amount of environmental and economic damage caused by the creation of an unauthorized dump of end-of-life cars has been calculated. The issue of labor protection and safety requirements of a mechanic mechanic in the process of disassembling a car is considered.

The qualification work consists of an introduction, six chapters, conclusions, and a list of used sources. The main content is presented on 94 pages of computer text, including 29 figures, 11 tables. The list of used sources consists of 65 items.

Keywords: recycling, disposal, car and its components, processing technology, resource conservation, environmental safety.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ.....	10
1.1 Проблеми накопичення автомобілів, що відслужили свій термін.....	10
1.2 Поняття рециклінгу автомобілів	14
1.3 Досвід країн світу та України в реалізації програм рециклінгу автомобілів	18
РОЗДІЛ 2 ЕТАПИ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ВІДСЛУЖИЛИ СВІЙ ТЕРМІН	26
2.1 Етапи рециклінгу автомобілів	26
2.2 Відходи, що утворюються в результаті рециклінгу автомобілів ...	30
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ АВТОМОБІЛІВ	35
3.1 Опис технології шредування автомобілів	35
3.2 Напрями та технології переробки деяких компонентів та рідин відпрацьованого автомобіля	38
3.3 Переробка гуми	45
3.4 Технології переробки відходів скла та пластику при рециклінгу автомобілів	48
РОЗДІЛ 4 ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ТА ЙОГО КОМПОНЕНТІВ	52
4.1 Забезпечення екологічної безпеки в процесі рециклінгу автомобілів	52
4.2 Напрями підвищення утилізаційної технологічності автомобілів...	53
4.3 Оптимізація процесів рециклінгу автомобілів на підприємствах фірми МАТЕС	59

4.4 Ефективність утилізації автомобільних шин методом піролізу	69
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ ...	72
5.1 Економічні переваги рециклінгу автомобілів	72
5.2 Визначення розмірів еколого-економічних збитків від утворення несанкціонованого звалища автомобілів, що відпрацювали свій термін	75
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	79
6.1 Загальні положення охорони праці	79
5.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	80
6.3 Розрахунок системи освітлення цеху меблевої фабрики	83
6.4 Вимоги техніки безпеки слюсаря-механіка при демонтажу автомобілів	85
ВИСНОВКИ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	97

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема забруднення довкілля транспортними підприємствами останнім часом дуже актуальна. Транспортний парк, що збільшується з кожним роком, здатний завдати навколишньому середовищу відчутних збитків. Слід зазначити, що забруднення довкілля транспортною галуззю який завжди об'єктивно оцінюється, що у свою чергу ускладнює процес управління природоохоронною діяльністю, що призводить до зниження негативного антропогенного впливу на довкілля. Негативно впливає на всі елементи біосфери, включаючи літосферу, атмосферу та гідросферу.

Крім вищезгаданих негативних впливів на навколишнє середовище спостерігаються такі проблеми, як вилучення земель з обороту під будівлі, споруди, транспортні шляхи, електромагнітні випромінювання ліній електропередач, порушення геодезичної структури тощо. Зокрема, однією з екологічних проблем транспорту є зношені шини, акумулятори, відпрацьовані масла.

Переробка відходів виробництва є нагальна проблема, що стоїть на шляху збалансованого розвитку світової спільноти. Про важливість цієї проблеми свідчать не лише величезні запаси всіляких промислових та побутових відходів, а й ухвалені в переважній більшості держав світу законодавчі та підзаконні акти, спрямовані на регламентацію та підтримку діяльності, пов'язаної з утилізацією та повторним використанням відходів.

Рециклінг автомобілів повинен розвиватися у двох напрямках: відновлення та повторне використання вузлів, агрегатів та інших автокомпонентів, що зберегли свій ресурс, та переробка вузлів та агрегатів, що не підлягають відновленню у повторні матеріали з метою їх використання при виробництві нових матеріалів.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження технологічної схеми рециклінгу автомобіля, що відпрацював свій термін та розробка рекомендацій щодо підвищення ефективності утилізаційної технологічності автомобіля та

його компонентів в контексті забезпечення екологічної безпеки та ресурсозбереження.

Об'єкт дослідження – технологічні етапи рециклінгу автомобіля, що відпрацював свій термін.

Предмет дослідження – розробка комплексу заходів для підвищення ефективності утилізаційної технологічності автомобіля.

Для досягнення мети виконувались наступні **завдання**:

- провести аналіз проблем накопичення непридатних до експлуатації автомобілів;
- вивчити поняття рециклінгу та проаналізувати досвід країн світу та України в реалізації програм рециклінгу автомобілів;
- дослідити основні етапи рециклінгу автомобілів;
- провести аналіз технологічних процесів утилізації компонентів автомобілів;
- розробити комплекс заходів щодо забезпечення екологічної безпеки в процесі рециклінгу автомобілів;
- обґрунтувати напрями підвищення утилізаційної технологічності автомобілі та їх компонентів;
- досліджено процеси оптимізації рециклінгу автомобілів на підприємствах японської фірми МАТЕС;
- виконати розрахунок розмірів еколого-економічних збитків від утворення несанкціонованого звалища автомобілів, що відпрацювали свій термін;
- розглянути питання охорони праці та вимоги техніки безпеки в процесі демонтажу автомобіля.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Проблеми накопичення автомобілів, що відслужили свій термін

Автомобіль є найбільшим забруднювачем довкілля, особливо у великих містах. Поновлення автопарку, що прискорилося, збільшення його чисельності створюють реальну і серйозну загрозу навколишньому середовищу, у тому числі через невиправдане велике споживання матеріальних ресурсів. Знизити його може раціональне поводження з автомобілями, автокомпонентами та матеріалами, що виводяться з експлуатації.

Світовий парк легкових автомобілів нині становить понад 600 млн. одиниць, які щорічно оновлюються, а деякі припиняють експлуатуватися, тобто визнаються такими, що відслужили свій термін, знімаються з реєстрації і, такі автомобіля, як правило, надходять на утилізацію. В результаті виникають відходи, перелік яких наведено на рис. 1.1.

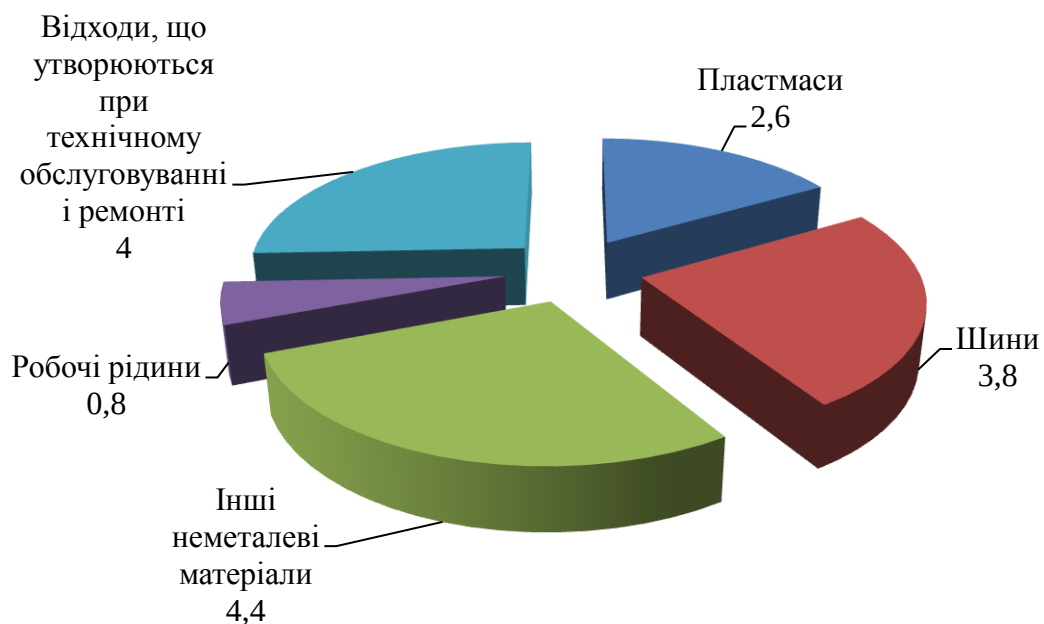


Рис. 1.1. Середня щорічна кількість автомобільних відходів у світі, млн. т/рік

Важливим завданням є зниження шкідливого впливу автомобілів на всіх етапах їх повного життєвого циклу, який охоплює видобування сировини, отримання матеріалів, палива та електроенергії для виробництва, їх експлуатацію та утилізацію.

Відходи автотранспорту характеризуються значною неоднорідністю за складом, обсягами та динамікою утворення і при невідповідній організації наносять значну шкоду навколишньому середовищу. Частка кинутих та розукомплектованих автомобілів в загальній кількості наземної техніки, яка щорічно виходить з експлуатації, не перевищує 20 %. При цьому на вторинну переробку потрапляє тільки 40 % цієї кількості або близьк 8% від загального обсягу утворення відходів (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Звалище відпрацьованих автомобілів

Автотранспортні засоби, що не залучені до процесу збору та утилізації, кинуті в непризначених для таких цілей місцях, призводять до порушення архітектурного вигляду міських та сільських територій, що в свою чергу спричиняє багато численні скарги з боку мешканців, особливо в містах з приводу захаращеності внутрішньо дворових територій, а також створює додаткові перешкоди руху та прибиранню проїзної частини в зимовий період, знижує пропускну здатність дорожньої мережі, сприяє виникненню аварійних

ситуацій та дорожньо-транспортних подій. Тобто наземна автомобільна техніка стала одним з факторів негативного впливу на стан здоров'я населення та природне навколишнє середовище.

Таким чином проблема збору та утилізації відпрацьованих автомобілів напряду торкається питань екології та охорони навколишнього середовища. Старий автотранспорт, який не залучений до утилізації, містить значну кількість елементів, небезпечних для довкілля:

- компоненти зі свинцем;
- відпрацьовані моторні та трансмісійні мастила;
- технічні рідини;
- пластики, полімери, композити.

Зазначені елементи в більшій чи меншій мірі надають вплив на такі компоненти навколишнього середовища як земельні, водні ресурси та атмосферне повітря (рис. 1.3).

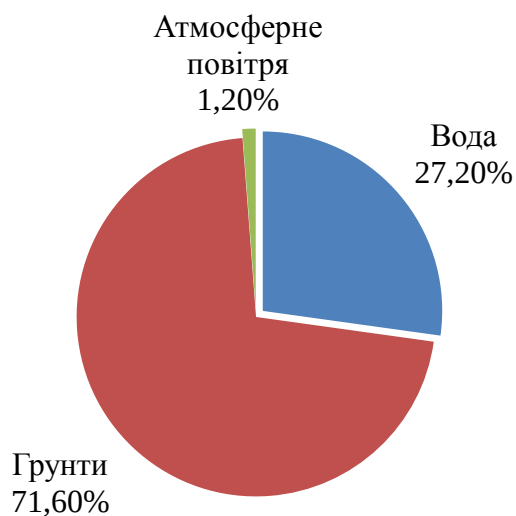


Рис. 1.3. Розподіл негативного впливу на компоненти довкілля від відпрацьованих транспортних засобів, що не залучені до утилізації

У структурі негативного впливу автотранспорту та відходів технічного обслуговування автомобілів на довкілля значну роль грає забруднення ґрунтів. Негативний вплив виражається головним чином деградацією ґрунтів,

забрудненням та засмічення ділянок земельних ресурсів в результаті несанкційованих звалищ старих автомобілів.

Серед найбільших забруднювачів можна відзначити відпрацьоване мастило. Його частка становить близько 60%. До 25% шкоди припадає на забруднення водойм та ґрунтів антифризом. Із зростанням автомобілізації зростає і кількість відходів технічного обслуговування та відпрацьованих автомобілів. Мережа з утилізації та вторинної переробки автомобілів розвивається стихійно, діє вибірково без урахування інтересів регіону, що не дає можливості забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів. Не утилізується автомобільний пластик, скло, антифриз, поролон. Не до кінця вирішене питання цивілізованого збору шин, акумуляторів, мастил.

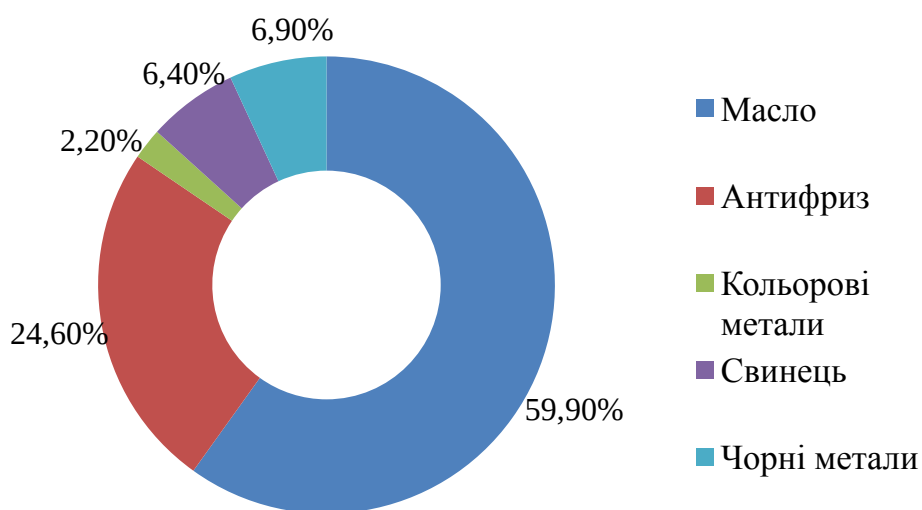


Рис. 1.4. Питома вага впливу деяких компонентів автомобіля на стан ґрунтів та водних об'єктів

Залишена маса відходів технічного обслуговування та напіврозібрані автомобілі викидаються на території регіону в ліси, яри. Рідини зливаються в каналізацію чи просто на землю. В той же час більшість матеріалів, які містяться у відпрацьованих автомобілях, підлягають вторинній переробці і є стратегічною сировиною для підприємств чорної, кольорової та хімічної промисловості.

1.2 Поняття рециклінгу автомобілів

Рециклінг автомобілів, також відомий як утилізація автомобілів або демонтаж транспортних засобів – це процес розбирання транспортних засобів які відпрацювали свій термін, і вилучення деталей, що можуть бути використані повторно або продані. Ця практика дозволяє скоротити кількість відходів за рахунок вилучення цінних матеріалів зі старих автомобілів до того, як їх відправлять на звалище.

Переробка автомобілів приносить багато користі довкіллю, оскільки дозволяє економити природні ресурси, такі як метали та пластик, а також скорочувати викиди вуглекислого газу, пов'язані з виробництвом нових деталей. Крім того, це допомагає муніципалітетам скоротити витрати на утилізацію відходів, оскільки підприємства з переробки автомобілів позбавляють муніципалітети від витрат на утилізацію транспортних засобів.

За останні роки індустрія переробки автомобілів значно зросла: лише у Північній Америці щорічно переробляється понад 12 мільйонів транспортних засобів. У цій галузі працюють тисячі людей, які виконують різні функції, такі як демонтажери, механіки, продавці тощо, що робить її важливою частиною місцевої економіки.

У цілому, рециклінг автомобілів пропонує екологічне рішення для утилізації транспортних засобів зі строком служби, що закінчився, а також економічні можливості для підприємств, що працюють у цьому секторі.

Рециклінг забезпечує безліч переваг як для навколишнього середовища, так і для суспільства. Ось деякі з основних переваг:

1. Зменшує кількість відходів. Переробка автомобілів допомагає скоротити кількість відходів за рахунок вилучення деталей, які можна повторно використовувати або перепродати з транспортних засобів, що відслужили свій термін, перш ніж вони будуть відправлені на звалище.

2. Зберігає природні ресурси. Переробка автомобілів дозволяє заощаджувати цінні природні ресурси, такі як метали, пластик та гума, що

знижує потребу у видобутку нових матеріалів шляхом розробки родовищ чи буріння. Це приносить значну користь навколишньому середовищу, оскільки процеси видобутку негативно впливають на екосистеми, включаючи забруднення води, вирубку лісів тощо.

3. Знижує викиди вуглекислого газу. Виробництво нових запчастин вимагає значного споживання енергії, що призводить до викидів парникових газів. Переробка автомобілів значно скорочує ці викиди, оскільки потрібно менше первинних матеріалів. Згідно з дослідженням, проведеним Асоціацією переробників автомобілів, переробка дозволяє заощаджувати близько 85 мільйонів барелів нафти на рік, які інакше використовувалися б при виробництві нових запчастин.

4. Створює робочі місця. У сфері переробки автомобілів працюють тисячі людей на різних посадах, таких як збирачі, механіки, продавці тощо, що робить її важливою частиною місцевої економіки. Це також створює можливості для малого бізнесу, що працює у цій сфері.

5. Покращує стан здоров'я та безпеку населення. При видаленні небезпечних речовин, таких як свинцево-кислотні акумулятори та ртутні перемикачі, з відпрацьованих автомобілів перед їх правильною утилізацією ризик попадання токсичних речовин у ґрунт або ґрунтові води зводиться до мінімуму.

6. Доступність запчастин, що придатні для подальшого використання. Автозапчастини, отримані в результаті переробки, можуть бути більш доступними за ціною, ніж нові оригінальні запчастини, що робить ремонт доступним для ширшого кола споживачів. Це також сприяє впровадженню принципів економіки замкнутого циклу, при яких продукти переходять від лінійної моделі «бери-роби-викидай» до екологічних моделей, що ґрунтуються на повторному використанні та ремонті.

7. Сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів. Переробка відходів вимагає менше енергії порівняно з видобутком сировини, що знижує

попит виробництва електроенергії і призводить до скорочення викидів парникових газів (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Переваги рециклінгу автомобілів

Сталь є одним із основних матеріалів автомобіля. Більшість компонентів, що використовуються для його створення, включаючи каркас, виготовлені зі сталі. Оскільки для виробництва сталі потрібне залізо, переробка транспортних засобів допомагає зберегти залізняк. Усі відходи, які виробляються як побічний продукт переробки сталі, також припиняють утворюватися, гарантуючи, що забруднення повітря не збільшиться. Переробка транспортних засобів гарантує, що сталь переробляється, а не виробляється наново, що допомагає скоротити викиди парникових газів у довкілля. Це також допомагає заощаджувати енергію, оскільки переплавлення існуючої сталі більш енергоефективне, ніж переробка залізняку.

Переробка однієї тонни сталі зберігає 1,13 тонн залізняку, 0,64 тонн вугілля і 0,05 тонн вапняку. Це означає, що при автомобілі, що перебуває в середньому на 65% із сталі та заліза, можна заощадити велику кількість ресурсів. Кузови автомобілів містять приблизно 25% переробленої сталі.

Інші матеріали, що використовуються для виробництва транспортних засобів, такі як пластик, можуть бути дуже шкідливими для планети, і, оскільки

транспортні засоби виробляються масово, виробництво нового пластику використовує велику кількість енергії та нових ресурсів.

Ще один момент, який слід враховувати, полягає в тому, що відповідальна переробка транспортних засобів також може допомогти захистити місцеву флору та фауну. Видобуток сталі не є екологічно чистим і призводить до забруднення та ерозії ґрунту, що означає, що тварини не можуть підтримувати свої звичайні звички, не кажучи вже про те, що вони також можуть стати хворими. Ерозія ґрунту також викликає забруднений стік осаду у водоймища, що впливає на якість води та місця існування дикої природи.

Звалища також знаходяться далеко від природного довкілля, тому тварини (як і рослини) навряд чи зможуть там виживати і процвітати. Крім того, звалища займають значну кількість простору, що негативно впливає на ландшафтну структуру території.

Важливо, що автомобільні рідини та інші матеріали не розкладаються швидко. Наприклад, шини розкладаються від 50 до 80 років, і за цей час вони виділяють забруднюючі речовини в ґрунт та повітря.

Також практика здачі автомобілів на утилізацію сприяє розвитку культури відповідального споживання та поводження з відходами, заохочуючи людей утилізувати свої старі транспортні засоби за допомогою відповідних ліцензованих організацій. Таким шляхом можна зменшити поширеність занедбаних автомобілів та запобігти незаконному сміттєзвалищу. Це сприяє створенню більш чистого та стійкого міського середовища для всіх мешканців.

Загалом, рециклінг автомобілів пропонує екологічне рішення для утилізації транспортних засобів, які відпрацювали свій термін, надаючи економічні можливості та сприяючи пом'якшенню наслідків зміни клімату. У міру того, як ми переходимо до екологічніших методів у всьому світі, важливість переробки автомобілів з часом буде тільки зростати.

1.3 Досвід країн світу та України в реалізації програм рециклінгу автомобілів

В даний час існує низка міжнародних та національних стандартів, що регулюють утилізацію автомобілів. Наприклад, у Європейському Союзі діє Директива ЄС щодо утилізації відпрацьованих автомобілів, яка встановлює обов'язкові вимоги до процесу утилізації, включаючи максимальне використання матеріалів та дотримання екологічних стандартів. Національні програми рециклінгу автомобілів наразі діють у 64 країнах світу. У розвинених країнах переробка автомобілів – це серйозний бізнес, у якому зайнято десятки тисяч людей. Найкращі справи у Нідерландах, США, Японії та Німеччині. Щорічно у США переробляється до 85% старих автомобілів. За цим показником машини випереджають газети (утилізується 74%), алюмінієві банки (51%), скляні пляшки (22%) та побутову електроніку (10%).

Процедура системи авторециклінгу в Європі старих автомобілів полягає у зборі автомобілів, які були виведені з експлуатації, видачі власнику сертифікату про утилізацію, зливу всіх технічних рідин, демонтажу обов'язкових та екологічно небезпечних компонентів, демонтажу деталей, які можуть бути пізніше використані для продажу як деталі або придатні для економічної переробки матеріалів. Після демонтажу матеріалів відходи направляються на спеціальну пакувальну машину для зменшення обсягів під час транспортування і потім відправляються для подрібнення, очищення та сортування за групами матеріалів на завод із подрібнення. Шредер є досить великим промисловим обладнанням, де спеціальна молоткова дробарка розбиває машину на дрібні шматочки, збиває фарбу, іржу, окалину та інші забруднення. Подрібнений матеріал по електромагнітним, повітряним, ваговим, а також ручним способом поділяється на чорні метали, кольорові метали та легкі фракції, які включають полімери, оббивку і скло. Такі заводи з шредерами поширені в Європі, і їх кількість продовжуватиме зростати.

Щорічно у Сполучених Штатах Америки переробляється понад 15 мільйонів виведених з експлуатації автомобілів загальною масою понад 20

мільйонів тонн. Близько 20 000 малих підприємств беруть участь у зборі, демонтажі, використанні автотранспортних засобів, а зношені деталі доставляються на одну з двохсот подрібнювальних заводів, розташованих у країні. У середньому 83–85% – це коефіцієнт вторинної переробки старих автомобілів.

Темпи вторинної переробки чорних та кольорових металів, що використовуються в автомобілях, близькі до 100%. За даними Асоціації автомобільних переробників, авторециклінг із річним оборотом понад 5 млрд. доларів займає 16-те місце серед основних секторів американської економіки.

Утилізація автомобільних компонентів та матеріалів вирішує глобальні проблеми економії енергії, сировини та невідновлюваних ресурсів. Але, в той же час, утилізація старого автомобіля має багато невирішених проблем. Незважаючи на значні ініціативи та зусилля багатьох держав щодо скорочення кількості транспортних відходів, відправлених на полігони, їхній рівень продовжує залишатися високим.

Нідерланди успішно виконали ефективну систему авторециклінгу, яка допомогла вирішити практично всі проблеми, пов'язані з утилізацією старих автомобілів. Рівень рециклінгу автомобілів у Нідерландах у 2016 році склав 96,2% і є найвищим у світі, і, найголовніше, фінансування цієї системи щороку потребує дедалі менше додаткові ресурси.

Ряд організацій за підтримки уряду та автомобільної промисловості Нідерландів об'єдналися на початку 1990-х років для створення некомерційного фонду автоматичної переробки та розробки загальнонаціональної системи використання автотранспортних засобів. Для управління системою авторециклінгу та виконання поставлених завдань було створено компанію «Авторециклінг Нідерландів», 100% акцій у фонду авторециклінгу. Компанія знаходиться під контролем Фонду та відповідає за організацію, використання та логістику всіх легкових автомобілів та легких вантажівок, які прямують для демонтажу та переробки партнерам. Ціль компанії – утилізувати всі старі

автомобілі в Нідерландах «економічно ефективно та екологічно відповідальним чином».

Авторециклінг усіх транспортних засобів, що відслужили свій термін, фінансується на основі встановлення єдиного платежу за рециклінг будь-якого автомобіля. Система оплати збору за рециклінг здійснюється у законодавстві Нідерландів про охорони навколишнього середовища, в якому йдеться про те, що зібрана сума однакова для всього парку транспортних засобів. Усі кошти, зібрані внаслідок цього платежу, формуються у Фонді Авторециклінгу. Плата не стягується тільки за раритетні та класичні автомобілі (25 років і старше залежно від дати першої реєстрації), що є рідкістю. «Авторециклінг Нідерландів» для досягнення результатів утилізації виведених з експлуатації транспортних засобів співпрацює з великою кількістю партнерів: інститутами, дослідницькими центрами, компаніями.

Німецька автомобільна промисловість відіграє ключову роль в економіці країни, що значною мірою сприяє зростанню ВВП та наданню робочих місць населенню. Парк автомобілів у Німеччині перевищує 50 мільйонів, з яких понад 43 мільйони автомобілів – легкові автомобілі. Закон про зняті з експлуатації транспортні засоби був прийнятий у Німеччині в 1997 році і набув чинності у квітні 1998 року. Щоб зняти автомобіль з реєстрації, знадобилося, щоб власник відправив автомобіль у спеціальний уповноважений центр та отримав там свідоцтво про утилізацію. Цей сертифікат вважається обов'язковим для процедури зняття з обліку, без цього податок на автомобіль, як і раніше, стягуватиметься з власника автомобіля. Під час ухвалення Директиви Європейського Союзу про зняття з експлуатації в Німеччині було фактично розроблено систему збирання та утилізації старих автомобілів, яка розвивалася спонтанно на основі конкурентного бізнесу.

Німецький закон у системі автопереробки дозволяє розумно та докладно визначати докладні елементи процесів збирання та утилізації старих автомобілів. Закон встановив дуже суворі вимоги до компаній зі збору та утилізації виведених з експлуатації транспортних засобів щодо їхнього

обладнання, задоволення різних вимог щодо зливу рідин та компонентів демонтажу, а також дотримання норм екологічної безпеки.

Однією з ключових була можливість для власників автомобілів відмовитися від свідоцтва про утилізацію старих автомобілів для сплати податку на володіння транспортним засобом відповідно до процедури тимчасової дереєстрації. Власники часто використовували цю можливість, щоб уникнути оплати за рециклінг, що було необхідно для оформлення постійної дереєстрації автомобіля. Після прийняття Директиви про транспортні засоби, що відслужили в Європі в 2002 році, в Німеччині було вирішено змінити існуючу систему авторециклінгу в країні шляхом введення деяких поправок до чинних законів і нормативних актів, включаючи Закон про виведені з експлуатації транспортні засоби (рис. 1.6).

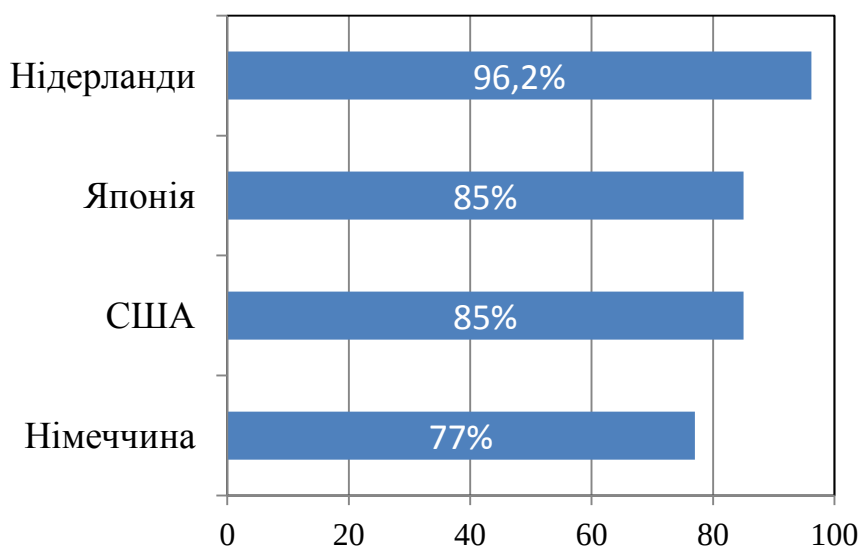


Рис. 1.6. Коефіцієнт вторинної переробки автомобілів в деяких країнах світу

У Великій Британії нормативні положення про утилізацію старих автомобілів почали розвиватися після прийняття в Європі Директиви знятих з експлуатації транспортних засобів. У 2003 році було випущено постанову № 2635 «Правила транспортних засобів із закінченням терміну служби», в якій було встановлено систему вимог до організації збирання та утилізації старих автомобілів, правила видачі свідоцтва про рециклінг транспортних засобів, вимоги до виробників автомобілів щодо утримання шкідливих речовин та

матеріалів, наявності на деталях маркування, надання документації для демонтажу та утилізації автомобілів, що вони продають. З 1 січня 2007 року прийом автомобілів для утилізації має бути безкоштовним для його власника. Це положення може бути незастосовним, якщо транспортний засіб не містить істотних компонентів, таких як двигун, редуктор, корпус, колеса, каталітичний нейтралізатор або містить додаткові відходи, додані до нього.

В Англії збір і демонтаж автомобілів, що відслужили, займають близько 2500 малих підприємств, остаточна обробка яких відбувається на одному з 37 заводів-подрібнювачів. Витрати на обробку та демонтаж одного автомобіля, що відслужив, оцінюються приблизно в 50-80 євро, включаючи адміністративні та накладні витрати, з яких близько 30 євро є витратами на обов'язкові заходи для осушення та демонтажу небезпечних компонентів, що регулюються вимогами, що вийшли з експлуатації транспортних засобів Директиви. Згідно з оглядами 2014-2016 років, в Англії майже всі автомобілі, які були зняті з реєстрації, були відправлені на переробку.

Близько 80 мільйонів одиниць у 2014 році становив автомобільний парк Японії. У середньому 5 мільйонів – річна кількість транспортних засобів, знятих з реєстрації. Експорт уживаних автомобілів – близько 1 мільйона, решта залишаються в Японії та направляються в систему обробки та утилізації. Тому організація структури авторециклінгу є дуже важливою для Японії. До недавнього часу в сегменті демонтажу автомобілів, що відслужили, в основному брали участь невеликі фірми з кількома співробітниками (всього 3-4 співробітники), які в середньому могли демонтувати близько 1 тисячі автомобілів на рік. Проте в останні роки стали з'являтися більші, в тому числі інтегровані компанії, які займаються збором і демонтажем автомобілів, що відслужили, сортуванням деталей і матеріалів, включаючи шредер.

В Україні також існує законодавство, яке регулює утилізацію автомобілів. Це закони: «Про вторинні матеріали», «Про управління відходами» та «Про утилізацію транспортних засобів», який регламентує умови допуску до роботи компаній, що планують займатися утилізацією автотранспорту, та правила

їх роботи. Проте у жодному з них не йдеться про обов'язок здавати автомобілі на утилізацію, а також відсутня відповідальність за неправильне поводження з відпрацьованими автомобілями.

«Станом на жовтень 2021 року у Державному реєстрі міститься лише 11 суб'єктів господарювання, що мають право здійснювати утилізацію транспортних засобів. Очевидно, що це надто мало, зважаючи на загальну кількість транспортних засобів в Україні (близько 14 мільйонів)» [44].

В Україні відсутні податки чи інші додаткові платежі на старі автомобілі, відсутні також і стимули – податкові знижки чи компенсації для купівлі новіших авто. Проте варто розуміти, що купівельна спроможність українців досить мала. За статистикою AUTO.RIA, автомобілі вартістю до 10 тисяч доларів – це 63% від загальної кількості продажів. І ніякі стимули не змусять людину купити нове авто, коли у неї немає на це коштів. Тому в Україні автомобілі продають та купують рівно до того моменту, поки він фізично може виконувати функції переміщення.

Навіть тоді, коли, здавалося б, автомобіль відслужив своє, ніщо не спонукає утилізувати його «по процедурі». Закони говорять, що сьогодні утилізація транспортних засобів – безкоштовна процедура, коли жодна зі сторін не зобов'язана щось платити. У той же час, на так званих «металобазах» за кілограм «чорного» металу можна виручити в середньому 6 гривень. Саме тому українці не поспішають офіційно утилізувати авто.

У 2013-2014 роках в Україні діяв утилізаційний збір. Його розмір залежав від віку автомобіля та міг становити навіть кілька тисяч доларів за чинним у той період курсом валют. Нараховували його як на нові, так і на вживані авто, а кінцевим платником цього податку виявилися покупці – адже автомобілі подорожчали саме на розмір збору. При цьому платити його потрібно було відразу, під час купівлі авто, а не в момент утилізації. В результаті імпорту та продажі на ринку суттєво знизилися, утилізаційний збір скасували, а жодне авто за зібрані в українців кошти так і не було утилізоване.

Автомобільний ринок України все ще достатньо зарегульований. Абсолютна більшість транспортних засобів імпортовані з-за кордону, а податкове навантаження на власників автомобілів достатньо велике: може сягати більше 100% вартості авто при ввезенні з-за кордону. Тому запровадження ще якихось додаткових податків буде лише погіршувати ситуацію, спонукати ухилятися від їх сплати (як це було з так званими «євробляхами») та ще більше зістарювати автомобільний ринок.

Крім того, для утилізації автомобілів в Україні є певні правила, встановлені нормативними документами. Наприклад, при утилізації автомобілів необхідно відокремити небезпечні відходи (акумулятори, олії тощо) від безпечних та переробити їх відповідно до встановлених стандартів. Також організації, що займаються утилізацією автомобілів, повинні мати документацію, що підтверджує правомірність їхньої діяльності, а також проходити регулярні перевірки на відповідність екологічним вимогам.

Станом на початок 2023 року середній вік автомобілів в Україні становить 23,2 роки, за минулий рік він збільшився на 6 місяців. Варто зазначити, що одинадцять років тому, на початок 2012 року, середній вік автопарку в Україні становив 19,1 роки. Тобто за цей час автопарк постарішав на 4 роки (рис.1.7).

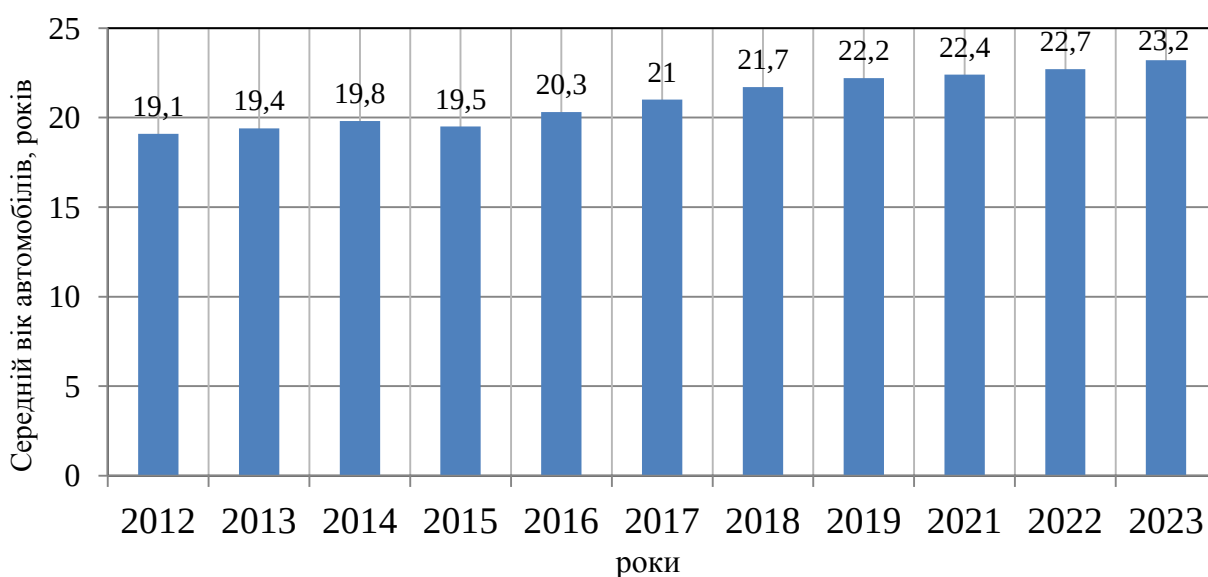


Рис. 1.6. Середній вік автомобільного парку України

«Середній вік автомобілів в українському автопарку майже вдвічі більший, ніж в ЄС. За цим показником Україна знаходиться на другому місці після Куби. Для країн Європейського союзу середній вік автомобілів становить 12,3 роки. «Євробляхи» кардинально змінили ринок, перетворивши Україну на кінцеву зупинку для старих автомобілів» [40].

«Зі вступом до Світової організації торгівлі (СОТ) Україна зменшила ввізне мито на легкові автомобілі й тим самим повністю відкрила свій ринок для імпорту. Одночасно були скасовані будь-які стимули для інвестицій, наприклад, вільні економічні зони. Усе це не залишило шансів на розвиток автомобільної промисловості. А лібералізація ввезення автомотлоху, тим часом, набирає обертів з року в рік» [40].

РОЗДІЛ 2

ЕТАПИ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ, ЩО ВІДСЛУЖИЛИ СВІЙ ТЕРМІН

2.1 Етапи рециклінгу автомобілів

Щороку переробка автомобілів дає достатньо сталі для виробництва майже 13 мільйонів нових автомобілів. Щоб досягти цієї кількості, переробники транспортних засобів використовують багатоетапний процес для перепрофілювання відновлюваних матеріалів з автомобілів, вантажівок, позашляховиків, мотоциклів та інших видів транспорту.

Рециклінг автомобілів – це важлива практика, яка приносить багато користі як навколишньому середовищу, так і суспільству. Вона включає демонтаж транспортних засобів, що вийшли з ладу для вилучення деталей, які можна використовувати повторно або перепродати, а також скорочення кількості відходів за рахунок вилучення цінних матеріалів зі старих автомобілів до того, як вони потраплять на звалище.

Система авторециклінгу має забезпечувати:

- формування нормативно-правової бази, що регламентує діяльність усіх учасників системи;
- розвиток інфраструктури збору, транспортування та переробки зношених деталей та автомобілів;
- механізми фінансування витрат, пов'язаних з утилізацією відпрацьованих автомобілів;
- систему вимог до підприємств, що займаються утилізацією автомобілів;
- систему вимог до розробників та виробників вітчизняних автомобілів та імпортерів автомобілів закордонного виробництва.
- систему контролю над виконанням положень Закону України «Про утилізацію транспортних засобів» та інших законодавчих актів.

Процес рециклінгу автомобіля складається з технологічних операцій, які наведені на рис. 2.1.

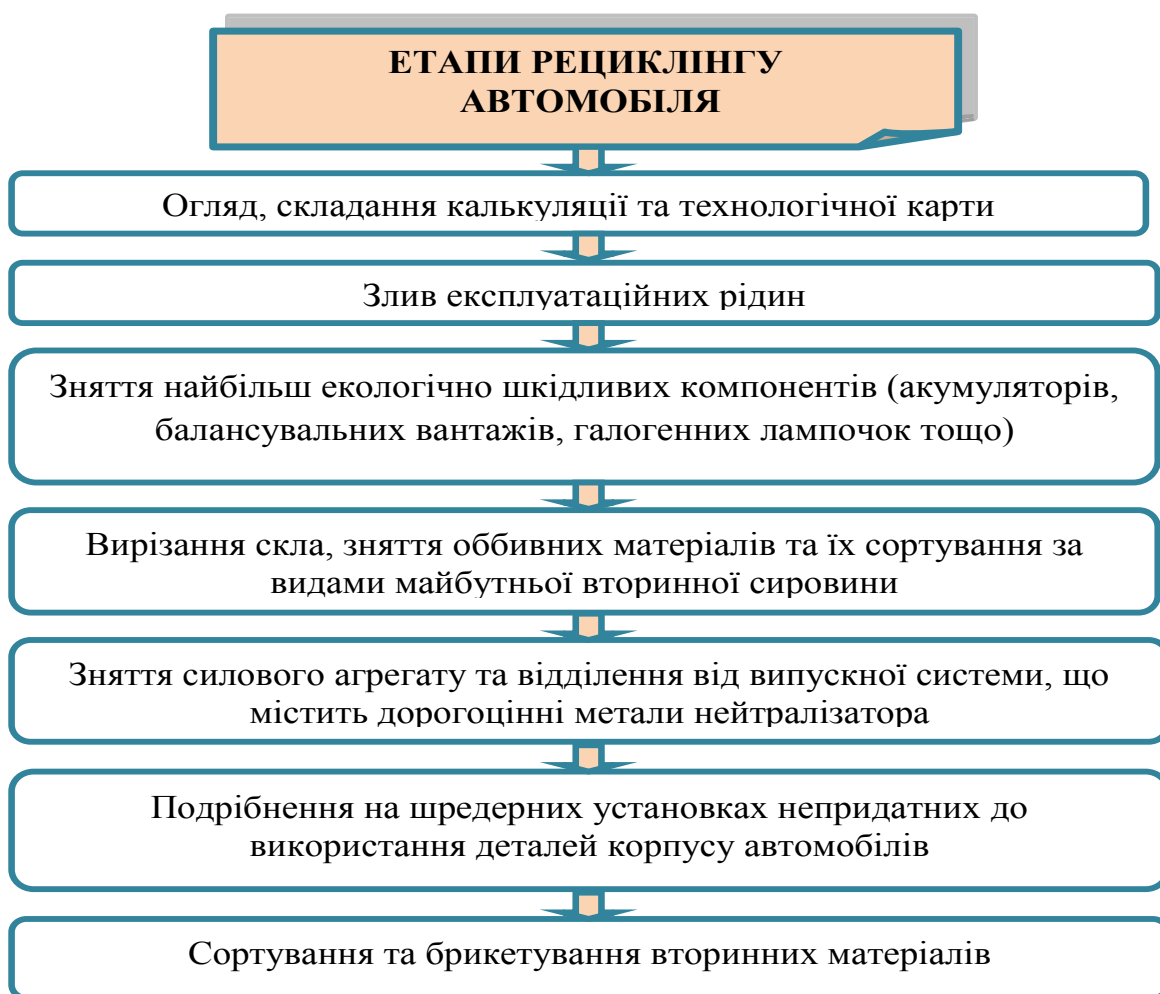


Рис. 2.1. Етапи рециклінгу автомобіля

Нижче наведено короткий опис основних етапів, які виконують автопереробники, коли починають процес рециклінгу автомобіля.

1. **Прийомка, ретельний огляд та очищення.** Транспортний засіб, знятий з обліку, транспортують на майданчик по утилізації. Приймання проводиться спеціальним пунктом чи дилером. Під час експлуатації автомобіль піддається різного роду забрудненням, тому після пункту прийому його відправляють на очищення. Залежно від обсягу виробництва та бюджету підприємства застосовують парово-дструминний, термомеханічний та гідровіброабразивний методи очищення.

Підприємство з переробки оглядає автомобіль, щоб визначити, чи вигідніше його відремонтувати, ніж переробити. Якщо ремонт здається невигідним, підприємство з переробки починає демонтаж і переробку. Близько 90% автомобілів на звалищі розбираються та переробляються, а не ремонтуються.

2. Злив рідин та демонтаж цінних деталей: на підприємстві з переробки зливаються різні рідини, такі як масло, бензин, антифриз, трансмісійні та гальмівні мастильні матеріали та рідини. Оператори відокремлюють небезпечні рідини та накопичують їх для безпечної утилізації. Такі рідини, як бензин та олія, фільтруються та повторно використовуються нафтопереробними компаніями, які збирають їх на звалищах.

Обов'язковими для демонтажу є:

- усі експлуатаційні рідини,
- акумуляторні батареї,
- масляні фільтри, баки для палива, шини,
- каталітичні нейтралізатори,
- подушки безпеки та інша піротехніка,
- свинцеві грузики для балансування коліс,
- компоненти, що містять фторхлорвуглеводні,
- певні компоненти, що містять ртуть та свинець.

Потім двигун і трансмісію автомобіля знімають з шасі, а придатні для використання деталі виймають та очищають. Інші компоненти, такі як шини та акумулятори також знімають для перепродажу або утилізації.

Кожен транспортний засіб має свої особливості конструкції та різну комплектацію, тому розбирання відбувається за індивідуальними посібниками з демонтажу для потреб утилізації, в яких міститься список вузлів, що підлягають демонтажу з описом послідовності, інструменту та коментарів з розбирання. Дані посібника в обов'язковому порядку надаються автовиробниками підприємствам, які займаються демонтажем відпрацьованих автомобілів.

Як інструмент для відкручування різних видів болтових з'єднань застосовують спеціальні гайкові ключі або пневматичні гайковерти. При виконанні робіт з демонтажу також часто застосовують різні стенди та пристосування, на яких кріплять агрегати та вузли автомобіля. Універсальні стенди дозволяють легко встановити будь-який двигун, міст або інший вузол у зручне для проведення робіт положення.

Найчастіше при розбірних роботах транспортних засобів потрібен спеціальний інструмент. Наприклад, для вилучення клеєного лобового скла може бути застосована спеціальна металева струна зі знімними рукоятками. Вона просувається в роз'єм між лобовим склом і кузовними стійками, потім з обох кінців до неї кріпляться спеціальні рукоятки, за допомогою яких робітники, здійснюючи зворотно-поступальні рухи, розрізають монтажний клей лобового скла.

3. *Продаж відрновлених автозапчастин:* деякі деталі автомобілів можна використовувати повторно для ремонту інших автомобілів, а інші деталі можуть бути продані виробникам автозапчастин. Підприємство з переробки може продавати ці деталі через спеціалізований відділ продажу вживаних запчастин або безпосередньо місцевим ремонтним майстерням.

4. *Подрібнення та дроблення:* після того, як усі придатні для вторинної переробки деталі автомобіля (крім металів, таких як залізо та сталь) відсортовані та складовані або продані, залишається лише кузов, який складається з різних металів та подрібнюється у плоский металевий шматок. Якщо стиснути цей шматок у куб, він буде приблизно розміром із невелику мікрохвильову піч. Подрібнення відбувається на шредерах. На шредері його подрібнюють на шматки розміром 25-50 мм для більш ефективного поділу чорних і кольорових металів і потім їх сортують.

Грунтуючись на викладеній інформації, можна зробити висновки про те, що одним з основних принципів здійснення демонтажу транспортних засобів, що вийшли з експлуатації, для потреб утилізації є дбайливе поводження з потенційно небезпечними для навколишнього середовища та здоров'я людини

компонентами. У зв'язку з цим, підприємство, що займається розбиранням відпрацьованих автомобілів, має обов'язково бути оснащено обладнанням з дбайливого поводження та зберігання рідких та екологічно шкідливих відходів.

При здійсненні демонтажу транспортних засобів для потреб утилізації може бути застосовано стандартне обладнання та інструменти, якими оснащені звичайні центри технічного обслуговування. Використання нестандартних підходів до організації процесів демонтажу ВЕТС, як правило, продиктовано підвищеним обсягом автомобілів, що надходять на підприємство-«розбиральник».

Детальність розбирання транспортних засобів, що вийшли з експлуатації, залежить насамперед від рентабельності та доцільності здійснення тієї чи іншої операції. Наприклад, якщо пластиковий бампер легко демонтувати і продати підприємствам, що займаються переробкою пластиків, то з компонентами обшивки салону нерідко так зробити досить складно через їхню труднодоступність.

2.2 Відходи, що утворюються в результаті рециклінгу автомобілів

У Європейському союзі транспортні засоби, що відслужили свій термін, виробляють від семи до восьми мільйонів тонн відходів щороку. Тому переробка автомобілів є життєво важливою. Також дуже важливо правильно з ними поводитися, щоб забезпечити скорочення токсичних відходів у навколишньому середовищі. Рециклінг таких транспортних засобів мають здійснювати професіонали, які знають, як утилізувати небезпечні речовини, як-от бензин, охолоджуючі рідини та тормозні рідини. Рециклінг автомобілів повинен проводитись відповідно до законодавства та правил, встановлених у кожній країні.

Однією з основних вимог до утилізації автомобілів є максимальне використання та переробка матеріалів, з яких складаються автомобілі. Наприклад, металеві частини автомобілів можуть бути переплавлені та

використані у виробництві нових виробів. Це дозволяє скоротити кількість відходів та знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Деякі компоненти автомобілів, такі як акумулятори або олії, можуть містити небезпечні речовини, які можуть проникати у ґрунт та водні ресурси, викликаючи негативний вплив на екосистеми. Тому при утилізації необхідно забезпечити безпечне та правильне утилізування таких компонентів.

Придатність відпрацьованого автомобіля до рециклінгу залежить від багатьох факторів. Серед них – матеріали, зручність і швидкість операцій з осушення та демонтажу, що застосовуються в автомобілі, наявність у регіоні достатньої кількості центрів приймання та демонтажу відпрацьованих автомобілів, розвиненість інфраструктури з утилізації автомобільних компонентів, наявність розроблених та економічно ефективних технологій сортування та вторинної переробки матеріалів.

Суть процесу рециклінгу полягає в тому, що автомобіль, який відпрацював свій термін, відправляється на спеціалізоване підприємство, де наявна технологія з використанням сучасного обладнання, для подальшої переробки. Як свідчить світовий досвід, утилізація автомобіля може відбутися через 15...20 років з моменту його продажу – такий середній термін життя автомобіля.

У процесі експлуатації автомобіля за багато років в сумі втрачається близько 25% від початкової маси автомобіля. Ці втрати, в основному, пов'язані з стиранням гуми покришок, корозією металів, а також з неодноразовими замінами деяких деталей та вузлів автомобіля, таких як: акумулятор (3-4 шт. за час експлуатації), покришок (близько 16), масляних та паливних фільтрів, гальмівних колодок та деяких інших деталей, а також заміною пально-мастильних та технічних рідин (олії, тосол, гальмівна рідина тощо) (рис. 2.2). Всі ці речовини потрапляють у навколишнє середовище та завдають йому шкоди.

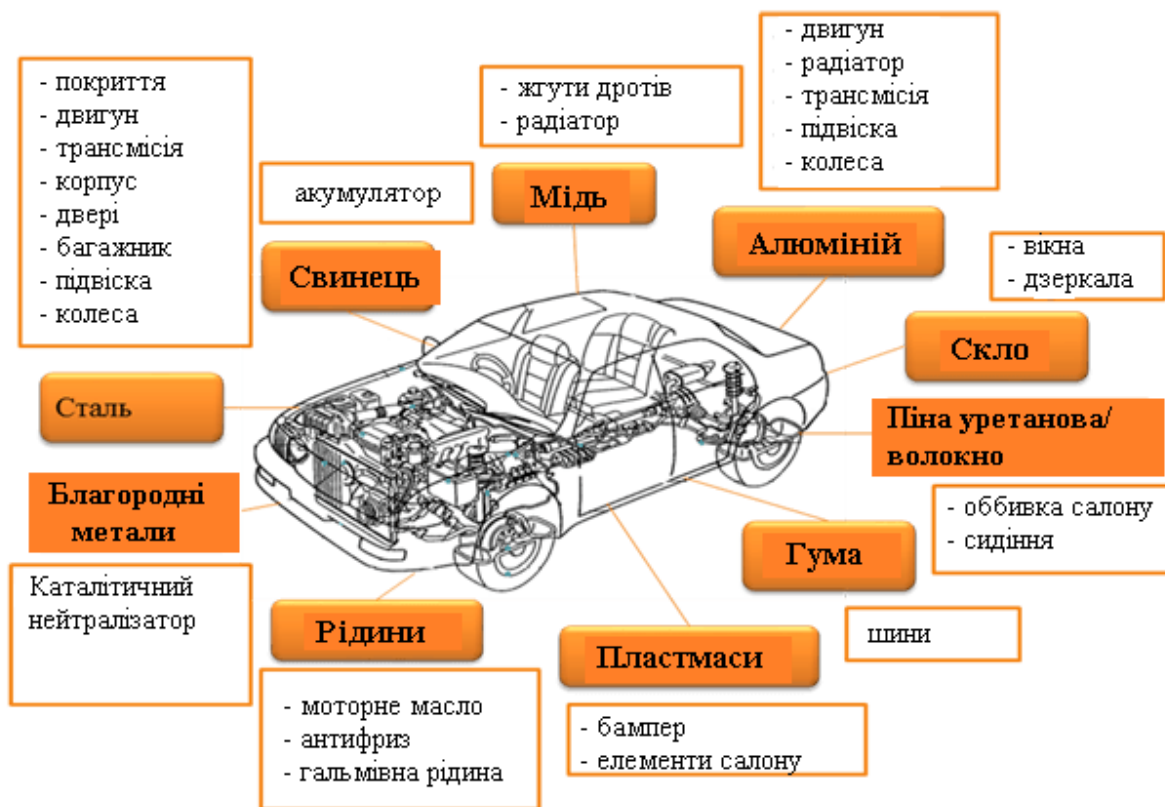


Рис. 2.2. Матеріали та деталі, що входять до складу автомобіля

Деякі з цих матеріалів губляться безповоротно, наприклад, рідини, метали при стиранні, що перетворюються на дрібнодисперсні частинки. Однак більшість матеріалів залишаються на звалищах і полігонах або просто десь іржавіють. Деякі речовини можуть роками лежати на звалищах і не зазнають жодних змін свого хімічного складу, тому всі ці речовини є потенційними перспективними ресурсами для їхньої переробки. А якщо врахувати, що кількість автомобілів, що експлуатуються і вийшли з вживання, з кожним роком зростає, то через 15-20 років, за прогнозами експертів, їх кількість буде настільки великою, що проблема їх переробки стане ще більш актуальною, ніж зараз.

За даними концерну Volkswagen, маса середньостатистичного легкового автомобіля становить 1200 кг. З них 200 кг припадає на частку чавуну, 170 кг – на легкосплавні елементи та кольорові метали, 90 кг – на гуму, 50 кг – на скло, 25 кг – на фарбу, 65 кг – на «другорядні» матеріали. Переважає ж поки що сталь, її в машині близько половини – до 600 кг.

В силу особливостей матеріалів, що застосовуються в автомобілебудуванні, автомобіль є складним, небезпечним відходом. Вміст різних матеріалів в типових автомобілях наведений в табл. 2.1, табл. 2.2 і на рис. 2.4.

Таблиця 2.1. Вміст різних матеріалів в автомобілях

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

Таблиця 2.2. Відходи, що утворюються при утилізації одного автомобіля

Найменування відходів	Маса, кг	Найменування відходів	Об'єм, л
Скло	25,4	Паливо	5
Метал	683,3		
Гумо-технічні вироби	12,8	Мастила	4,9
Шини	38,9		
Пластмасові вироби	24,3	Омиваюча рідина	1
Ремені безпеки	0,35		
Масляні фільтри	0,5	Гальмова рідина	0,3
Акумуляторна батарея	13,3	Антифриз	3,6

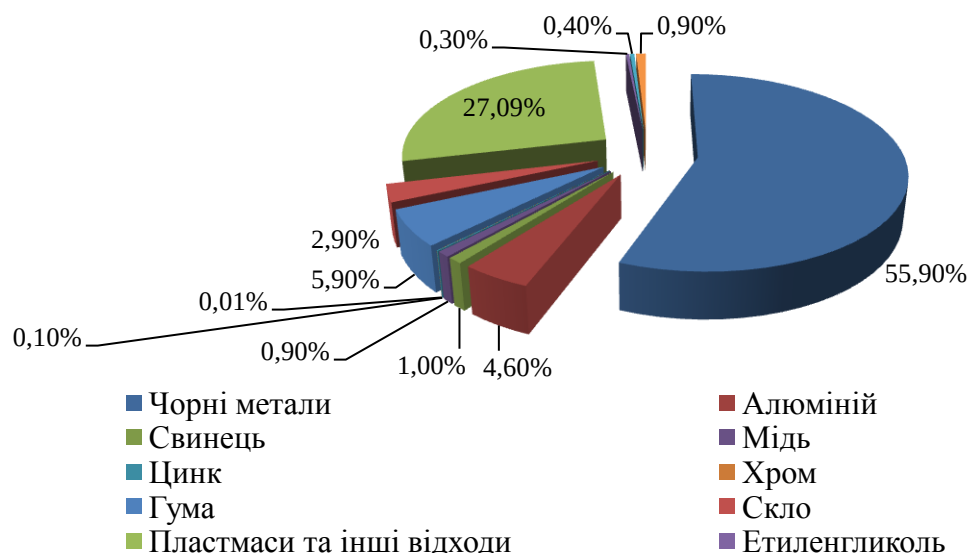


Рис. 2.3. Питома вага за масою різних матеріалів і рідин у складі середьостатистичного легкового автомобіля

Отже, чим більше матеріалів використовується вдруге, тим краще вирішується завдання рециклінгу. Слід зазначити, що згідно зі світовою статистикою, автомобільні відходи становлять лише близько 2% загальної кількості всіх відходів, що надходять на звалища, і що увага світової громадськості до цієї проблеми є дуже високою.

Але при цьому автомобілі є однією з найбільш охоплених систем утилізації, і їх утилізація досягла значного рівня ефективності завдяки високим показникам вторинної переробки. У середньому близько 80-85% маси автомобіля може бути перероблено, що є досить високим показником порівняно з іншими виробами. Найчастіше переробляються металеві компоненти, зокрема залізо та кольорові метали, які складають значну частку маси автомобіля і мають високу вартість як вторинна сировина.

Проте пластик, скло, електроніка та інші матеріали залишаються більш складними для переробки через свою складну хімічну структуру і наявність домішок. Вдосконалення технологій вторинної переробки для цих матеріалів може допомогти зменшити кількість відходів, які відправляються на звалища або піддаються спалюванню. З даної вторинної сировини виготовляють невідповідальні деталі (бампери, оббивку багажника, килимки тощо), а також господарські товари (дорожні огорожі, покриття для садових доріжок тощо).

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Опис технології шредерування автомобілів

Шредер – велика молоткова дробарка, спеціально створена для деформування пластичного (некрихкого) матеріалу.

Автомобільний кузов надходить на розривач, де два зубчасті колеса перемелюють його на порівняно великі частини. Після цього фрагменти автомобільного брухту з дрібнішають на шредері, а на ділянках поділу відбувається розподіл потоку матеріалів за допомогою магнітної, пневматичної, вагової та інших видів сепарації.

Слід зазначити, що автомобільний брухт є досить об'ємним, тому для скорочення енерговитрат його доцільно піддавати попередньому пресуванню.

Ціль шредерної переробки – отримання габаритного, готового до використання в сталеплавильних агрегатах брухту з відділенням шкідливих домішок.

Переробка автолому на шредері включає наступні стадії:

- видалення легкого сміття вентилятором під час перевантаження на віброконвеєр;
- очищення повітря від пилу в циклоні, звідки сміття падає на конвеєр для пилу (на цьому конвеєрі встановлено стрічковий магнітний сепаратор для відокремлення магнітних шматків брухту);
- сміття з конвеєра потрапляє у відділення збору сміття;
- важке немагнітне сміття та кольорові метали другим віброконвеєром завантажуються на конвеєр для кольорових металів;
- кольорові метали відбираються вручну, потім відправляються на склад.

Сучасні переробні лінії для утилізації автомобілів значно вдосконалилися, що дозволяє проводити подрібнення автомобіля без попереднього демонтажу. Це суттєво знижує трудовитрати та час на переробку, а також підвищує ефективність процесу розділення матеріалів. Спеціальні шредерні установки із молотковими дробарками розбивають кузов на шматки, очищаючи його від іржі та фарби, що полегшує подальшу сепарацію.

Система сепараторів (ваговий, пневматичний та електромагнітний) забезпечує поділ матеріалів на чорні й кольорові метали, а також на легкі фракції, такі як пластики, оббивка та скло. Проте залишається ще 20-25% маси автомобіля у вигляді так званих шредерних залишків, які часто захоронюються або спалюються через складність їх подальшої переробки. Ця проблема залишається актуальною в контексті розвитку циркулярної економіки, де стоїть завдання максимального повторного використання матеріалів і зменшення відходів (рис. 3.1).

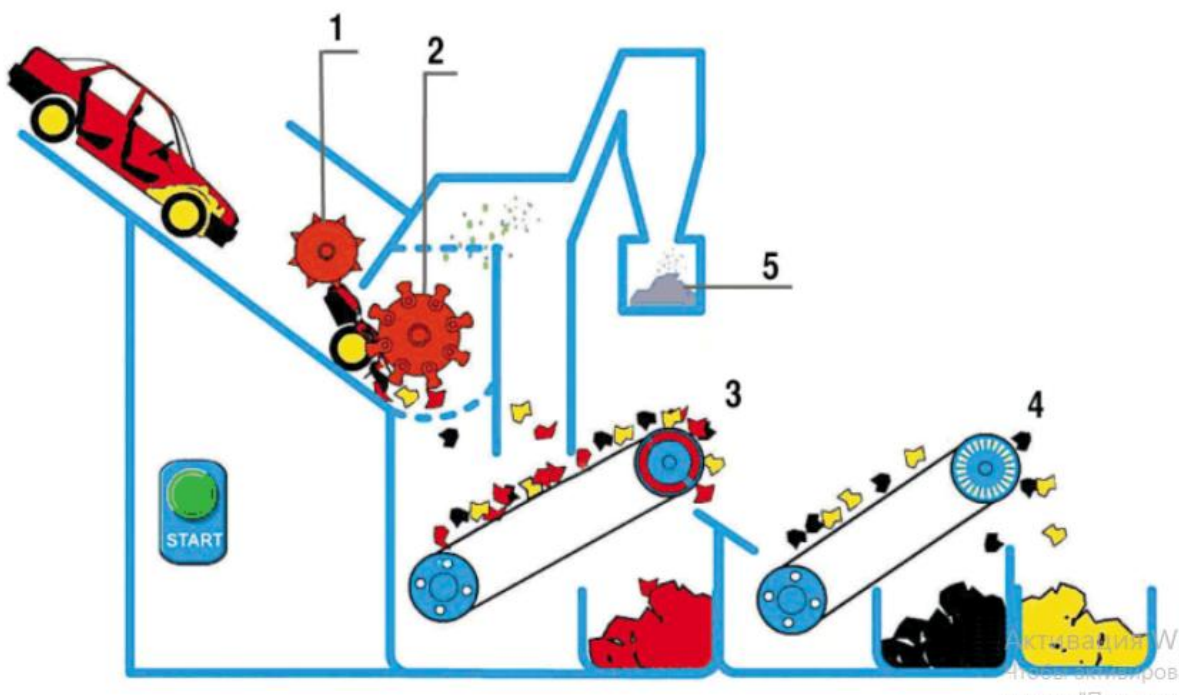


Рис. 3.1. Схематичне зображення шредерної установки: 1 – розривник; 2 – шредер; 3 – ділянка пневматичної сепарації; 4 – ділянка магнітної сепарації; 5 – пілозбірник.

Залежно від складності шредерної установки на виході утворюються три і більше потоків матеріалів. Два з них – це кольорові та чорні метали, які вирушають на переплавку. Інші потоки являють собою неметалевий залишок різної чистоти та якості, що часто вимагає подальшої обробки, зокрема, відділення декількох видів пластику та вилучення матеріалів, непридатних для переробки. У більшості випадків їх піддають захороненню або використовують як наповнювач.

Після шредера готовий шрот переплавляють у конвертері з отриманням сталі; кольорові метали відправляють на переплав на заводи кольорової металургії; а легку фракцію, що містить домішки важких металів подають в доменну піч, де можливе виділення з цієї фракції деяких металів (свинець, цинк), а метали, що не відокремлюються, перейдуть в чавун і далі в сталь, що зробить їх безпечними для навколишнього середовища.

Використання шредерного брухту замість металобрухту дозволяє покращити якість одержуваного металу за рахунок низького вмісту вуглецю в ломі (не потрібно його випалювання) і мізерно малого вмісту (не більше 1%) нешкідливих домішок, що знижує кількість шлаку в металі.

В результаті такої обробки отримують вторинну сировину – чорні та кольорові метали, які відправляють на переробні металургійні заводи. Крім того, частина матеріалу йде в відходи, що не рециклуються, які можуть містити тканини, пластики, полімери, скло, набивку, вінілове покриття, бруд, дерево і навіть гравій. Їх можна зберігати або частково спалювати – з виробленням енергії або без неї.

Підвищити використання ресурсного потенціалу шредерних залишків можна за допомогою нових високоефективних та економічно рентабельних технологій, що базуються на термічному розкладанні відходів. Ці технології дозволяють переробляти практично всі автомобільні шредерні залишки на спеціальні синтетичні гази та метанол.

3.2 Напрями та технології переробки деяких компонентів та рідин відпрацьованого автомобіля

У зв'язку зі світовою тенденцією зниження загальної маси середнього автомобіля та збільшення використання пластмас та полімерів співвідношення між масою металів та nereциркульованих відходів постійно знижується, тобто. дедалі менше металу рециркулюється і дедалі більше nereциркульованих відходів залишається.

Утилізація відпрацьованих *автомобільних акумуляторів* є важливим етапом у забезпеченні екологічної безпеки та збереженні ресурсів, оскільки акумулятори містять токсичні речовини, такі як свинець, кислоти та інші важкі метали. Ефективна утилізація акумуляторів має декілька основних етапів:

1. Збирання і транспортування. Відпрацьовані акумулятори збираються у спеціальні пункти прийому або передаються підприємствам, що займаються їх утилізацією. Транспортування повинно проводитись відповідно до вимог безпеки.

2. Розбір і поділ матеріалів. Під час утилізації акумулятор розбирають на частини. Пластиковий корпус, металеві компоненти та електроліти відокремлюються, щоб згодом оброблялись окремо.

3. Переробка свинцю. Свинець, який міститься у свинцево-кислотних акумуляторах, переробляється. Він може бути перетоплений та використаний для виготовлення нових акумуляторів.

4. Обробка електроліту. Електроліт (сірчана кислота) може бути нейтралізований або очищений для повторного використання в промисловості. Деякі технології дозволяють перетворювати кислоту на сульфат натрію, який використовують у виробництві миючих засобів або скляних виробів.

5. Переробка пластика. Пластик з корпусу акумулятора також переробляється і використовується для виробництва нових акумуляторних корпусів або інших виробів.

Переваги переробки автомобільних акумуляторів наступні:

- екологічна безпека. Уникнення забруднення ґрунту, води та повітря важкими металами та кислотами.
- економія ресурсів. Повторне використання свинцю та інших матеріалів зменшує потребу у видобутку нових ресурсів.
- зменшення відходів. Переробка акумуляторів значно зменшує обсяги небезпечних відходів, які в іншому випадку опиняються на звалищах.

Зростання використання літій-іонних акумуляторів у сучасних електромобілях вимагає нових технологій переробки, оскільки ці акумулятори містять інші метали (літій, кобальт, нікель), а також є складнішими для утилізації. Для деяких видів акумуляторів витрати на переробку можуть бути високими, тому розвиток нових методів і зниження витрат є актуальними завданнями для цієї галузі.

Переробка *автомобільних радіаторів* також є важливим етапом у створенні замкненого циклу використання матеріалів і зменшенні відходів. Радіатори, як правило, виготовляються з металів (алюміній, мідь, латунь) та пластику, які можуть бути вторинно використані за умови належної переробки. Основні етапи переробки таких радіаторів наступні:

1. Сортуння та демонтаж. Радіатори розбирають, відділяючи металеві частини від пластику та інших компонентів, таких як шланги, кріплення тощо.
2. Подрібнення та обробка. Металеві частини подрібнюють і очищують від залишків антифризу та інших речовин. Зазвичай використовують спеціальні дробарки, які розділяють матеріали для подальшої обробки.
3. Переплавлення металів. Алюміній, мідь і латунь переплавляють, після чого їх можна використовувати для виготовлення нових продуктів. Наприклад, мідь та алюміній можуть повторно застосовуватися в промисловості для виробництва нових радіаторів або інших деталей.
4. Відновлення пластику. Пластик з радіаторів також може бути перероблений для використання в інших галузях, хоча цей процес складніший і залежить від типу пластику.

5. Очищення та утилізація шкідливих речовин. Антифриз, мастила та інші речовини, що залишилися в радіаторі, потребують спеціального поводження, оскільки вони можуть бути небезпечними для навколишнього середовища. Ці речовини утилізуються належним чином або очищуються для повторного використання.

Переробка радіаторів не лише допомагає зменшити кількість відходів, але й дозволяє повернути до виробничого циклу цінні матеріали.

Утилізація каталізаторів. Для зменшення та мінімізації викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище на сучасних автомобілях використовується такий елемент вихлопної системи, як каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів. При виготовленні каталізаторів застосовуються спеціальні хімічні елементи та метали платинової групи: платина, паладій, родій та деякі інші дорогоцінні метали. Як носій каталізатора використовуються пориста кераміка або металева фольга.

У каталітичних нейтралізаторах поверхня активного шару на носіях вимірюється сотнями квадратних метрів, а товщина становить кілька нанометрів. Дорогоцінні метали, які є каталізаторами хімічних реакцій з перетворення токсичних речовин відпрацьованих газів автомобіля, у процесі роботи не витрачаються. Статистичними дослідженнями встановлено, що термін служби каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів становить у розвинених країнах 100-150 тис.км пробігу автомобіля. У країнах Західної Європи та США детально опрацьовано механізм зберігання, переробки та транспортування каталізаторів, який регулюється відповідними актами, стандартами і знаходиться на особливому контролі регулюючих та природоохоронних організацій.

Статистичними дослідженнями встановлено, що термін служби каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів становить у розвинених країнах 100-150 тис.км пробігу автомобіля. У країнах Західної Європи та США детально опрацьовано механізм зберігання, переробки та транспортування каталізаторів, який регулюється відповідними актами, стандартами і

знаходиться на особливому контролі регулюючих та природоохоронних організацій.

Однак вміст у каталізаторах дорогоцінних металів настільки велике, що їх утилізація економічно ефективна. Переробка первинної сировини при вмісті в ній платини в кількості $2 \cdot 10^{-6} \%$ вважається рентабельною. Вміст дорогоцінних металів у відпрацьованих каталізаторах становить 0,09-0,13% або близько 1,5г. Враховуючи, що сучасні технології дозволяють видобувати 94-99 % дорогоцінних металів, утилізація каталітичних нейтралізаторів відпрацьованих газів автомобілів є високоефективною.

Переробка відпрацьованих автокаталізаторів дозволяє використовувати цінні компоненти та елементи для повторного виробництва, захищає навколишнє середовище від забруднення. Технології утилізації автомобільних каталітичних нейтралізаторів узагальнено включають такі етапи: збір та первинна обробка каталізаторів; одержання концентратів дорогоцінних металів; афінаж.

Первинна обробка автокаталізаторів полягає в механічному видобуванні носія дорогоцінних металів сталевого корпусу нейтралізатора і при необхідності (залежно від використовуваної технології) його подрібненні. Після дроблення проводиться сортування крупно з метою отримання однорідного продукту з необхідною дисперсністю. Отримання концентратів дорогоцінних металів здійснюється гідро- та пірометалургійними способами. Вміст дорогоцінних металів у концентраті становить понад 95 %.

При використанні гідрометалургійних процесів дорогоцінні метали розчиняють у «царській горілці». Отримані продукти фільтрують і потім із розчину виділяють дорогоцінні метали різними реагентами. У результаті хімічної взаємодії утворюється платинохлористоводнева $H_2(PtCl_6)$ та інші кислоти.

Відділення дорогоцінних металів від носіїв сухими або пірометалургійними способами з урахуванням тупоплавкості платини, паладію і родію виробляють плазмовою плавкою, що дозволяє перевести метали в

розплав. При цьому частинки керамічного носія, що мають більш високу температуру плавлення, зберігаються у твердому стані.

Афінаж – металургійний процес отримання благородних металів високої чистоти шляхом їх поділу та чищення від забруднюючих домішок.

Як правило, всі різновиди платинової сировини переробляють на афінажних і металургійних підприємствах. Сировиною для афінажних заводів служить лом виробів із платини та сплавів благородних та кольорових металів; платинові концентрати (щонайменше 10 % Pt), одержувані заводах під час переробки бідної сировини вторинних благородних металів тощо.

На металургійні заводи спрямовують сировину, порівняно бідну за вмістом платинових металів, наприклад, відпрацьовані каталізатори деяких типів містять 0,05-0,5% Pt.

Переробку відпрацьованих каталізаторів на основі носія з оксиду алюмінію умовно здійснюють двома методами: виділення основи (Al_2O_3) з одержанням концентрату благородних металів; вилучення благородних металів, не торкаючись основи.

До методів першої групи належать різні варіанти сульфатизації. Так звана «суха» сульфатизація здійснюється змочуванням матеріалу концентрованою сірчаною кислотою, взятої в триразовому надлишку по відношенню до твердого компоненту, і прожарюванням при 300°C . Процес здійснюють в подових печах з механічним перемішуванням або в трубчастих печах, що обертаються. Охолоджений спік вилуговують водою. Вихід нерозчинного залишку становить 12-13% маси вихідного матеріалу. Якщо розчинення спека вести в 10% розчині H_2SO_4 , то вміст платини в отриманому концентраті підвищується на 1,5-2,5%.

Для підвищення якості концентратів запропонована комбінована технологічна схема, що включає попереднє сірчаноокислотне вилуговування оксиду алюмінію в 10-20% розчині H_2SO_4 , випал кеку при $550-600^\circ\text{C}$ і повторне вилуговування недогарка в сірчаноокислому розчині. Технологія забезпечує одержання концентрату, що містить до 20-22 % платини. Згідно з

іншим варіантом цієї технології нерозчинний залишок першого вилуговування змішують з вугіллям і нагрівають в атмосфері, що не містить окислювача, до 750-800°C. Отриманий огарок піддають другому сернокислотному вилуговуванню з отриманням 25-30% платиного концентрату.

До першої групи відносяться також лужні методи, засновані на здатності оксиду алюмінію взаємодіяти з лугами з утворенням алюмінатів воднорозчинних натрію. Так, сплавленням відпрацьованих каталізаторів з NaOH і подальшим вилуговуванням сплаву у воді можна отримати концентрат, що містить 18-22% Pt.

Методами другої групи використовуються, в основному, прийоми хлорної металургії, зокрема, переведення платини в розчин у вигляді хлоридного комплексу. Оксид алюмінію при цьому залишається індиферентним до дії хлорагентів. З розчину платиноїди беруть в облогу цементациєю алюмінієм, цинком або магнієм.

З відпрацьованих каталізаторів платина може бути витягнута плавкою на мідний сплав. Для ошлакування туго плавкого оксиду алюмінію в шихту вводять вапно і плавиловий шпат CaF_2 , для утворення колективної фази – порошкову мідь. Плавку ведуть при 1500-1550°C.

Мідний сплав, у якому концентруються платинові метали, спрямовують на афінаж. Шлаки з невисоким вмістом благородних металів повертають у рудний переділ.

Існуючі технології утилізації автомобільних каталітичних нейтралізаторів відпрацьованих газів дозволяють вилучати з них найцінніші компоненти – дорогоцінні метали – платину, паладій та родій. Обсяги залучення у промислове виробництво вторинних дорогоцінних металів можна порівняти з їх видобутком з мінеральної сировини. Про це свідчить той факт, що світове споживання платини та паладію (по 200 т кожного) значно перевищує обсяги їх видобутку, що є наслідком регенерації близько 30 т кожного з цих металів із відпрацьованих автокаталізаторів.

Переробка технічних рідин.

1) Відпрацьоване моторне масло відноситься до категорії небезпечних відходів. Його не можна зливати у сміттєві баки, каналізацію чи землю. Під час експлуатації автомобіля в масло потрапляє бруд, металеві стружки, вода і різні хімічні сполуки. Відпрацьована моторна олія становить загрозу для навколишнього середовища та людини через ряд факторів:

- воно не розчинне, хімічно стійке і може містити токсичні хімічні сполуки та важкі метали;
- у природних умовах воно розкладається протягом тривалого часу;
- через свою в'язкість воно липне до всього: від піску до пір'я птахів;
- воно є основним джерелом забруднення питної води.

Відпрацьоване моторне масло збирається в ємності окремо від інших технічних рідин і прямує на переробку. Його можна переробляти в нове моторне, мастило, мазут або сировину для нафтохімічної промисловості. Наприклад, з одного літра відпрацьованого моторного масла можна отримати стільки ж мастила, скільки з 42 л сирової нафти. Крім того, перероблена моторна олія широко використовується в асфальтовому виробництві. Процес рециклінгу відпрацьованого моторного масла на сучасному переробному підприємстві, як правило, включає видалення з нього колоїдних речовин, кислоти, бітуму, хімічних та механічних домішок, води та газу, а також відновлення його кольору та видалення запаху.

2) Відпрацьована охолоджуюча рідина – антифриз, як правило, вже втратила свої первісні властивості і засмічена брудом, іржею, металевими і деревними стружками. Охолоджуюча рідина становить небезпеку для довкілля. Процес рециклінгу відпрацьованої охолоджувальної рідини, як правило, включає видалення з неї шкідливих домішок, коригування хімічного складу та відновлення рівня рН, добавку антикорозійних інгібіторів.

3) Гальмівна рідина – це синтетична моторна олія, що виробляється за особливою формулою і застосовується в гідравлічній гальмівній системі автомобіля. Гальмівна рідина є легкозаймистим продуктом, що містить

розчинники у вигляді суміші гліколей і різних добавок. У відпрацьованій гальмівній рідині, крім розчинників, міститься свинець та інші важкі метали. Правильно зібрані та змішані гальмівні рідини, як правило, використовуються як альтернативне паливо в різних виробничих процесах.

4) Трансмісійна олія, що використовується для змащування трансмісій, являє собою мінеральну олію, що займається при високій температурі, і малотоксична. У відпрацьованому трансмісійному маслі міститься свинець та інші важкі метали, що робить його небезпечним для довкілля. Переробляється в нову трансмісійну олію.

3.3 Переробка гуми

У звичайному легковому автомобілі середніх розмірів приблизно 5% (50 кг) від ваги становить гума, представлена переважно покриттями. За наявними на сьогодні даними гума становить до 20% від ваги відходів, що зберігаються на звалищах у світі.

З покриттів, що виходять з експлуатації щороку в індустріально розвинених країнах Євросоюзу, близько 25% піддається відновленню, 20% спалюється з отриманням енергії, 10% переробляється в крихту, 5% використовується в господарських цілях (наприклад, на фермах, як огорожі або буферні пристосувань) і 40% зберігається на полігонах, а також викидається з порушенням природоохоронного законодавства або складається (рис. 3.1).

Враховуючи тривалий термін природного розкладання гуми, що може становити десятки років, підхід до зношених покриттів з позицій переробки є цілком прийнятним. Тобто перевага надається зниженню утворення відходів, повторному використанню за первісним призначенням та переробкою з метою отримання матеріалів або енергії. Тільки після цього слід розглядати варіант із захороненням.

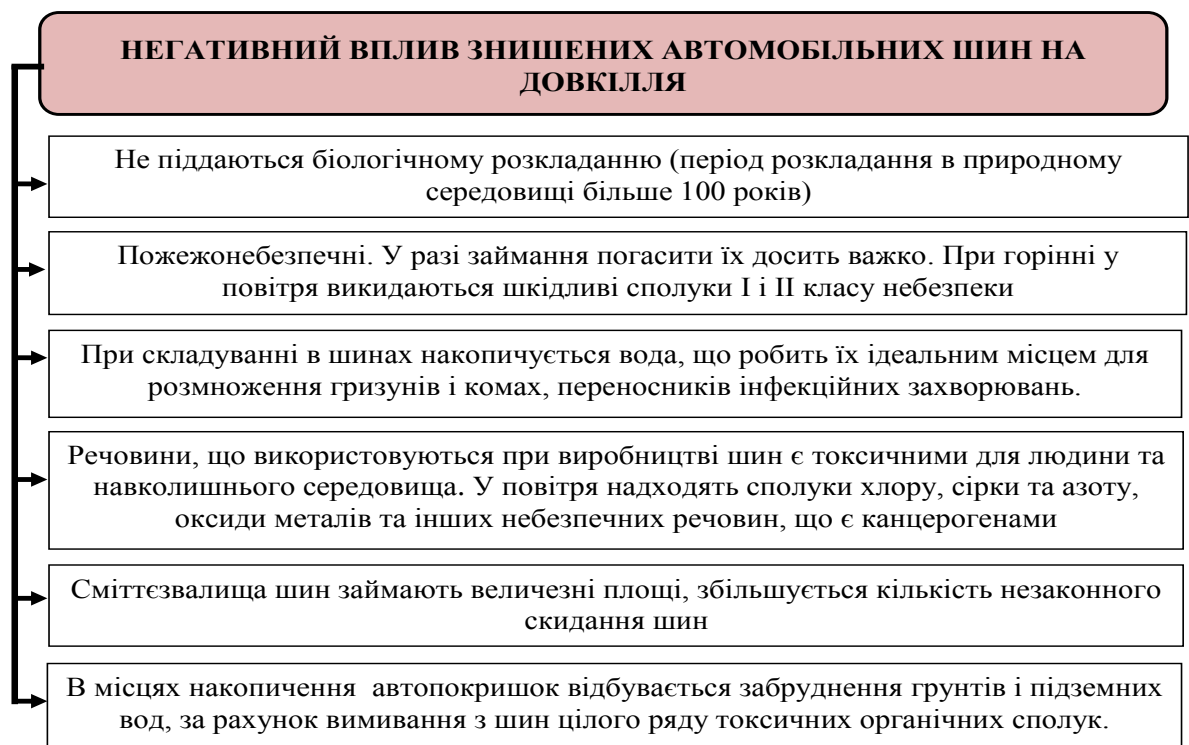


Рис. 3.2. Негативний вплив зношених автомобільних шин на довкілля

Існує ряд шляхів повторного використання та переробки автопокришок з отриманням інших матеріалів та енергії: відновлення, переробка у крихту, піроліз чи спалювання. Таким чином, основні методи переробки зношених шин можна розділити на хімічні, фізико-хімічні та фізичні (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Методи переробки зношених автомобільних шин

Методи	Технологія	Коротка характеристика
Хімічні	Спалювання Піроліз	Хімічні методи переробки призводять до незворотних хімічних змін як гуми, а й речовин, її складових (каучуків, пом'якшувачів тощо.). Ці методи здійснюються за високої температури, внаслідок чого відбувається деструктивне руйнування матеріалу. Незважаючи на те, що хімічні методи переробки гумових відходів дозволяють отримати цінні продукти, така утилізація недостатньо, ефективна, оскільки не дозволяє зберегти вихідні полімерні матеріали.

Фізико-хімічні методи	Регенерація	Регенерація, що здійснюється різними способами, дозволяє зберегти структуру сировини, використаної у процесі виробництва гуми. При регенерації руйнується просторова вулканізаційна сітка за рахунок теплового, механічного та хімічного впливу на гуму. Отримуваний продукт - регенерат – має пластичні властивості та використовується при виготовленні гумових сумішей з метою заміни каучуку.
Фізичні	Низькотемпературний метод утилізації Бародеструкційний метод Озонна переробка Механічні методи	Фізичні методи переробки гумових відходів є різними способами їх подрібнення з метою отримання гумової крихти (муки), що найбільш повно зберігає властивості гуми.

Якщо на момент утилізації каркас шини має добрий стан, то на нього можна наварити новий протектор. В даний час на ринку представлені досить досконалі технології та обладнання, що дозволяють збільшувати термін служби шин у 3 і більше разів. Шини поділяються на метал, тканину та гуму, гума подрібнюється в шредері в крихту заданого розміру. Область застосування гумової крихти розширюється з кожним днем. В даний час вона використовується, наприклад, в покриттях для спортивних майданчиків, фарбах, матах підлог, переїздах через трамвайні і залізничні колії, дорожніх перешкодах для обмеження швидкості типу «лежачий поліцейський», гідро-, звукоізоляційних і покрівельних матеріалах. Однак однією з головних областей її застосування є виготовлення конвеєрних стрічок для різних процесів. Порівняно новим та перспективним напрямом використання гумової крихти у промислових масштабах є виробництво гумоасфальтів. І зараз у багатьох економічно розвинених країнах, активно ведуться випробування дорожніх покриттів, у яких використана гумова крихта. При нагріванні шин за спеціальною технологією без доступу повітря можна отримувати газ, нафту та вуглець, які використовуються поряд із природними копалинами. При

спалюванні покришок отримують приблизно таку теплову енергію, як і при спалюванні вугілля. Тому покришки можна використовувати як паливо у цементному виробництві, де досить високі температури перешкоджають утворенню шкідливих викидів.

3.4 Технології переробки відходів скла та пластику при рециклінгу автомобілів

Особливо слід зупинитися на раціональному використанні деталей та компонентів з неметалевих матеріалів. Маса деталей з неметалів в автомобілях середнього класу становить 260-280кг, у тому числі деталі з пластмасс 110-130 кг, гуми 60-70 кг, зі скла 40-50кг. Ці вироби можуть бути повторно використані або перероблені на вторинні матеріали. Сьогодні після шредерної обробки автомобіля, що утилізується, та відділення металевих фракцій, сировина з неметалічних матеріалів найчастіше відправляється на захоронення на полігонах відходів. Це і зрозуміло, тому що поділ неметалів після дроблення економічно недоцільний.

Переробка автомобільного скла. З огляду на специфічні вимоги, що пред'являються в автомобілебудуванні, кожна комплектуюча деталь, а також матеріал, з якого вона виготовлена, повинні відрізнятися функціональною надійністю, довговічністю, презентабельністю, комфортністю, стильністю, а головне – безпекою. Стосовно скла ці вимоги включають високу протиударну стійкість, відповідність заявленому коефіцієнту дробимості, повну оптичну прозорість.

Автомобільне скло буває переважно двох типів: загартоване і ламіноване.

Загартоване скло переробляється приблизно так само, як і відходи склотари. Певну складність для переробника є ламіноване лобове скло. Воно складається з кількох шарів тонкого скла, між якими прокладено прозорий термопластик полівінілбутират (ПВБ). Тому розбирання ламінованого скла необхідно проводити вручну. Відходи автомобільного скла широко

застосовуються для виробництва склоасфальтів, абразивних матеріалів для очищення поверхонь, світловідбивних добавок до фарб, насипних підкладок у дорожньому будівництві, а також фільтруючих матеріалів тощо.

Переробка пластику. При утилізації найскладнішими матеріалами були і залишаються пластики. Їхня частка зростає з кожним роком, збільшившись за останні десятиліття в 7 разів. Складність у тому, що на відміну від сталі в кожній машині застосовують декілька типів пластмас п'яти основних груп, домінують серед яких полікарбонати, поліпропілени і поліаміди. Близько 10% (100 кг) ваги автомобіля посідає пластик, який має певний потенціал для переробки і, отже, може приносити прибуток переробнику. Однак, щоб максимально використати можливості цього матеріалу, необхідно вирішити цілу низку проблем. У конструкції звичайного автомобіля застосовується близько 25 видів пластику, кожен із яких призначений для відповідності конкретним строгим експлуатаційним вимогам. Навіть той самий вид може мати кілька різновидів залежно від вмісту наповнювача, добавок і барвників.

Більшість цих пластиків не можна змішувати з метою переробки. Отже, постає питання з правильним сортуванням. Крім того, велика кількість пластику, що підлягає переробці, засмічена металевими скріпками, шурупами, наклейками, залишками монтажної піни тощо, тобто усім, що повинно бути видалено перед переробкою. Європейські та американські компанії, що займаються рециклюванням пластиків, успішно працює над пошуком шляхів отримання доданої вартості за рахунок підвищення якості матеріалу, що переробляється. На підставі результатів проведених досліджень вже визначено, які матеріали повинні перероблятися через їхню широку присутність в автомобілях, через потенційний ринковий попит на них, а також через можливість здійснювати їх гарантоване відділення від інших матеріалів, а які ні.

До матеріалів, що переробляються, були віднесені:

- поліестер – матеріал, з якого виготовляються ремені безпеки

- АБС (акрилонітрил-бутадієн-стирол) – твердий пластик, що зазвичай використовується для внутрішнього облицювання салону, у кожухах кермових колонок та приладових дощок.

- поліпропілен – м'якіший пластик, що використовується в бамперах, корпусах акумуляторів, деяких деталях двигуна та молдингах в салоні.

Однак слід враховувати, що одна тонна пластикових деталей займає чималий обсяг (приблизно 20 м³, маючи у складі 2000 предметів, крім бамперів). Тут наявна інша велика проблема – висока собівартість транспортування об'ємних легких матеріалів до місця їх переробки, – яку доводиться вирішувати переробникам.

Слід визнати, що ситуація зі збором, сортуванням та переробкою автомобільного пластику значно покращилася за останні роки у зв'язку з прийняттям Євросоюзом і рядом індустриально передових країн законів, які зобов'язують автовиробників маркувати пластикові деталі на автомобілях, що їх випускають. Крім того, значні зусилля додаються до зменшення видів пластику, що застосовується в автомобілебудуванні, та його уніфікації серед виробників. Область застосування вторинного пластику постійно розширюється. Так як на сьогоднішній день пластик є найбільш проблемним і складним, з точки зору збору та сортування, потік відходів, що утворюються при переробці автомобілів, в індустриально передових країнах вкладаються великі інвестиції в наукові дослідження в галузі створення сучасних технологій його переробки та використання. Нижче наведено ряд областей використання вторинного пластику:

- виробництво автокомплектуючих які повністю із вторинного пластику, так і у комбінації з новим;

- одержання горючих газів та дизельного палива з відходів автомобільного пластику;

- використання вторинного пластику як джерело вуглецю в деяких технологічних процесах у чорній металургії;

- використання вторинного пластику у виробництві тари та будівельних матеріалів.

РОЗДІЛ 4

ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ПІДВИЩЕННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ТА ЙОГО КОМПОНЕНТІВ

4.1 Забезпечення екологічної безпеки в процесі рециклінгу автомобілів

Вимоги екологічної безпеки під час процесів рециклінгу відпрацьованих автомобілів та їх компонентів, що здійснюються підприємствами з утилізації, полягають у наступному.

По-перше, необхідно підготувати колісні транспортні засоби до утилізації, а саме:

- демонтувати акумуляторні батареї та ємності зі зрідженим газом (за наявності);
- видалити або нейтралізувати вибухонебезпечні компоненти (зокрема подушки без безпеки);
- передбачити роздільний злив та зберігання рідин: палива, моторної олії,
- трансмісійних масел, робочих рідин систем гідроприводу, охолоджуючих рідин, гальмівних рідин, акумуляторної кислоти, рідин із систем кондиціонування та інших рідин, що містяться у виведених з експлуатації колісних транспортних засобах, якщо це не перешкоджатиме наступному відновленню деталей, вузлів та агрегатів;
- демонтувати (з урахуванням технологічних можливостей) усі компоненти, що містять ртуть;
- демонтувати всі компоненти, що містять екологічно небезпечні матеріали та мають відповідне маркування, або зазначені в посібнику з демонтування як підлягаючі демонтажу на стадії підготовки до утилізації.

По-друге, під час підготовки матеріалів для рециклювання, розібрати виведені з експлуатації транспортні засоби, а саме:

- демонтувати каталітичні нейтралізатори та сажові фільтри;
- демонтувати металеві деталі, що містять мідь, алюміній та магній, якщо ці метали не можуть бути відокремлені на стадії дроблення матеріалів;
- демонтувати покриття та великі вузли та деталі з пластмаси (у тому числі бампери, комбінації приладів, ємностей для рідин), якщо ці матеріали не можуть бути відокремлені на стадії дроблення, із забезпеченням полегшення процедури їх подальшого рециркулювання.

По-третє, виробничі та складські відкриті майданчики, що здійснюють прийом та зберігання (у тому числі тимчасове) виведених з експлуатації транспортних засобів, а також зберігання всіх компонентів та матеріалів, отриманих у ході здійснення утилізації, та будь-які інші процеси обладнуються бетонованим покриттям, системою відведення та збору зливових вод з відборткуванням по периметру з метою відведення зливових вод у систему зливової каналізації, а також оснащуються засобами для запобігання витоків рідин, відстійниками та очисними установками для знежирення стоків.

По-четверте, складування та зберігання виведених з експлуатації транспортних засобів здійснюється таким чином, щоб уникнути пошкодження їх компонентів, зокрема, скла, а також протікання технічних рідин. Виведені з експлуатації транспортні засоби не повинні укладатися один на одного, набік або на дах.

По-п'яте, зберігати технічні рідини, злиті з транспортних засобів, необхідно у спеціальних підземних або надземних ємностях, розташованих на відкритому майданчику або у виробничих приміщеннях. Усі технічні рідини зберігаються окремо. Передбачаються окремі ємності для палива, моторного масла, трансмісійних масел, робочих рідин систем гідравлічного приводу, охолоджуючих рідин, гальмівних рідин, акумуляторної кислоти, рідин із систем кондиціонування та інших рідин, що містяться у відпрацьованих автомобілях (рис. 4.1).

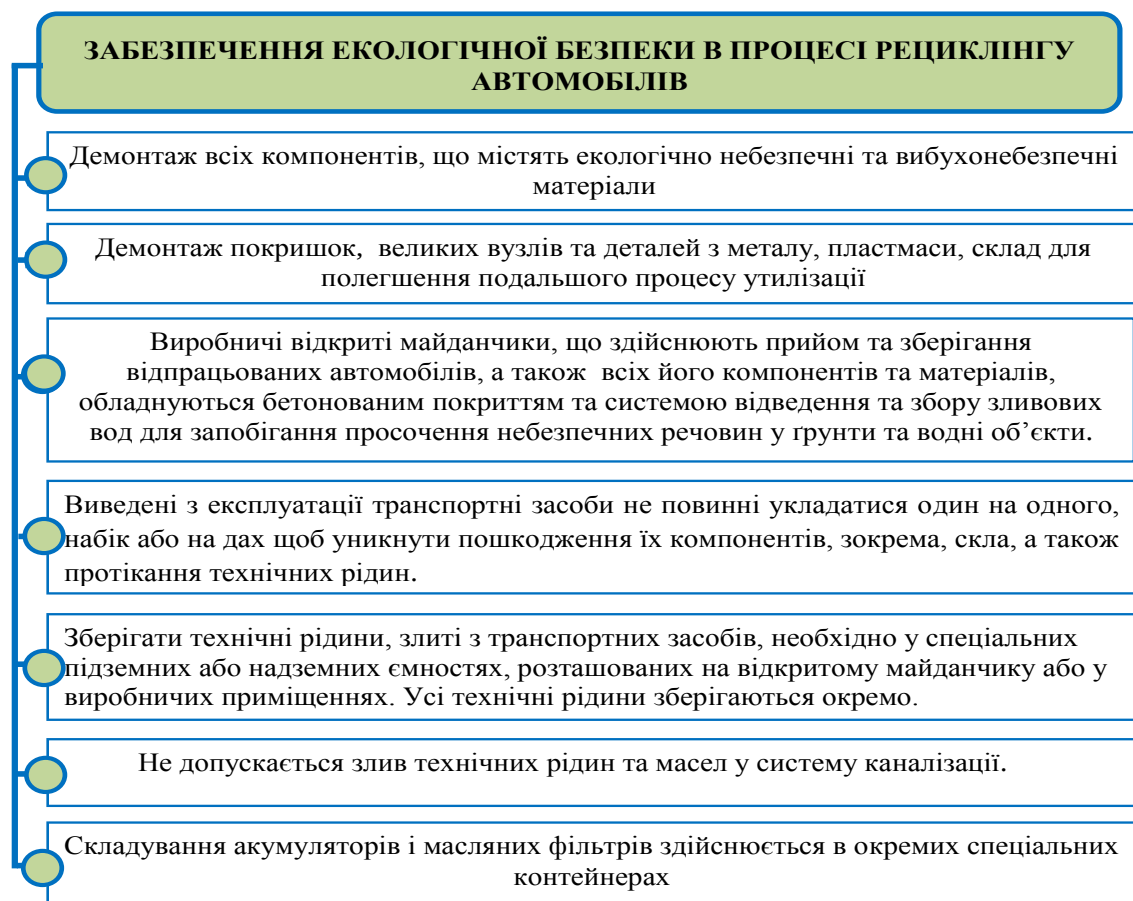


Рис. 4.1. Заходи забезпечення екологічної безпеки в процесі рециклінгу автомобілів

Зберігання твердих відходів здійснюється у контейнерах на відкритому майданчику або у виробничих приміщеннях. Складування акумуляторів і масляних фільтрів здійснюється в окремих спеціальних контейнерах. Перевезення та захоронення відходів утилізації (компонентів та експлуатаційних матеріалів) здійснюються окремо від перевезення та захоронення побутового та промислового сміття. Не допускається злив технічних рідин та масел у систему каналізації.

4.2 Напрями підвищення утилізаційної технологічності автомобілів

У сучасній практиці утилізації транспортних засобів, що вийшли з експлуатації, намітилося два способи досягнення найвищих показників повторного використання закладених у конструкцію автомобілів матеріальних ресурсів.

Перший з них передбачає детальне розбирання автомобіля і вилучення якомога більшої кількості деталей з подальшою їх сепарацією відповідно до матеріалів, яких вони виготовлені. Після демонтажу кузова разом з компонентами, які зняти не вдалося, або їх демонтаж недоцільний, відправляється на шредерну установку, за допомогою якої здійснюється дроблення і подальший поділ матеріалів, як правило, не більше ніж на три фракції: чорні, кольорові метали та неметалічний залишок.

Другий спосіб відмінний від першого тим, що в послідовність «демонтаж – шредерування» вводиться так званий етап постшредерної обробки, який полягає у застосуванні більш складних, з технологічної точки зору методів сепарації, фільтрації, кавітації матеріалів шредерного залишку і дозволяє значно підвищити чистоту і номенклатуру вторинної сировини. Даний метод більш переважний, оскільки не тільки забезпечує максимальне вилучення матеріалів, але і не вимагає глибокого розбирання автомобілів, проте заводи по постшредерної обробці поки не отримали широкого поширення через їх економічну вразливість. Наприклад, у Голландії – країні з однією з найдосконаліших систем авторециклінгу – діє лише один завод з обробки шредерного залишку, який завантажений менш ніж на 40% від проектної потужності.

Таким чином, виконання одного з головних завдань системи авторециклінгу – покращення якості відділення матеріалів – все ще суттєво залежить від глибини розбирання транспортних засобів, що відпрацювали свій термін, на етапі демонтажу, а якість цього процесу визначається насамперед властивостями конструкції, закладеними на етапі проектування.

Проблема рециклінгу автомобілів дійсно є багатогранною і потребує комплексного підходу. Для забезпечення сталого циклу рециклінгу автомобілів необхідно вирішувати як технічні та екологічні питання, так і організаційні, правові, економічні та соціальні аспекти.

1. Технічна та технологічна оптимізація. Конструкцію автомобілів слід проєктувати з урахуванням легкості демонтажу та переробки компонентів.

Важливо використовувати матеріали, які можуть бути легко відновлені та перероблені.

2. Екологічний регламент. Спеціальний технічний регламент повинен включати вимоги щодо мінімізації використання шкідливих речовин у конструкції автомобілів, а також встановлювати стандарти щодо зменшення викидів під час переробки.

3. Система збирання та утилізації. Ефективний рециклінг потребує розвиненої інфраструктури для збирання, транспортування та утилізації автомобілів, які вже вийшли з експлуатації. Це може включати створення спеціальних пунктів збору, стимулювання населення до здачі автомобілів у переробку, а також встановлення економічних важелів для підтримки утилізації.

4. Економічні стимули та законодавча база. Важливо створити правові рамки, які б зобов'язували автовиробників брати участь у процесах утилізації своїх транспортних засобів. Державні стимули, податкові пільги для підприємств, що займаються переробкою, і штрафи для порушників також можуть сприяти розвитку цієї системи.

Під час проектування автомобілів важливо враховувати не лише їхні технічні характеристики, але й екологічний аспект на всіх етапах життєвого циклу – від виробництва до утилізації. Підвищення технологічності автомобіля при утилізації означає, що автомобіль можна швидко розібрати, легко відокремити різні матеріали, забезпечити екологічно безпечне видалення рідин та мінімізувати шкідливі відходи.

Для цього конструктори можуть використовувати модульний підхід, що спрощує розбір компонентів, зосередитися на матеріалах, які можна повторно переробити, та скорочувати використання шкідливих речовин. Це також підтримує концепцію циркулярної економіки, де ресурси знову повертаються у виробничий цикл, а не стають відходами.

Для підвищення утилізаційної технологічності при проектуванні автомобілів і їх компонентів необхідно враховувати низку заходів. Основні підходи для забезпечення доступної та ефективної технології рециклінгу наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Основні напрями забезпечення доступної та ефективної технології рециклінгу відпрацьованих автомобілів

Напрямок	Пояснення
Вибір матеріалів	- Використання легковідновлюваних та екологічно чистих матеріалів, які легко піддаються переробці. - Впровадження полімерів, що піддаються біодеградації, або таких, що легко розпадаються на складові. - Зниження вмісту токсичних речовин (важких металів, фталатів та інших) для полегшення утилізації.
Оптимізація конструкції	- Проектування компонентів, які легко демонтуються, що спрощує процес утилізації. - Мінімізація кількості компонентів або використання стандартних з'єднань для легшого розбирання. - Використання модульних конструкцій, які дозволяють замінювати окремі частини, не змінюючи всю систему.
Стандартизація та уніфікація	- Уніфікація матеріалів і компонентів для спрощення їх сортування та переробки. - Використання однакових типів пластмас та інших матеріалів для зниження вартості переробки.
Маркування матеріалів	- Застосування спеціального маркування для легкого ідентифікування матеріалів та їх видів, що прискорює процес сортування. - Забезпечення інформації щодо складу та способів утилізації матеріалів.
Вдосконалення технологій демонтажу та утилізації	- Використання роботизованих або автоматизованих технологій для розбирання автомобілів. - Розробка процесів переробки, що зменшують енергоспоживання та вплив на навколишнє середовище.
Інноваційні методи повторного використання та переробки	- Використання вторинних ресурсів для виробництва нових компонентів, знижуючи потребу у видобуванні нових матеріалів. - Впровадження замкнених циклів, коли утилізовані матеріали знову використовуються у виробництві.
Законодавчі та регуляторні заходи	- Виконання вимог, які регламентують ступінь утилізованості автомобілів. - Субсидії та підтримка підприємств, що розробляють ефективні технології утилізації.
Підвищення екологічної свідомості	Програми з підвищення екологічної свідомості серед споживачів, що заохочують здавати автомобілі для утилізації, а не залишати їх без догляду.

Комплексна реалізація таких заходів дозволяє зменшити вплив автомобільного виробництва на навколишнє середовище та сприяє сталому розвитку, забезпечуючи ефективне використання ресурсів на всіх етапах життєвого циклу автомобіля. Повторне використання вторинних матеріальних ресурсів (металів, пластмас, гумотехнічних виробів та ін.) дозволить знизити техногенний вплив на навколишнє середовище, оскільки зменшиться потреба у полігонах для захоронення відходів, зменшиться негативний вплив на атмосферу, знизиться споживання енергетичних та водних ресурсів.

Отже, вторинна переробка матеріалів, деталей, вузлів та агрегатів автомобіля повинна розглядатися як ключовий момент протягом усього життєвого циклу, від моменту створення автомобіля та до кінцевої стадії його експлуатації. Як приклад, розглянемо програму компанії Toyota, націлену на вирішення зазначених проблем вже на ранній стадії розробки автомобіля. При цьому застосовується дизайн, що враховує технології вторинної переробки. Заходи підвищення ефективності процесів рециклінгу охоплюють весь життєвий цикл автомобіля (рис. 4.2).

Завдяки ініціативам компанії Toyota було знижено кількість свинцю в різних компонентах нових моделей автомобілів. Елементи, з яких свинець уже виключено: клеми акумуляторних дротів; мідні радіатори; серцевини мідних обігрівачів; антикорозійний захист; шланги високого тиску для кермового керування з підсилювачем; захисні бічні молдинги; джгути проводів; датчики ременів безпеки; паливні шланги.

Якісні екологічні показники конструкції автомобілів з урахуванням наступного процесу рециклінгу можна охарактеризувати наступним чином:

- наявність екологічного маркування матеріалів і їх класифікації;
- можливість доступного демонтажу;
- можливість повторного використання окремих вузлів конструкції;
- можливість відновлення повторних вузлів за якістю;
- визначення вузлів та деталей, які неможливо переробити;

- наявність бази даних та методичних інструкцій про використовувані матеріали, методи демонтажу, технології відновлення вузлів для повторного використання, методи збору та утилізації тощо. Наприклад, для полегшення демонтажу та утилізації автомобілів розроблені спеціалізовані каталоги деталей, крім того, тепер на полімерні автодеталі, що піддаються переробці, наноситься спеціальне маркування.

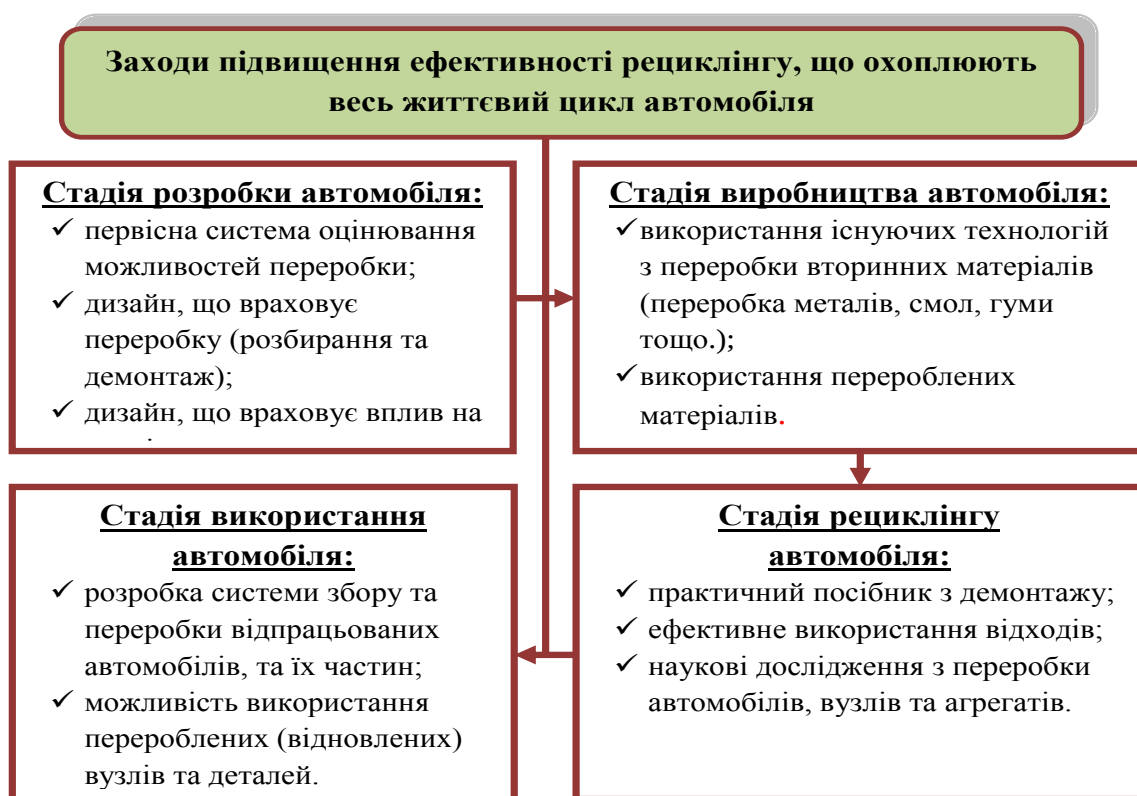


Рис. 4.2. Заходи протягом усього життєвого циклу для підвищення ефективності технологій вторинної переробки компонентів автомобіля

Отже відповідальність за утилізацію виведених з експлуатації автомобілів лежить на їхніх виробниках. Підприємство, що розробляє нову продукцію, передбачає і технологію утилізації після закінчення її використання, включаючи створення для цих цілей спеціалізованих виробничих потужностей, інструментів та оснащення.

4.3 Оптимізація процесів рециклінгу автомобілів на підприємствах фірми МАТЕС

Розглянемо застосовувані ефективні способи для оптимізації процесу демонтажу та утилізації автомобілів, що відслужили свій термін, на підприємствах фірми МАТЕС (Японія, о. Хокайдо, м. Ісікарі).

На рис. 4.3, рис. 4.4 схематично зображено принцип організації переробки відпрацьованих автомобілів на підприємствах фірми МАТЕС. Для підвищення ефективності процес утилізації поділено на чотири виробництва: завод з осушення, демонтажу, відбору деталей відпрацьованих автомобілів та матеріалів для повторного використання; завод з подрібнення кузову на шредері; завод із подрібнення зношених шин; завод з переробки ASR (відходів шредерного виробництва). Такий комплексний підхід допомагає зробити цей вид діяльності економічно вигідним та екологічно безпечним. Досвід фірми показує, що за належної організації системи збору та утилізації відпрацьованих автомобілів вдається вдруге переробити понад 90% маси автомобіля (рис. 4.5).



Рис. 4.3. Комплекс підприємств з рециклінгу відпрацьованих автомобілів фірми МАТЕС (Японія, о. Хокайдо, м. Ісікарі) [54]

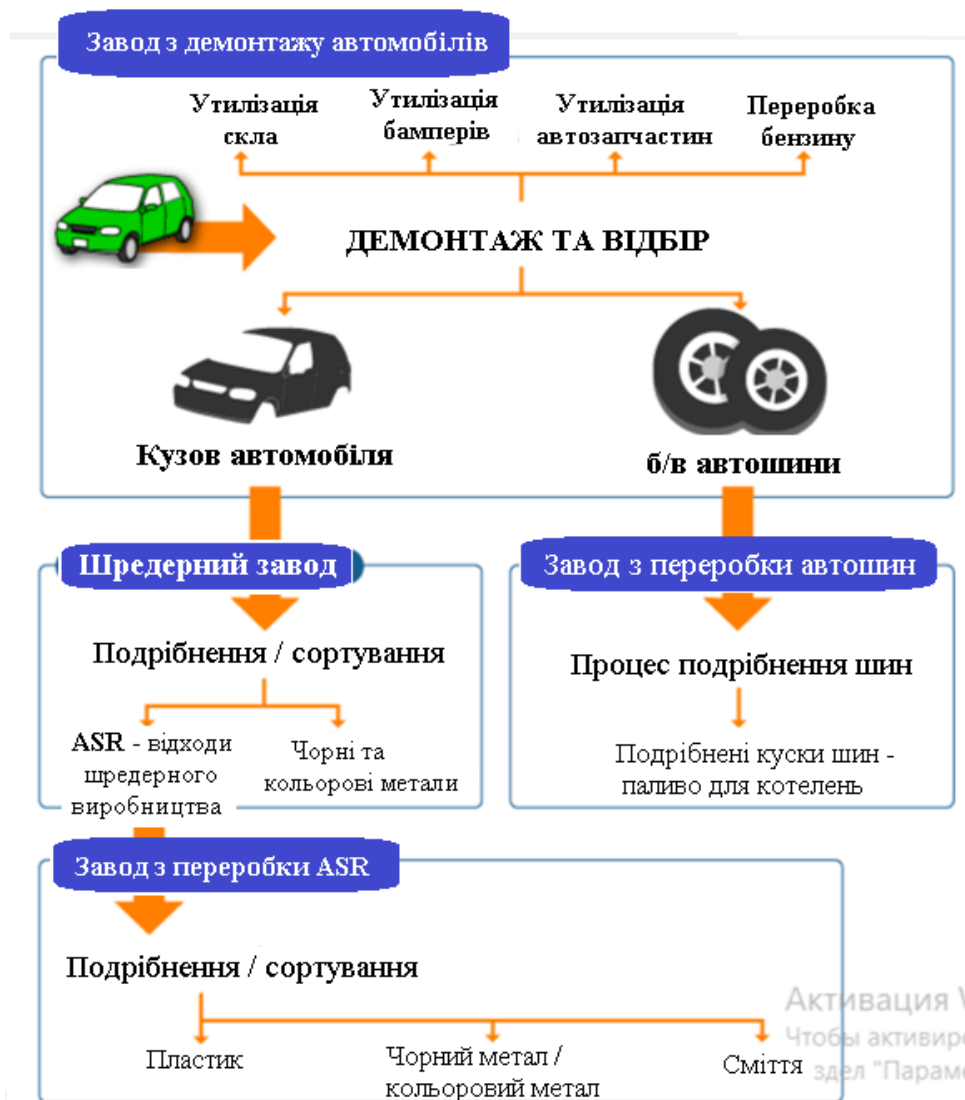


Рис. 4.4. Діаграма потоку повної переробки автомобілів [54]



Рис. 4.5. Види отриманої вторинної сировини в результаті рециклінгу автомобілів [54]

На заводі з демонтажу відпрацьованих автомобілів належним чином розбираються автомобілі та відбираються запчастини (4.6).

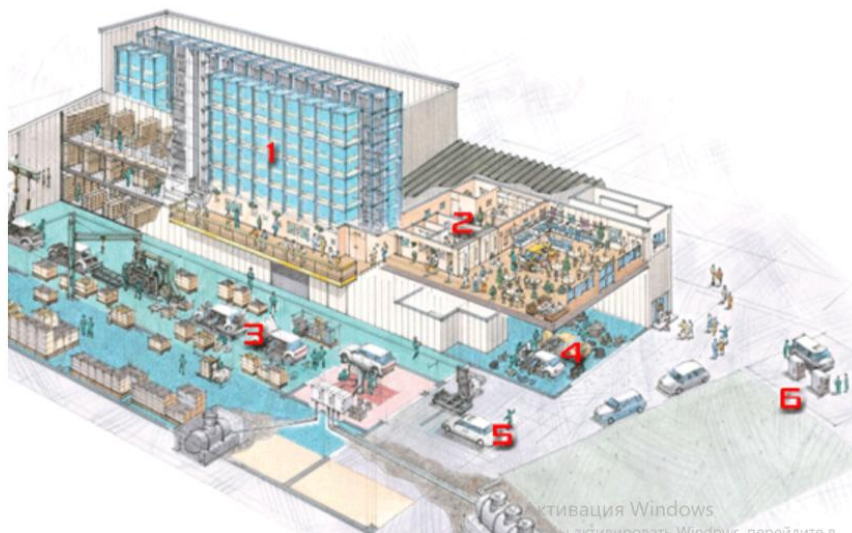


Рис. 4.6. Завод з демонтажу автомобілів

1. *Система контролю запчастин.* Швидкісна підйомна система дає можливість швидкої знахідки або складування запчастин. Багатоповерхова будівля дає можливість ефективного використання приміщення. За допомогою комп'ютеризованої системи складування проводиться точний контроль. Величезна кількість запчастин складована у складі для контролю відібраних запасних частин.

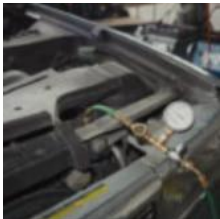
2. *Офіс.* Тут приймається замовлення на збір автомобілів для демонтажу, замовлення на автозапчастини, та інші довідки.

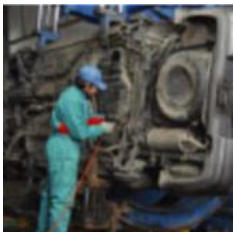
3. *Лінія демонтажу автомобілів.* Збір фреону, знищення повітряних подушок та інше належне розбирання проводиться у семи секціях. Зняття шин, збирання шкідливих речовин, розбирання автозапчастин також проводиться тут (рис. 4.7, табл. 4.2).



Рис. 4.7. Лінія демонтажу автомобіля

Таблиця 4.2. Секції з демонтажу автомобіля на підприємстві МАТЕС

Секція	Види деталей, обладнання, сировини, що знімаються з автомобіля	Подальше використання
Секція 1 Передрозбірний процес перед лінією демонтажу  Видалення повітряної подушки  Відбір фреону	Шини	Продаж б/в шин або переробка на гумові шматки як палива для котелень
	Залізні колеса	Продаж як сировини заліза
	Алюмінієві колісні диски	Продаж б/в дисків або алюмінієвої сировини
	Капоти	Продаж б/в капотів або сировини заліза
	Бампер	Продаж б/в бамперів або як сировини пластику (PP)
	Ключі	Продаж як б/в ключів або як сировина заліза
	Повітряні подушки (як вибухонебезпечний елемент)	Утилізація повітряної подушки
	Фреон	Повторне використання
Секція 2 Відбір рідин  Відбір пального  Відбір мастил	Паливо (бензин, дизельне паливо)	Для використання автопарку компанії/продаж
	Мастила	Продаж фірмам з переробки мастил
	Антифриз, гальмівні рідини,	Продаж фірмам з переробки або використання як палива для пальників
Секція 3 Виймання акумуляторів та дверної гумової обшивки 	Акумулятори	Продаж як сировини кольорового металу
	Дверна гумова обшивка	Виготовлення гумових шматків як палива для котелень

Секція 4 Демонтаж (внутрішні елементи) 	Автокилимки та підстилки	Продаж б/в або виготовлення гумових шматків як палива для котелень
	Аудіо апаратура	Продаж
	Пластикові вироби	Продаж як б/в запчастин або пластикової сировини
Секція 5 Демонтаж (двигун/ ходова частина, інші основні елементи)  Пристрій з перевертання авто  Збір каталізаторів	Двигун/ходова частина	Продаж як б/в запчастин або як сировинного заліза
	Радіатор	Продаж як б/в запчастин або як сировинного заліза
	Каталізатор	Продаж як б/в запчастин або утилізація та отримання концентратів дорожніх металів платинової групи (платина, паладій, родій тощо)
	Заднє скло	Продаж як матеріала для дорожнього покриття
	Бензобак	Продаж як сировини заліза
Секція 6 Демонтаж (зовнішні запчастини)  Знімання лобового скла	Лобове, бічне скло	Продаж як сировинного матеріалу для виробників утеплювача
	Вироби із пластику	Продаж як б/в запчастин або як сировини пластику
Секція 7 Демонтаж (кондиціонери, фари, електронні панелі керування)  Зняття фар	Кондиціонери	Продаж як б/в запчастин або як сировини кольорового металу
	Фари та поворотники	Продаж як б/в запчастин або як сировини пластику
	Електронні панелі керування	Продаж як б/в запчастин або як сировини кольорового металу

Для ефективного демонтажу машин весь процес розбирання поставлений на лінію. Автомобіль кладеться на платформу і розбирається (рис. 4.8). Після того, як розбирання закінчено, і як тільки кузов за допомогою підвісного крана чіпляється, платформа автоматично перевозиться до першої секції та зупиняється у вказаному місці. Як тільки машина розібрана, вона вивозиться за межі приміщення за допомогою підвісного крана (рис. 4.9). Після цього кузов перемелюється на дробарці і проводиться збір металу.



Рис. 4.8. Автоматична транспортувальна система



Рис. 4.9. Підвісний кран

4. *Відбір вживаних запчастин.* Була введена система контролю та мережа продажу запчастин. За допомогою інтернету проводиться пошук та продаж.

Запчастини, замовлені через систему продажу, тут же упаковуються та розсилаються по всій країні.

5. *Належний демонтаж відпрацьованого автомобіля.* При розбірному процесі шкідливі речовини збираються акуратно, приділяючи велику увагу довкіллю, вони належно контролюються. Основні шкідливі речовини це паливо (бензин, дизель), олія продукти, антифриз, рідина для миття вікон, акумулятори, матеріали, що містять свинець, фреон і повітряні подушки.

6. *Заправна станція автопарку компанії.* Паливо, відібране при демонтажу (бензин, дизель), через трубу збирається в цистерну та використовується (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Заправна станція на заводі з розбирання автомобілів

На другому заводі після того, як закінчено відбір фреону, повітряних подушок і масел, розбираються запчастини на продаж. Ці запчастини завантажуються в контейнери.

Третій завод з демонтажу автомобілів – це місце де розбираються вантажівки та автобуси. Як і на другому заводі тут проводиться відбір фреону, масел та повітряних подушок, після чого розбираються запчастини.

На заводі №5 з демонтажу автомобілів проводиться за допомогою спецтехніки «Нібри», а також проводиться ефективний збір електропроводів.

Після демонтажу автомобіль перевозиться на шредерний завод, де він подрібнюється. Після шредерування збирається чорний метал, кольоровий

метал(алюміній, нержавіюча сталь), мідна проводка і утворюється залишок після дроблення автомобіля ASR (рис. 4.11).

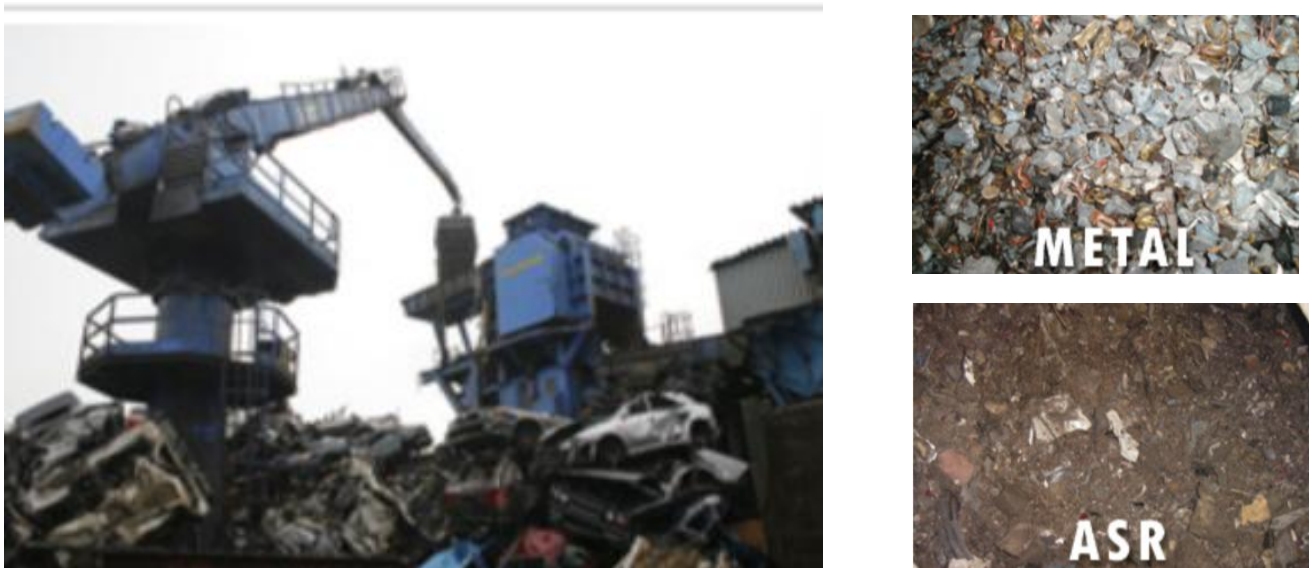


Рис. 4.11. Шредерний завод та утворювана сировина

Після того як автомобілі подрібнені на шредері, ASR (залишок-сміття шредерного виробництва) доставляється на завод з його переробки, де він далі дробиться. ASR (залишок), що виникає внаслідок дроблення автомобілів, поділяється далі на чорні метали, кольорові метали та пластик (придатний як паливо на заводі переробки сміття), методом водного поділу за питомою вагою (рис. 4.12 – рис. 4.14).



Рис. 4.12. Лінія з подрібнення залишку та його сепарації

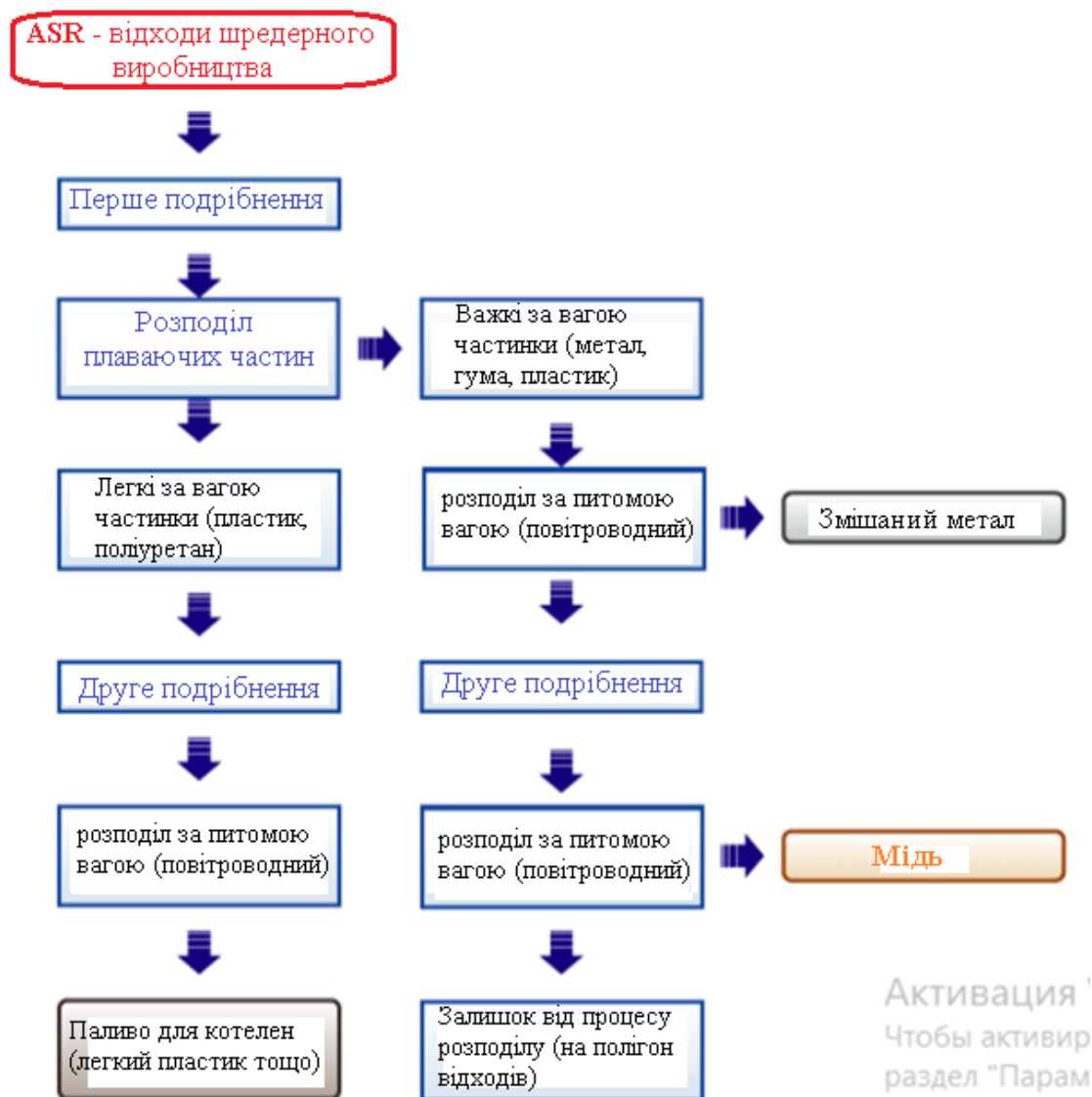


Рис. 4.13. Схема процесу сепарації ASR (залишку-сміття шредерного виробництва)

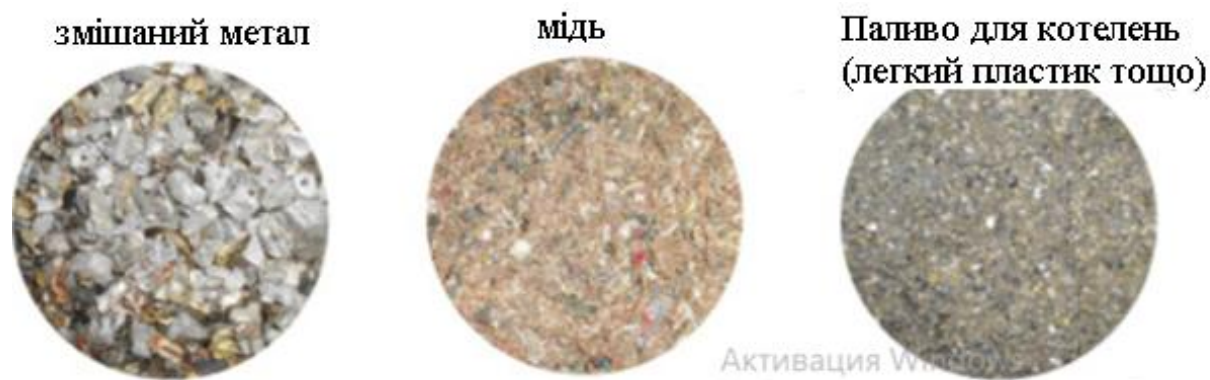


Рис. 4.14. Сировина отримана після сепарації ASR (сміття-залишку)

Шини, що зняті з автомобіля на заводі з демонтажу направляються на *завод з переробки автошин*, де у свою чергу перемелюються на шматки і використовуються як паливо для котелень підприємств МАТЕС.

Перед подрібненням шин, з них вилучається дрот і лише тоді ці шини пускають на конвейєр подачі (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Вилучення дроту з шин перед їх подрібненням

Процес виготовлення гумової крихти наступний: шини, що пройшли, передподріблювальний процес поміщають на конвейєр подачі. Далі шини подрібнюються в декілька етапів. Вони проходять через важку дробарку, пристрій постійного подавання, вторинний подрібнювач та магнітний сепаратор. На магнітному сепараторі відокремлюється сталевий дрот. Після цього утворюється кінцевий продукт – подрібнені шматки шин розміром до 50 мм (рис. 4.16).



Дробарки



Кінцевий продукт – подрібнені шматки шин

Рис. 4.16. Обладнання для подрібнення шин

Наведений технологічний процес утилізації автомобілів передбачає роздільну переробку його автокомпонентів. Розроблені технології дозволяють вилучати з утилізованих автомобілів більше 95% чорних, кольорових і дорогоцінних металів.

Таким чином, автомобілі, що виводяться з експлуатації, є великим джерелом вторинних матеріальних ресурсів: деталей і вузлів автомобілів, різних металевих і неметалічних матеріалів, які можуть бути залучені в промислове виробництво при регламентованому розбиранні та належній їх утилізації.

4.4 Ефективність утилізації автомобільних шин методом піролізу

Технологія класичного піролізу шляхом конвекційного нагрівання. полягає в тому, що відпрацьовані автомобільні шини завантажуються в реторту і герметично закриваються. Далі відбувається нагрів завантажених матеріалів без доступу повітря. Для початку процесу деструкції підігрів тигля-ємності з відпрацьованими автомобільними шинами здійснюється від зовнішнього джерела. Згодом, як тільки розпочнеться процес деструкції молекулярних ланцюжків, газ, який буде утворюватися в ході піролізу, підігріватиме тиглі практично виключаючи потребу в постійній подачі тепла ззовні.

Однією з переваг піролізу зношених автомобільних шин, як методу переробки (утилізації), є екологічна безпека. Цей процес протікає практично у повній відсутності атмосферного повітря, наслідком чого є результат у вигляді низьких концентрацій токсичних сполук, таких як діоксид сірки (SO_2), оксид азоту (NO), оксид вуглецю (CO). Утворення твердого вуглецевого залишку також є важливим аргументом на користь вибору переробки зношених шин методом піролізу. Твердий вуглецевий залишок або технічний вуглець у вигляді окремих шматків і частинок широкого фракційного складу представляє інтерес як вторинна сировина багатьох галузях, наприклад, у дорожньому будівництві,

у лакофарбовій промисловості та виробництві гуми та багатьох інших галузях хімічної промисловості, проте часто він вимагає додаткової обробки.

Частина газу, що залишилася, яка не використовувалася для топки реактора в якості підтримки процесу піролізу, або спалюється на свічці, або надходить у котел утилізатор, або компримується (або зріджується).

Вуглецевий залишок проходить через магнітний сепаратор (або вібросито) з метою відділення металевої складової корду.

Рідкі продукти мають різний фракційний склад і складаються із суміші бензинів, дизельного палива та мазуту. Вони можуть використовуватися як паливо для котелень без переробки, однак для отримання більш якісних продуктів рекомендується піддавати кінцеві рідкі продукти піролізу додаткової обробки на колонах ректифікаційних.

Характеристика одержуваних під час переробки продуктів наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Характеристика продуктів, що отримуються в результаті піролізу зношених автомобільних шин

Найменування	Характеристика продукту	Аналог
Піролізне рідке паливо	Щільність = 985 кг/м ³ Теплота згоряння = 49,5 МДж/кг Вміст сірки = 0,5% В'язкість = 6,97 сСт	Мазут М 100
Вуглецевий твердий залишок	Щільність = 430 кг/м ³ Теплота згоряння = 27,25 МДж/кг Зольність = 15% Міцність = 94% Вологість = трохи більше 24%	Брикети паливні відходів деревини. Вугілля активований марки АГ, БАУ, КАД
Піролізний газ	Щільність = 0,8 кг/м ³ Теплота згоряння = 8250 кДж/кг Склад газу: Азот = 32-40% Водень = 18-25% Окис вуглецю = 15-18% Двоокис вуглецю = 10-18% Метан = 4-7% Гази С2-С4 = 2,5-5% Кисень = 0,5-0,7% Волога = 20%	Піролізні гази
Металобрухт		Металобрухт

Якщо порівняти теплотворну здатність автомобільних шин з іншими видами палива, отримуємо, що 1 тонна автомобільних шин відповідає:

- 1600 – 2000 м³ природного газу;
- 1 тонні високоякісного вугілля;
- 0,7 тонн топкового мазуту;
- 1,9 тонни пелет;
- 3,8 м³ дров із вологістю до 15%;
- 6,5 м³ дров із вологістю близько 35%.

Таким чином, продукція, що отримується при піролізі, має високі техніко-економічні показники. Напрями застосування продукції дуже великі. У табл. 4.4 наведено основні напрями застосування одержуваної при піролізі продукції.

Таблиця 4.4. Основні напрями використання продуктів, які одержують при піролізі

Найменування продукту	Призначення
Піролізне рідке паливо	Застосовується як рідке паливо для котлів, замінник мазуту. Можлива розгін на фракції з метою отримання різних нафтопродуктів (бензин, дизельне паливо, олії, смоли та ін.).
Вуглецевмісний твердий залишок	Застосовується як тверде паливо, а також можливе використання для приготування модифікованого рідкого палива, як сорбент, замінник активованого вугілля, як наповнювач при виготовленні нових гумотехнічних виробів.
Піролізний газ	Використовується частково 30-50% для роботи установки, решта спалюється теплогенераторами (власні потреби).
Металобрухт (металокорд)	Має у своєму складі високоякісну сталь. Застосовується для подальшої переробки на метал.

Існуючі промислові установки для утилізації шин способом піролізу мають високу продуктивність 30–50 тис. тонн відходів на рік.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ

5.1 Економічні переваги рециклінгу автомобілів

Окрім переваг для довкілля, утилізація автомобілів має значні економічні переваги. У великих містах, де мало вільного простору, переробка занедбаних автомобілів звільняє цінні землі та ресурси. Вільні ділянки, які раніше займали занедбані транспортні засоби, можна перепрофілювати для більш продуктивного використання, наприклад, житлових забудов, парків або комерційних площ, тим самим підвищуючи загальну якість міського життя.

Крім того, переробка матеріалів зі списаних автомобілів стимулює економічну діяльність та створює можливості для працевлаштування. В успішній індустрії переробки торговці металобрухтом, розбирачі автомобілів та заводи з переробки відіграють важливу роль у переробці та переробці матеріалів із зношених автомобілів. Ці підприємства не тільки одержують прибуток від продажу перероблених матеріалів, а й забезпечують робочі місця для місцевих жителів, сприяючи економічному зростанню та процвітання.

Завдяки збереженню природних ресурсів, таких як метали та пластик, переробка автомобілів допомагає скоротити викиди вуглекислого газу, пов'язані з виробництвом нових деталей, що призводить до більш екологічного майбутнього для нашої планети. Ця галузь також надає економічні можливості для підприємств, що працюють у цьому секторі, та створює робочі місця для фахівців різного профілю, таких як збирачі, механіки, продавці тощо, що робить її важливою частиною місцевої економіки.

Досвід країн з розвиненою автотранспортною інфраструктурою показує, що для раціональної утилізації автомобілів необхідно розробити законодавчі норми, що регулюють взаємини юридичних і фізичних осіб, зайнятих виробництвом, експлуатацією та утилізацією автомобілів. Вони мають стосуватися всіх стадій життєвого циклу автомобіля: від його проектування до

завершення експлуатації. «Також, наприклад, в країнах Європи використовують додаткові стимули, що спонукають власників машин самостійно приймати рішення щодо утилізації власного автомобіля. У кожній країні ЄС – свій набір інструментів. Найпоширеніші з них:

- екологічний податок – він збільшується разом із віком машини;
- заборона на в'їзд у деякі зони на машинах, що мають дизельний двигун;
- знижка на придбання нової машини, якщо утилізована стара;
- штрафи, якщо власник просто покинув свою машину на вулиці та відмовився її утилізувати.

У країнах Європи законодавство побудовано так, що здати машину на утилізацію – це вигідний і раціональний крок. Так держава піклується і про довкілля, і про економіку» [38].

Проте, автомобілі, що утилізуються, не слід розглядати тільки як джерело вторинних матеріалів. Прискорене оновлення автопарку призвело до того, що з експлуатації часто виводиться техніка, вузли та компоненти якої цілком придатні для подальшої експлуатації.

Внаслідок нерівномірності конструкції багато деталей виведених з експлуатації автомобілів не виробляють свій ресурс і можуть бути використані або без будь-якої доробки, або після відновлення вихідних геометричних і фізико-механічних характеристик. Такі технології добре відомі і давно використовуються на великих вітчизняних авторемонтних підприємствах. Але все це можливо лише за умови ретельного очищення та регламентованого розбирання не тільки автомобіля, а й його вузлів та агрегатів.

Досвід, накопичений у країнах Євросоюзу, США, Японії, свідчить про те, що правильне розбирання автомобілів, що піддаються рециклінгу, дозволяє повернути в автоскладальне та авторемонтне виробництво до 70...80% знятих вузлів, деталей і агрегатів, у тому числі 40.. .60 % після відновлення, а також спростити та здешевити видову сепарацію продуктів утилізації. Зняті з автомобілів деталі проходять дефектоскопію на предмет виявлення відхилень їх

геометричних і фізико-механічних характеристик від вимог конструкторської документації.

Для раціональної утилізації виведених з експлуатації автомобілів виробник повинен подати регламент утилізації автомобілів.

Стратегія поводження з автомобілями, що утилізуються, заснована на екологічній та економічній ефективності. Для реалізації такої стратегії розробник автотранспортного засобу має:

- провести аналіз усієї номенклатури деталей, вузлів та агрегатів на предмет визначення можливості повторного їх використання в автоскладальному виробництві та автосервісі;
- розробити пропозиції щодо допустимих відхилень вторинних деталей від конструкторської документації;
- розробити регламенти на розбирання, очищення автомобіля та його агрегатів;
- розробити технологічне оснащення та інструмент для розбирання утилізованого автомобіля;
- створити потужності з розбирання автомобіля та відновлення деталей, вузлів та агрегатів.

Звичайно, така робота під силу насамперед виробнику автотехніки. І вже принаймні вона повинна проводитися при його контролі за дотриманням регламентів на виконання всіх робіт.

Вирішення проблеми утилізації автотранспортних засобів дозволило б Україні отримати істотне додаткове джерело доходу в бюджет, зменшити звалища відходів та зробити нові робочі місця для українців. Для оцінки екологічної та економічної можливості організації системи авторециклінгу в Україні на перших стадіях необхідно провести оцінку матеріальних ресурсів, які знаходяться в найбільш поширених в Україні старих автомобілях та можливості їх вторинної переробки в сучасних умовах України [42]

Рециклінг є найбільш економічно та екологічно ефективним способом вирішення проблеми відходів автомобільного транспорту. Процес рециклізації відходів у кінцевому вигляді повинен включати етап збору, переробки та

ліквідації полігонів. В даний час рециклінг відходів автомобільного транспорту обмежений технічними ресурсами переробних підприємств та потребами регіону у вторинній сировині. Отже, його вдосконалення пов'язане із формуванням сучасної інфраструктури з переробки відходів автомобільних транспортних засобів та розвитком ринку вторинної сировини.

5.2 Визначення розмірів еколого-економічних збитків від утворення несанкціонованого звалища автомобілів, що відпрацювали свій термін

Основним видом негативного впливу на земельні ресурси від неутилізованих автомобілів, що відпрацювали свій термін є захащення (засмічення) території. Тому для визначення розміру збитку можна використати «Методику визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства» [26].

Розмір шкоди внаслідок засмічення земель визначається за формулою:

$$P_{\text{шз}} = A \cdot B \cdot \Gamma_{\text{оз}} \cdot \Pi_{\text{дз}} \cdot K_{\text{зз}} \cdot K_{\text{ег}}, \quad (5.1)$$

де $P_{\text{шз}}$ – розмір шкоди від засмічення земель, грн;

A – питомі витрати на ліквідацію наслідків засмічення земельної ділянки, значення якого дорівнює 0,5;

B – коефіцієнт перерахунку, що при засміченні земельної ділянки побутовими, промисловими та іншими відходами дорівнює 15, а небезпечними відходами – 300.

$\Gamma_{\text{оз}}$ – нормативна грошова оцінка земельної ділянки, що зазнала засмічення, грн /м²;

$\Pi_{\text{дз}}$ – площа засміченої земельної ділянки, м²;

$K_{\text{зз}}$ – коефіцієнт засмічення земельної ділянки, що характеризує ступінь засмічення її відходами, який визначається за додатком 20;

$K_{\text{ег}}$ – коефіцієнт еколого-господарського значення земель визначається за додатком 15.

Визначимо розмір шкоди від утворення несанкціонованого звалища відпрацьованих автомобілів, що спричинило засмічення земельної ділянки розміром 360 м². Ділянка відноситься до земель житлової та громадської забудови. Кількість автомобілів, що відпрацьовали свій термін і розташовані на звалищі – 116 штук, що приблизно відповідає масі 139 тонн. Нормативна грошова оцінка земельної ділянки – 835,62 грн/м².

Розрахунок виконано у вигляді таблиці (табл. 5.1)

Розмір шкоди внаслідок засмічення земель визначаємо за формулою (5.1):

$$P_{\text{ШЗ}} = 0,5 \cdot 15 \cdot 835,62 \cdot 360 \cdot 4 \cdot 1 = 9024696 \text{ грн}$$

Таблиця 2.3. Розрахунок розміру шкоди, нанесеної земельним ресурсам в результаті несанкціонованого звалища відпрацьованих автомобілів

Показники	Позначення показника	Значення показника
Площа несанкціонованого звалища відпрацьованих автомобілів, м ²	П _{дз}	360
Маса відходів, т	М _в	139
Питомі витрати на ліквідацію наслідків засмічення	А	0,5
Коефіцієнт перерахунку, що при засміченні земельної ділянки побутовими, промисловими та іншими відходами дорівнює 15, а небезпечними (токсичними) відходами – 300	Б	15
Нормативна грошова оцінка земельної ділянки (проіндексована), грн/м ²	Г _{оз}	835,62
Коефіцієнт засмічення земельної ділянки	К _{зз}	4
Коефіцієнт еколого-господарського значення земель	К _{ег}	1
Розмір шкоди, грн	Р _{шз}	9024696

Розрахунок розміру шкоди, нанесеної водним ресурсам в результаті несанкціонованого звалища відпрацьованих автомобілів виконуємо за «Методикою розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі

внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів» [25].

Розрахунок розміру відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення підземних вод фільтратом сміттєзвалищ промислових відходів здійснюється за формулою:

$$З = K_{\text{кат}} \cdot K_{\text{рп}} \cdot L \cdot [(M_{\text{Фі1}} \cdot \gamma_{i1}) + (M_{\text{Фі2}} \cdot \gamma_{i2}) + \dots (M_{\text{Фіm}} \cdot \gamma_{im})], \quad (5.2)$$

$K_{\text{кат}}$ – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно [25];

$K_{\text{рп}}$ – регіональний коефіцієнт дефіцитності підземних вод, який визначається згідно [25];

L – коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод: для ґрунтових вод $L = 1,0$;

$M_{\text{Фі}}$ – маса i -ї забруднюючої речовини, що потрапила в підземні води, т,

γ_i – питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т, який визначається за формулою

$$\gamma_i = \gamma \cdot A_i, \quad (5.3)$$

де γ – проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у поточному році, грн/т, $\gamma = 3076,16$ грн/т [25].

A_i – безрозмірний показник відносної небезпечності i -ї забруднюючої речовини.

У структурі шкідливих речовин, що можуть витікати з відпрацьованого автомобіля на звалищі, найбільші значення мають: відпрацьоване мастило, антифриз, бензин, акумуляторні електроліти з вмістом свинцю. Основні показники по зазначених забруднюючих речовинах наведені в табл. 5.2. Враховуємо, що площа несанкціонованого звалища 360 м^2 , кількість автомобілів на звалищі – 116 шт, звалище розташовано в Миколаївській області.

Таблиця 5.2. Показники забруднюючих речовин

Назва	Приблизна маса в 1-му автомобілі, кг	Приблизна маса в 116 автомобілях на звалищі, т	Показник відносної небезпечності забруднюючої речовини	Питомий економічний збиток, $\gamma_i = \gamma \cdot A$, грн/т
Масило	5,25	0,609	20	61523,2
Антифриз (етиленгліколь)	3,75	0,435	3,5	10766,56
Акумуляторний свинець	3,4	0,394	11	33837,76
Бензин	2,0	0,232	20	61523,2

Виконуємо розрахунок збитків, завданих підземним ґрунтовим водам за формулою (5.2):

$$З = 5 \cdot 1,46 \cdot 1 \cdot [(0,609 \cdot 61523,2) + (0,435 \cdot 10766,56) + (0,394 \cdot 33837,76) + (0,232 \cdot 61523,2)] = 509223 \text{ грн.}$$

Визначаємо загальну суму збитків:

$$9024696 + 509223 = 9533919 \text{ грн.}$$

Таким чином розмір шкоди нанесеної земельним та водним ресурсам, в результаті утворення несанкціонованого звалища відпрацьованих автомобілів на площі 360 м² буде становити майже 9534 тис. гривень.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальні положення охорони праці

Охорона праці – це система забезпечення безпеки життя та здоров'я, що працюють у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційні, технічні, психофізіологічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи та засоби.

Безпека виробництва – це оптимальний баланс стану технологічного процесу, обладнання, робочих місць та поведінки людини, що обмежує вплив на працівника небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Безпечні умови праці – умови праці, за яких виключено вплив на працівників шкідливих та (або) небезпечних виробничих факторів або рівні їх впливу не перевищують встановлених нормативів

Основними принципами державної політики у галузі охорони праці є:

- пріоритет життя та здоров'я працівників стосовно результатів виробничої діяльності;
- забезпечення гарантій права працівників на охорону праці;
- встановлення обов'язків усіх суб'єктів правовідносин у галузі охорони праці, повної відповідальності роботодавців за забезпечення здорових та безпечних умов праці;
- вдосконалення правовідносин та управління у цій сфері, включаючи впровадження економічного механізму забезпечення охорони праці.

Основними напрямками державної політики у галузі охорони праці є:

- пріоритет збереження життя та здоров'я працюючих;
- відповідальність роботодавця за створення здорових та безпечних умов праці;
- комплексне вирішення завдань охорони праці на основі державних, галузевих та територіальних цільових програм щодо покращення умов та

охорони праці з урахуванням напрямів економічної та соціальної політики, досягнень у галузі науки та техніки;

- соціальний захист працюючих, відшкодування шкоди особам, які зазнали при нещасних випадках на виробництві та (або) отримали професійні захворювання;
- встановлення єдиних вимог щодо охорони праці для всіх роботодавців;
- використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо покращення умов та охорони праці;
- інформування громадян, навчання працівників з питань охорони праці;
- взаємодія органів державного управління та інших державних організацій, підпорядкованих Уряду України, місцевих виконавчих та розпорядчих органів, органів, уповноважених на здійснення контролю (нагляду), професійних спілок, роботодавців;
- співробітництво між роботодавцями та працюючими;
- використання міжнародного досвіду організації роботи з покращення умов та підвищення безпеки праці.

6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Всі небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою дії поділяються такі групи.

Фізичні фактори:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини машин;
- обладнання, гострі кромки, задирки, що падають з висоти або предмети, що відлітають;
- підвищений рівень шкідливих аерозолів, парів, газів;
- підвищений рівень інфрачервоних, ультрафіолетових, електромагнітних та інших випромінювань,
- підвищений рівень шуму, вібрацій, ультразвуку, інфразвуку;
- наявність струму в електричному ланцюзі;

- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів тощо.

Хімічні чинники поділяються:

а) за характером на організм людини (токсичні, дратівливі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію);

б) за шляхом проникнення в організм людини (через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви та слизові оболонки).

Біологічні фактори включають такі біологічні об'єкти: патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) та продукти їх життєдіяльності, а також мікроорганізми (рослини та тварини).

Психофізіологічні фактори – це фізичні навантаження (статичні та динамічні) та нервово-психічні перевантаження (розумова перенапруга, перенапруга аналізаторів, монотонність праці, емоційні навантаження).

Один і той же небезпечний та шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може відноситися одночасно до різних груп

Небезпечними та шкідливими виробничими факторами при виконанні робіт слюсарем-механіком під час ремонту та демонтажу (розбирання) автомобілів є:

- токсичні, горючі рідини, мастильні матеріали та їх випаровування;
- вихлопні гази двигуна;
- електричний струм;
- рухомі частини вузлів та агрегатів;
- вивішений автомобіль;
- незручна робоча поза;
- гострі кромки деталей, вузлів, агрегатів, інструментів та пристроїв.

Роботодавці повинні приймати відповідні заходи для захисту працівників від ризиків, виявлених у процесі їх оцінки. Насамперед слід усувати небезпечні фактори за допомогою такого технічного методу, як заміна небезпечних матеріалів менш небезпечними. Якщо це неможливо, роботодавець має

забезпечити вирішення проблем з охороною праці за допомогою таких технічних заходів, як застосування технічних засобів контролю, зміна компонування, створення захисних бар'єрів, застосування удосконалених захисних та захисних пристроїв, вентиляції, шумопоглинаючих кожухів та ергономічних рішень. Якщо неможливо і це, необхідно забезпечувати безпеку працівників за рахунок їх навчання, застосування безпечних методів виконання робіт та здійснення контролю над ними. А в тих випадках, коли залишкові небезпечні фактори неможливо контролювати і такими заходами, слід вдаватися до використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), що доповнюються розвішаними на робочих місцях плакатами з відповідною інформацією з техніки безпеки та попереджувальними знаками.

Якщо для забезпечення безпеки та збереження здоров'я працівників потрібне застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), ці засоби повинні відповідати своєму призначенню, підходити працівникам за розміром та надаватися їм безоплатно. Роботодавець повинен вживати заходів до того, щоб засоби індивідуального захисту були в наявності, використовувалися працівниками, зберігалися та утримувалися у справному стані та з дотриманням заходів безпеки. Підбір засобів індивідуального захисту необхідно здійснювати за погодженням із працівниками, та працівники повинні проходити підготовку з питань застосування таких засобів.

Відповідно до норм видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту слюсарю-механіку з ремонту та демонтажу автомобілів видаються:

- костюм х/б на термін носіння 12 місяців;
- черевики шкіряні на термін носіння 12 місяців;
- окуляри захисні – чергові;
- протигаз – черговий.

Роботодавець зобов'язаний замінити або відремонтувати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту, які стали непридатними до

закінчення встановленого терміну носіння з причин, що не залежать від працівника.

6.3 Розрахунок освітленості виробничого приміщення

Виконаємо розрахунок загального штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку для виробничого приміщення – ділянки демонтажу автомобіля. Вихідні дані наведено в табл. 6.1 і табл. 6.2.

Таблиця 6.1. Вихідні дані

Параметр	Величина параметру
Приміщення	Ділянка демонтажу автомобіля
Довжина примяження, A	12 м
Ширина приміщення, B	6 м
Висота приміщення, H	5 м
Джерело освітленості	Люмінесцентні лампи
Тип світильника	ЛПО 01
Характеристика зорової роботи	Середньої точності, IV розряд
Характеристика фону	Світлий
Нормована мінімальна освітленість, E	300 лк
Освітлення	бокове

Таблиця 6.2. Характеристика світильника

Тип світильника	Кількість ламп у світильнику	Потужність лампи, Вт	Габаритні розміри, мм			Група
			довжина	ширина	висота	
ЛПО 01-2x40	2	40	1313	225	118	8

Висота приміщення $H = 5$ м.

Висота робочого місця $h_p = 0,8$ м під час роботи сидячи,

Висота від стелі до світильника приймаємо $h_c = 0,5\text{ м}$

Висота підвісу світильників:

$$H_p = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

Індекс приміщення визначаємо за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A+B)} = \frac{12 \cdot 6}{3,7 \cdot (12+6)} = 1,09.$$

Коефіцієнти відображення:

Біла стеля $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$

Жовті стіни $\rho_{\text{стін}} = 50\%$

Сіра підлога $\rho_{\text{підл}} = 30\%$

Коефіцієнт використання світлового потоку визначаємо за табл. 23 [39] $\eta = 43\%$.

Коефіцієнт запасу $K_z = 1,5$ [39].

$$S = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}^2,$$

$Z = 1,10$ для люмінесцентних ламп [39];

$n = 2$ кількість ламп в світильники;

Світловий потік лампи ЛБ-40: $F_{\text{л}} = 3000 \text{ лм}$

Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{n \cdot F_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 72 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{2 \cdot 3000 \cdot 0,43} = 14 \text{ шт.}$$

Таким чином, приймаємо 14 світильників, по 2 лампи в кожному.

Відстань від крайнього ряду світильників до стіни приймаємо рівною:

$$0,5 \cdot H_p = 0,5 \cdot 3,7 = 1,85 \text{ м.}$$

Кількість рядів:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B - 0,5 \cdot H_p}{H_p} + 1 = 2,1.$$

Приймаємо 2 ряди світильників. У кожному ряду – 7 світильників.

План приміщення з розміщенням світильників наведено на рис.6.1.

Загальна потужність освітлювально устаткування у приміщенні становить

$$P_{\text{заг}} = 14 \cdot 2 \cdot 40 = 1120 \text{ Вт} = 1,12 \text{ кВт}$$

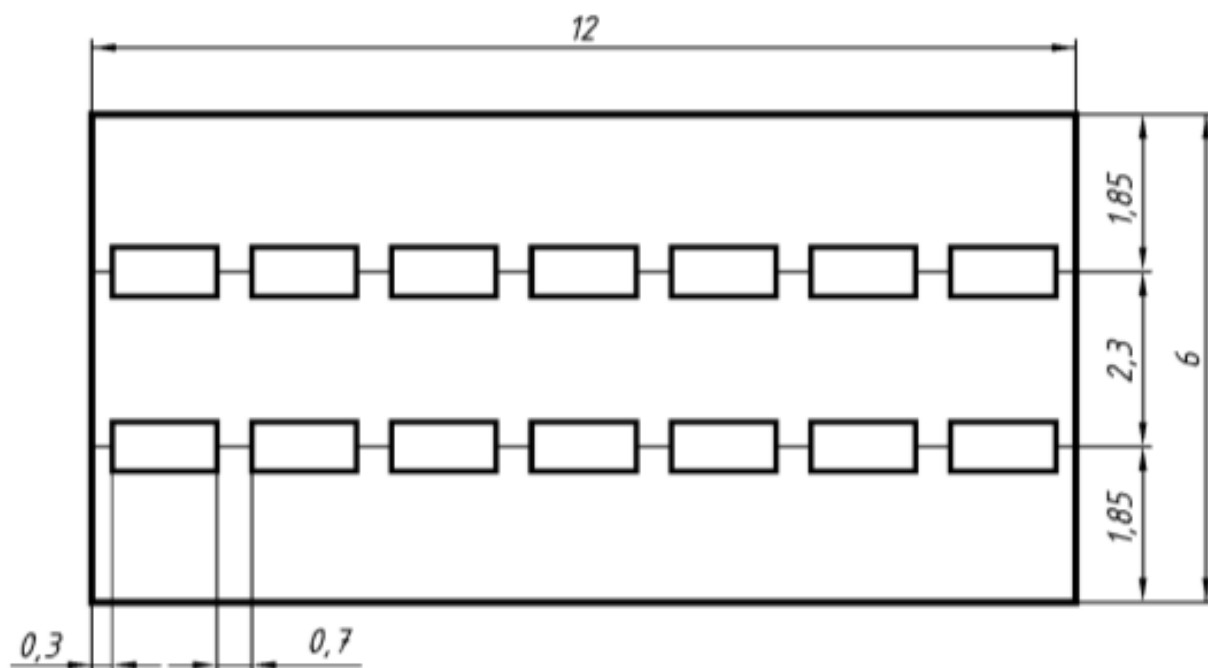


Рис. 6.1. План розміщення світильників у виробничому приміщенні

6.4 Вимоги техніки безпеки слюсаря-механіка при демонтажу автомобілів

Загальні вимоги безпеки

До самостійної роботи слюсарем-механіком (далі слюсарем) допускаються особи не молодші 18 років, які мають професійну підготовку та пройшли:

- попередній медичний огляд.
- вступний інструктаж,
- навчання безпечним методам та прийомам праці та перевірку знання безпеки праці у кваліфікаційній комісії,
- первинний інструктаж на робочому місці.

До роботи з електрифікованим інструментом та обладнанням допускаються слюсарі, які пройшли відповідне навчання та інструктаж, що мають першу кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Виконання робіт, не пов'язаних із обов'язками слюсаря, допускається після проведення цільового інструктажу.

Слюсар зобов'язаний:

Дотримуватись норм, правил та інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки та правил внутрішнього трудового розпорядку.

Правильно застосовувати колективні та індивідуальні засоби захисту, дбайливо ставитися до виданих у користування спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту.

Негайно повідомляти свого безпосереднього керівника про будь-який нещасний випадок, що стався на виробництві, ознаки професійного захворювання, а також ситуацію, яка створює загрозу життю та здоров'ю людей.

Виконувати лише доручену роботу. Виконання робіт підвищеної небезпеки проводиться у разі наряду-допуску, після проходження цільового інструктажу.

Забороняється вживати спиртні напої, і навіть розпочинати роботу може алкогольного чи наркотичного сп'яніння. Курити дозволяється лише у спеціально обладнаних місцях.

У разі пожежі повідомити в пожежну охорону за телефоном або сповіщувачем та керівником робіт. Почати гасіння вогнища пожежі наявними засобами пожежогасіння.

При захворюванні або травмуванні як на роботі, так і поза нею, необхідно повідомити про це керівника та звернутися до лікувального закладу.

У разі нещасного випадку слід надати допомогу потерпілому відповідно до інструкції з надання долікарської допомоги, викликати працівника медичної служби. Зберегти до розслідування ситуацію на робочому місці такою, якою вона була в момент події, якщо це не загрожує життю та здоров'ю оточуючих і не призведе до аварії.

При виявленні несправності обладнання, пристроїв, інструмента повідомити про це керівника. Користуватися та застосовувати у роботі несправне обладнання та інструменти забороняється.

Виконуючи трудові обов'язки, слюсар зобов'язаний дотримуватись таких вимог:

- ходити тільки по встановлених проходах, перехідних містках та майданчиках;
- не сідати і не спиратися на випадкові предмети та огороження;
- не підніматися і не спускатися бігом сходовими маршами та перехідними містками;
- не торкатися електричних проводів, кабелів електротехнічних установок;
- не усувати несправності в освітлювальній та силовій мережі, а також пускових пристроях;
- не перебувати у зоні дії вантажопідіймальних машин.

Звертати увагу на знаки безпеки, сигнали та виконувати їхні вимоги. Забороняючий знак безпеки з написом «Не включати – працюють люди!» має право зняти лише той працівник, який його встановив. Забороняється включати в роботу обладнання, якщо на пульті управління встановлено заборонний знак безпеки з написом «Не включати – працюють люди!».

При пересуванні по території необхідно дотримуватися таких вимог:

- ходити пішохідними доріжками, тротуарами;
- переходити залізничні колії та автомобільні дороги у встановлених місцях;
- при виході з будівлі переконатися у відсутності транспорту, що рухається.

Для пиття слід вживати воду із сатураторів, обладнаних фонтанчиків або питних бачків.

Приймати їжу слід в обладнаних приміщеннях (їдальні, буфеті, кімнаті прийому їжі).

. Виконання робіт підвищеної небезпеки проводиться у разі нарядно-допуску після проходження цільового інструктажу.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Одягти спецодяг. Переконатись, що вона справна. Працювати у легкому взутті (тапочках, сандалях, кросівках, кедах) не дозволяється.

Автомобілі, що спрямовуються на пости технічного обслуговування та ремонту, повинні бути вимиті, очищені від бруду та снігу. Постановка автомобілів на посади технічного обслуговування та ремонту здійснюється під керівництвом відповідальної особи.

Після постановки автомобіля на пост необхідно загальмувати його гальмом стоянки, вимкнути запалення (перекрити подачу палива в автомобілі з дизельним двигуном), встановити важіль перемикачів передач в нейтральне положення, під колеса підкласти не менше двох спеціальних упорів (черевиків). На рульове колесо має бути повішена табличка з написом "Двигун не пускати - працюють люди!" На автомобілях, що мають дублюючий пристрій для пуску двигуна, аналогічна табличка повинна вивішуватись і у цього пристрою.

При обслуговуванні автомобіля на підйомнику на пульті керування підйомником має бути вивішена табличка з написом «Не чіпати – під автомобілем працюють люди!».

У робочому (піднятому) положенні плунжер гідравлічного витягу повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість мимовільного опускання підйомника.

Перед проведенням робіт, пов'язаних з провертанням колінчастого та карданного валів, необхідно додатково перевірити вимкнення запалення (перекриття подачі палива для дизельних автомобілів), нейтральне положення важеля перемикачів передач, звільнити важіль гальма стоянки.

Після виконання необхідних робіт автомобіль слід загальмувати гальмом стоянки.

При необхідності виконання робіт під автомобілем, що знаходиться поза оглядовою канавою, підйомником, естакадою, працівники повинні забезпечуватися лежачими.

Підмостки повинні бути стійкими і мати поручні та сходи. Металеві опори риштування повинні бути надійно пов'язані між собою.

Дошки настилу риштування повинні бути укладені без зазорів і надійно закріплені. Кінці дощок повинні бути на опорах. Товщина дощок риштування повинна бути не менше 40 мм.

Переносні дерев'яні сходи повинні мати різні сходинки шириною не менше 150 мм.

Сходи-драбини повинні бути такої довжини, щоб робітник міг працювати зі сходинки, що віддалялася від верхнього кінця сходів не менше, ніж на один метр. Нижні кінці сходів повинні мати наконечники, що перешкоджають її ковзанню.

Перед зняттям вузлів та агрегатів системи живлення, охолодження та змащення автомобіля, коли можливе витікання рідини, необхідно попередньо злити з них паливо, олію та охолоджувальну рідину у спеціальну тару, не допускаючи їх проливання.

Перед початком роботи з електроінструментом слід перевірити наявність та справність заземлення. При роботі електроінструментом з напругою вище 42 В необхідно користуватися захисними засобами (гумовими рукавичками, калошами, килимками, дерев'яними сухими стелажками).

Перед тим, як користуватися переносним світильником, необхідно перевірити, чи є на лампі захисна сітка, чи кабель та його ізоляція справні.

Оглядові канави, траншеї та тунелі повинні утримуватися в чистоті, не захащуватися деталями та різними предметами. На підлозі канави повинні встановлюватись міцні дерев'яні ґрати. Оглядові канави та естакади повинні мати колесовідбійні бруси (реборди).

Автомобілі, що працюють на газовому паливі, можуть в'їжджати на посади технічного обслуговування та ремонту лише після переведення їх на роботу на бензин (дизельне паливо).

Вимоги безпеки під час роботи

При виконанні операцій з технічного обслуговування, що потребує роботи двигуна автомобіля, вихлопну трубу з'єднайте з витяжною вентиляцією, а за її відсутності вживіть заходів щодо видалення з приміщення відпрацьованих газів.

При роботі на поворотному стенді (перекидачу) необхідно попередньо надійно зміцнити автомобіль на ньому, злити паливо з паливних баків та рідину із системи охолодження та інших систем, щільно закрити маслозаливну горловину двигуна та зняти акумуляторну батарею.

При вивішуванні частини автомобіля, причепа, напівпричепа підйомними механізмами (домкратами, телями і т.д.), крім стаціонарних, необхідно спочатку підставити під колеса, що не піднімаються, спеціальні упори (черевики), потім вивісити автомобіль, підставити під вивішену частину козелки і опустити на них автомобіль .

Забороняється:

- працювати лежачи на підлозі (землі) без лежачка;
- виконувати будь-які роботи на автомобілі (причепі, напівпричепі), вивішеному тільки на одних підйомних механізмах (домкратах, телях тощо), крім стаціонарних;
- підкладати під вивішений автомобіль (причіп, напівпричіп) замість козелків диски коліс, цеглу та інші випадкові предмети;
- знімати та ставити ресори на автомобілях (причепах, напівпричепах) всіх конструкцій та типів без попереднього їх розвантаження від маси кузова шляхом вивішування кузова із встановленням козелків під нього чи раму автомобіля;
- проводити ремонт та демонтаж автомобіля при працюючому двигуні, за винятком окремих видів робіт, технологія проведення яких вимагає пуску двигуна;
- піднімати (вивішувати) автомобіль за буксирні пристрої (гаки) шляхом захоплення за них тросами, ланцюгом або гаком підйомного механізму;

- піднімати (навіть короткочасно) вантажі масою більше, ніж це зазначено на табличці даного підйомного механізму;

- знімати, встановлювати та транспортувати агрегати при зачалуванні їх тросом чи канатами;

- піднімати вантаж при косому натягу троса або ланцюгів;

- працювати на несправному обладнанні, а також з несправними інструментами та пристроями;

- залишати інструмент та деталі на краях оглядової канами;

- працювати під піднятим кузовом автомобіля-самоскида, самоскидного причепа без спеціального додаткового упору;

- використовувати випадкові підставки та підкладки замість спеціального додаткового упору;

- працювати з пошкодженими чи неправильно встановленими упорами;

- пускати двигун і переміщати автомобіль при піднятому кузові;

- виконувати ремонтні роботи під піднятим кузовом автомобіля-самоскида, самоскидного причепа без попереднього його звільнення від вантажу;

- провертати карданний вал за допомогою брукхту або монтажноі лопатки;

- здувати пил, тирсу, стружку, дрібні обрізки стисненим повітрям.

Під час роботи гайковими ключами необхідно підбирати їх відповідно до розмірів гайок, правильно накладати ключ на гайку. Не можна підтискати гайку ривком.

При роботі зубилом або іншим інструментом, що рубає, необхідно користуватися захисними окулярами для запобігання очам від ураження металевими частинками, а також надягати на зубило захисну шайбу для захисту рук.

Перевіряти співвісність отворів можна за допомогою конусної оправки, а не пальцем.

Зняті з автомобіля вузли та агрегати слід встановлювати на спеціальні стійкі підставки, а довгі деталі – на стелажі.

Під час роботи пневматичним інструментом подавати повітря дозволяється після встановлення інструмента в робоче положення.

З'єднувати шланги пневматичного інструменту та роз'єднувати їх дозволяється після відключення подачі повітря.

Паяльні лампи, електричні та пневматичні інструменти дозволяється видавати особам, які пройшли інструктаж та знають правила поводження з ними.

При перевірці рівня олії та рідини в агрегатах забороняється користуватися відкритим вогнем.

При заміні або доливі олій та рідин в агрегати зливні та заливні пробки необхідно відвертати та загортати призначеним для цієї мети інструментом.

Для роботи попереду та ззаду автомобіля та для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками, а для спуску в оглядову канаву та підйому з неї – спеціальними сходами.

Забороняється:

- підключати електроінструмент до мережі за відсутності або несправності штепсельного роз'єму;
- переносити електричний інструмент, тримаючи його за кабель, а також торкатися рукою частин, що обертаються, до їх зупинки;
- направляти струмінь повітря на себе або на інших під час роботи пневматичним інструментом;
- встановлювати прокладку між зівом ключа та гранями гайок та болтів, а також нарощувати ключ трубою або іншими важелями, якщо це не передбачено конструкцією ключа.

Для випробування та випробування гальм на стенді необхідно вжити заходів, що виключають мимовільне скочування автомобіля з валиків стенда.

Робота на діагностичних та інших постах з працюючим двигуном дозволяється при включеній місцевій витяжній вентиляції, що ефективно видаляє гази, що відпрацювали.

Забороняється працювати у виробничих приміщеннях, де виділяються шкідливі речовини, несправна або не вимкнена вентиляція.

На ділянках та в цехах, де ведуться роботи з деталями, забрудненими етилованим бензином, повинні встановлюватися бачки з гасом.

У разі потрапляння етилованого бензину на шкіру рук або інші частини тіла необхідно обмити ці місця гасом та теплою водою з милом.

Забороняється працювати на устаткуванні зі знятою, незакріпленою або несправною огорожею.

Роботи під піднятими кузовами машин проводяться при встановленій завязтій штанзі, що запобігає опусканню кузова.

Зняття та встановлення пружин роблять спеціальними знімачами.

Випресування та запресування втулок, підшипників та інших деталей із щільною посадкою проводять за допомогою спеціальних пристроїв, пресів або молотків з мідними бойками.

При ремонті автомобілів з високим розташуванням вузлів і деталей застосовуються драбини з сходами шириною не менше 150 мм. Застосовувати приставні драбини забороняється.

Перед початком робіт, пов'язаних із провертанням колінчастого або карданного валів, перевірте, чи вимкнено запалювання, чи перекрито подачу палива.

Під час роботи під автомобілем користуйтеся захисними окулярами, лежаками.

Заміну ресор проводьте після їх розвантаження та встановлення автомобіля на підставки.

При запуску двигуна тримати заводну рукоятку так, щоб усі пальці обхоплювали її з одного боку.

При обкатуванні двигуна остерігайтеся його частин, що обертаються.

Перед накачуванням шин після встановлення на колесо переконайтеся, що запірне кільце правильно встановлено в пазі диска.

Щоб уникнути травмування диском, що вилітає, накачувати колесо слід із запобіжноювилкою або в спеціальній кліті.

Не можна знімати з машини агрегати, вузли, коли під машиною працюють люди.

Не можна укладати і ставити біля машини, на підніжки, на естакади зняті агрегати, вузли та деталі, тому що вони можуть впасти і завдати травми працюючим.

При заміні мостів та ресор під піднятий кінець рами підставте спеціальні підставки. Забороняється замість підставок використовувати різні предмети або залишати машину на домкратах.

Вимоги безпеки у аварійних ситуаціях

У разі вимкнення електроживлення припиніть роботу та доповісти керівнику. Не намагайтеся самостійно з'ясувати та усувати причину. Пам'ятайте, що напруга може так само несподівано з'явитися.

При загорянні або пожежі пам'ятайте, що гасити електроустановки слід вуглекислотними вогнегасниками, сухим піском, щоб уникнути ураження електричним струмом.

Розлите масло та паливо необхідно негайно видаляти за допомогою піску або тирси, які після використання слід зсипати в металеві ящики з кришками, що встановлюються поза приміщенням.

При будь-якій несправності редукторів високого та низького тиску, електромагнітного запірного клапана необхідно закрити витратні та магістральні вентилі, а несправні вузли зняти з автомобіля та направити на перевірку у спеціальну майстерню (на спеціалізовану ділянку).

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Упорядкувати робоче місце. Заберіть інструменти та пристрої.

Прибрати робоче місце від пилу, тирси, стружки, дрібних металевих обрізків слід щіткою.

Доповісти керівнику про несправності, що виникали в процесі роботи.

Очистити спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

Вимити обличчя та руки з милом або прийняти душ.

ВИСНОВКИ

1. Рециклінг автомобілів, що відпрацювали свій термін, забезпечує безліч переваг як для навколишнього середовища, так і для суспільства: зменшує кількість відходів; зберігає природні ресурси; знижує викиди вуглекислого газу; створює робочі місця; покращує стан здоров'я та безпеку населення; забезпечує доступність запчастин, що придатні для подальшого використання; сприяє підвищенню ефективності використання енергетичних ресурсів.

2. Система рециклінгу автомобілів має забезпечувати: формування нормативно-правової бази, що регламентує діяльність усіх учасників системи; розвиток інфраструктури збору, транспортування та переробки зношених деталей та автомобілів; механізми фінансування витрат, пов'язаних з утилізацією відпрацьованих автомобілів; систему вимог до підприємств, що займаються утилізацією автомобілів; систему вимог до розробників та виробників вітчизняних автомобілів та імпортерів автомобілів закордонного виробництва.

3. Процес рециклінгу автомобіля складається з технологічних операцій, які включають в себе: огляд, складання калькуляції та технологічної карти; злив експлуатаційних рідин; зняття найбільш екологічно шкідливих компонентів (аккумуляторів, балансувальних вантажів, галогенних лампочок тощо); вирізання скла, зняття оббивних матеріалів та їх сортування за видами майбутньої вторинної сировини; зняття силового агрегату та відділення від випускної системи нейтралізатора, що містить дорогоцінні метали; подрібнення на шредерних установках непридатних до використання деталей корпусу автомобілів; сортування та брикетування вторинних матеріалів.

4. Утилізація автомобілів в багатьох країнах світу досягла значного рівня ефективності завдяки високим показникам вторинної переробки. У середньому переробляється близько 80-85% маси автомобіля. Найчастіше піддаються рециклінгу металеві компоненти, зокрема залізо та кольорові метали, які складають значну частку маси автомобіля і мають високу вартість як вторинна

сировина. Проте пластик, скло, електроніка та інші матеріали залишаються більш складними для переробки через свою складну хімічну структуру і наявність домішок. Вдосконалення технологій вторинної переробки для цих матеріалів може допомогти зменшити кількість відходів.

5. Обґрунтовано основні напрями забезпечення доступної та ефективної технології рециклінгу відпрацьованих автомобілів. До них треба віднести: вибір матеріалів, оптимізація конструкції, стандартизація та уніфікація матеріалів і компонентів автомобілів для спрощення їх сортування та переробки; маркування матеріалів; удосконалення технології демонтажу; інноваційні методи повторного використання та переробки отриманої сировини; законодавчі та регуляторні заходи; програми з підвищення екологічної свідомості серед споживачів, що заохочують здавати автомобілі для утилізації.

6. Досліджено процеси оптимізації рециклінгу автомобілів на підприємствах японської фірми МАТЕС. Для підвищення ефективності процес утилізації поділено на чотири виробництва: завод з осушення, демонтажу, відбору деталей відпрацьованих автомобілів та матеріалів для повторного використання; завод з подрібнення кузову на шредері; завод із подрібнення зношених шин; завод з переробки ASR (відходів шредерного виробництва). Такий комплексний підхід допомагає зробити цей вид діяльності економічно вигідним та екологічно безпечним. Досвід фірми показує, що за належної організації системи збору та утилізації відслужили автомобілів вдається вдруге переробити понад 90% маси автомобіля.

7. Виконано розрахунок еколого-економічних збитків від утворення несанкціонованого звалища площею 360 м² не утилізованих автомобілів, що відпрацьовали свій термін. Розмір шкоди, нанесеної земельним ресурсам становить 9,025 млн. гривень. Забруднення підземних вод відбувається в результаті просочування через ґрунт таких речовин, як відпрацьоване мастило, антифриз, бензин, акумуляторні електроліти з вмістом свинцю. Розмір відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення підземних вод фільтратом сміттєзвалища становить 509 тис. гривень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В.В., Козак О.О. Аналіз структури життєвого циклу автомобіля. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/download/1195/774>.
2. Бойченко С.В., Іванченко О.В., Лейда К., Фролов В.Ф., Яковлєва А.В.. Екологістика, рециклінг і утилізація транспорту : навчальний посібник. Київ : «Центр учбової літератури», 2019. 82 с.
3. Бойченко С.В., Лейда К. Європейський досвід і перспективи системи утилізації та рециклінгу транспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. № 2 (32). С. 15–21.
4. Боярин М. В., Нетробчук М.В., Савчук Л.А. Аналіз впливу автотранспорту на стан атмосфери міських ландшафтів (на прикладі м. Луцьк). *Вісн. Харк. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. Харків, 2015. Вип. 13. С. 54–59.
5. Вартість забруднення повітря: вплив транспорту на здоров'я. Дослідження організації економічного співробітництва і розвитку, 2014 р. URL: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9789264210448-sum-en.pdf/>.
6. Венжега, В. І., Пасов, Г. В. Зменшення впливу автомобільного транспорту на довкілля. *Технічні науки та технології*. 2020. № (4(18)). С. 28–35
7. Викиди від транспорту і як з ними боротися. Федерація роботодавців автомобільної галузі. URL: <https://fra.org.ua/uk/an/publikatsii/analitika/vikidi-vid-transportu-i-iak-z-nimi-borotisia>.
8. Виробництво з переробки шин. URL: <https://business.diia.gov.ua/idea/insiposlugi/virobnictvo-z-pererobki-sin>.
9. Войцицький А. П. Техноекологія : навч. посібник/А. П. Войцицький, В.П. Дубровський, В.М. Боголюбов [за ред. В. М. Боголюбова]. К.: Аграрна освіта, 2009. 533 с.
10. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержієвська Л.П. Екологія та автомобільний транспорт: навч. посібник. Київ: Арістей, 2006. 292 с.
11. Дослідження методів оцінки і прогнозування впливу автотранспорту на довкілля / Я. О. Забишний, Я. М. Семчук, Б. В. Долішній, В. М. Мельник.

Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2016. № 2. С. 146–152.

12. Екологічні аспекти спалювання вторинних паливних матеріалів у цементних печах / М.А. Саницький, С.Я. Хруник, О.Т. Мазурак, І.І. Кіракевич. Теорія і практика будівництва. Вісник НУ «Львівська політехніка». 2007. № 602. С. 160–165.
13. Екологічні стандарти автомобілів. URL: <https://100.ks.ua/show/ekologicheskie-standarty-avtomobiley>.
14. Екологія та якість автопарку в Україні. URL: <https://otk.in.ua/bezpeka-ruhu/ekologiya-ta-yakist-avtoparku-v-ukrayini/>.
15. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 № 2320-IX. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2023, № 17, ст.75.
16. Закон України «Про утилізацію транспортних засобів» № 421-VII від 04.07.2013. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 20-21, ст.719
17. Інженерна екологія : підручник для студ. вищ. навч. закл. /В.А. Баженов, Ісаєнко В. М., Саталкін Ю. М., Трофімович В. В., Романова З. М., Навроцький В.М. Київ : Книжкове вид-во НАУ, 2006. 491 с.
18. Кищун В. А. Утилізація автомобілів. Вісник НУ водного господарства та природокористування : зб. наук. пр. Рівне, 2008. Вип. 1. с. 297–302.
19. Клімішина М.Т. Стан та перспективи розвитку технологій переробки шин та їх вплив на довкілля. *Technology audit and production reserves*. 2016. № 6/2(32). С.57–63.
20. 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&is>.
21. Кужель В.П., Севостьянов С.М. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2013. 105 с.
22. Літвак О.А. Впровадження екологічних інновацій як головний напрям розвитку природоохоронної діяльності підприємств. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого*

- розвитку: матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції 22-23 жовтня 2020 р. Херсон : ХДАУ, 2020. С. 78–81.
23. Літвак О.А. Вирішення соціальних та екологічних питань в процесі сталого розвитку транспортної системи міста. *Проблеми екології та енергозбереження* : матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції, 17-19 вересня 2021 р. Миколаїв : Видавець Торубара В.В., 2021. С. 106–110.
24. Літвак О.А., Літвак С.М. Економіка природокористування та організація управління в екологічній діяльності. Частина друга : методичні вказівки до виконання практичних робіт. Миколаїв : НУК імені адмірала Макарова, 2024. 98 с.
25. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України 20.07.2009, № 389. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>.
26. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища 27.10.1997 № 171 (редакція від 12.01.2021). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98#Text>.
27. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р.
28. Охорона праці на підприємстві: ключові аспекти та їх значення. URL: <https://safety.org.ua/ohorona-pratsi-na-pidpryyemstvah-ukrayiny-klyuchovi-aspekty-ta-yih-znachennya/>.
29. Пляцук Л.Д., Гурець Л.Л., Будьонний О.П. Утилізація гумових відходів. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. 2007. Вип. 5/(46). Ч. 1. С. 152–154.
30. Положення про розробку інструкцій з охорони праці. Наказ Держнаглядохоронпраці № 9 від 29.01.1998. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-98>.

31. Про охорону праці. Закон України № 2694-XII від 14.10.1992. (редакція від 01.01.2024). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
32. Русіло П.О., Костюк В.В., Афонін В.М. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. вип. 18.3. С. 85–89.
33. Сайт Екодія.Транспорт. URL: <https://ecoaction.org.ua/diyalnist/transport>.
34. Серков Я.О. Охорона праці : монографія. Харків: ХНАМГ, 2002. 227 с.
35. Способи утилізації шин. URL: <https://eurokoleso.com.ua/ua/sposobi-utilizacii-shin>.
36. Ткачук А.І., Богомаз-Назарова С.М. Основи охорони праці. Курс лекцій: навчальний посібник. Кропивницький: ПП «Центр оперативної поліграфії "Авангард"». 2017. 156 с.
37. Транспортна екологія: навчальний посібник / О.І. Запорожець, та ін. ; за заг. редакцією С. В. Бойченка. Київ: НАУ, 2017. 507 с.
38. Три варіанти, як утилізувати автомобіль в Україні. URL: <https://ukraine-oss.com/try-varianty-yak-utylizuvaty-avtomobil-v-ukrayini/>
39. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок: навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2001. 84 с.
40. Український автопарк постарішав. 10.03.2023 URL: <https://autoconsulting.ua/article.php?sid=53408>
41. Утилізація автомобілів. URL: <https://ferko.kiev.ua/poslugi/elementor-1266/>
42. Утилізація авто мотлоху успішно похована ще до її народження. Дзеркало тижня, 19 лютого 2021 р. URL: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/utilizatsiya-avtomotlokhu-uspishno-pokhovana-shche-do-jiji-narodzhennja.html>
43. Утилізація шин. URL: <https://ecological.investments/shini/>.
44. Утилізація: що робити зі старим авто. Інститут досліджень авто ринку, 2021. URL: <https://eauto.org.ua/news/57-utilizaciya-shcho-robiti-zi-starimi-avto#:~:text=>
45. Федотова І.В. Оцінювання рівня екологічної безпеки автотранспортного підприємства. *Економіка транспортного комплексу*. 2017. Вип. 29. С. 30-40.
46. Франчук Г. М., Ісаєнко В. М., Запорожець О. І. Урбоекологія і техноекоекологія: навчально-методичний посібник. Київ: НАУ, 2007. 200 с.

47. Хілл Н., Віндіск Е., Клименко О. Розробка національної політики щодо регулювання викидів CO₂ та споживання енергії дорожнім транспортом в Україні. Підсумковий звіт для проекту Clima East. 2016. 252 с.
48. Чернишов О. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. Харків : ГО «Міські реформи». 2016.
49. Чернюк Л. Г. Транспорт і охорона навколишнього середовища в регіонах України. Монографія / Л. Г. Чернюк, Т. В. Пепа та інші.: Київ: Науковий світ, 2004. 190 с.
50. Шинкаренко М.К. Можливості утилізації і рециклінгу відпрацьованих автотранспортних засобів в Україні. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8e294e7e-28e6-4b44-83a1-71f3f42707b2/content/>
51. Auto recycling. URL: <https://medium.com/@albertacashforcar/auto-recycling-4abba63d0912>.
52. Bieker G. *A Global Comparison of the Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Combustion Engine and Electric Passenger Cars*. ICCT, 2021. URL: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/07/Global-Vehicle-LCA-White-Paper-A4-revised-v2.pdf>.
53. Climate Watch (n.d.). *Historical GHG Emissions*. Retrieved January 23, 2023. URL: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2019&start_year=1990.
54. ELV Total Recycling Challenge. MATEC is Recycling Company in Japan. URL: <https://www.matec-inc.co.jp/english/elv/>.
55. Emissions Analytics Press Release: Pollution From Tyre Wear 1,000 Times Worse Than Exhaust Emissions. 2020. URL: <http://emissionsanalytics.com/news/pollution-tyre-wear-worse-exhaust-emissions>.
56. Global Electric Vehicle Sales and Forecast Data You Can Trust. URL: <https://ev-volumes.com/>
57. Greenhouse gas emissions from energy data explorer. International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>.

58. International Energy Agency. (2022, September). *Transport. Sectoral overview*. Retrieved January 23, 2023, [URL:https://www.iea.org/reports/transport](https://www.iea.org/reports/transport).
59. Ong H., Mahlia T., Masjuki H. A review on energy pattern and policy for transportation sector in Malaysia. *Renew Sust Energ Rev.*, 2017, 16(1), 532 – 42.
60. Our World in Data. (2020, October 6). *Cars, planes, trains: where do CO2 emissions from transport come from?* Retrieved January 23, 2023, from <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>.
61. Queensway S., editor. *Biorefineries for Biomass Upgrading Facilities*. Congress on Catalysis, 2017.
62. Pucher J.R., Buehler R. *City cycling. Urban and industrial environments*. MIT Press, Cambridge, Mass., 2012.
63. Service provider of urban and rural waste resource utilization system. URL: <http://www.vary.net.cn/>
64. Vehicle recycling. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_recycling
65. Vehicle Recycling: What Are the Advantages. URL: <https://www.morecambemetals.co.uk/vehicle-recycling-what-are-the-advantages/#:~:text=>