

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Т. В. Дудар  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ДИПЛОМНА РОБОТА

### (ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ  
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Порівняльний аналіз впливу традиційного та електроавто-  
транспорту на навколишнє середовище»**

Виконавець: студентка групи ФЕБІТ 201м Пухтаєвич Наталія Сергіївна  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд.біол.наук, доцент Явнюк Андріан Андріанович  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Леонов В.І.  
(П.І.Б)

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_  
(підпис)

Явнюк А.А.  
(П.І.Б)

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,  
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Дудар Т.В.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

**Пухтаєвич Наталії Сергіївни**

1. Тема роботи «Порівняльний аналіз впливу традиційного та електроавто-  
транспорту на навколишнє середовище»

затверджена наказом ректора від «15»вересня 2021р. 1872/ст

2. Термін виконання роботи: з 16.09.2021 р. по 15.12.2021 р.

3. Вихідні дані роботи: Літературні джерела, матеріали отримані під час  
проходження

екологічної практики, аналіз літературних даних та законодавчих документів.

4. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки.

## 5. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Визначення завдань та розроблення плану виконання дипломної роботи	15.09.21-30.09.21	
2.	Пошук літературних джерел по темі, напрацювання методології роботи	1.10.21-15.10.21	
3.	Робота з даними досліджень у галузі проблематики дипломної роботи	16.10.21-31.10.21	
4.	Опрацювання та систематизація даних	1.11.21-15.11.21	
5.	Формулювання висновків і рекомендацій	16.11.21-30.11.21	
6.	Оформлення рооти згідно вимог діючих стандартів	01.12.21-10.12.21	
7.	Підготовка до доповіді та презентації дипломної роботи	11.12.21-14.12.21	
8.	Передзахист дипломної роботи	15.12.21	
9.	Захист дипломної роботи	28.12.21	

## 6. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Леонов В.І	23.11.2021	

## 7. Дата видачі завдання: «15» вересня 2021 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Явнюк А.А  
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_  
(підпис випускника)

Пухтаєвич Н.С  
(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Порівняльний аналіз впливу традиційного та електроавто- транспорту на навколишнє середовище»: 79 с., 12 рис., 2 таблиці, 40 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: вплив на навколишнє середовище електро- та традиційних автомобілів.

Мета роботи: дослідити вплив електромобілів на навколишнє середовище у порівнянні з автомобілями з двигуном внутрішнього згорання.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел за тематикою, математична обробка та систематизація статистичних даних, узагальнення науково-теоретичних та експериментальних даних.

В результаті проведених досліджень можемо сказати, що автотранспорт, як і раніше є найбільшим забруднювачем навколишнього середовища. Вплив електромобілів є дещо меншим, та несе менше загрози для довкілля, проте, на даний момент не всі країни, зокрема наша, не повністю готова до глобального переходу на електротранспорт.

АВТОТРАНСПОРТ, ЕЛЕКТРОМОБІЛІ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, УТИЛІЗАЦІЯ, РЕЦИКЛІНГ.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.Вплив автотранспорту на компоненти навколишнього середовища: повітря, вода, ґрунт.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.Особливості будови електродвигуна у порівнянні з двигуном внутрішнього згорання.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3.Виробництво традиційних автомобілів, їх вплив та вплив виробництва вуглеводневих палив на навколишнє середовище.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.Утилізація автомобілів.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5.Виробництво та утилізація використаних гальванічних елементів для електромобілів.....</b>	<b>26</b>
<b>1.6.Деградація ландшафтів у зв'язку зі зростаючим попитом на літій та інші метали для акумуляторів електромобілів.....</b>	<b>29</b>
<b>1.7.Висновки до розділу.....</b>	<b>32</b>
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.Методи дослідження якості атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.Методи дослідження деградації ландшафтів від виробництва нафтопродуктів та дорогоцінних металів.....</b>	<b>38</b>
<b>2.3.Методи досліджень поверхні Землі та атмосферного повітря за допомогою геоінформаційних технологій.....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.Методи математичної обробки статистичних даних.....</b>	<b>44</b>
<b>РОЗДІЛ 3. ШКОДА ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВИРОБНИЦТВА, ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТРАДИЦІЙНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.Переваги та недоліки традиційних автомобілів та електромобілів з екологічної точки зору.....</b>	<b>48</b>

<b>3.2.Наслідки для навколишнього середовища від виробництва автомобільних палив: стан атмосферного повітря, гідросфери та ґрунтів.....</b>	<b>50</b>
<b>3.3.Вплив автомобільних викидів на навколишнє середовище.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4.Токсичність викидів виробництва гальванічних елементів та способи їх утилізації.....</b>	<b>55</b>
<b>3.5.Пожежна безпека традиційних автомобілів та електромобілів.....</b>	<b>62</b>
<b>3.6.Заходи щодо зменшення впливу на навколишнє середовище, зумовленого виробництвом та утилізацією електромобілів.....</b>	<b>64</b>
<b>РОЗДІЛ 4.....</b>	<b>66</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>74</b>
<b>СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>76</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання;

США – Сполучені Штати Америки;

ДТП – Дорожньо-транспортна пригода;

ЄС – Європейський Союз;

ФРН – Федеративна Республіка Німеччина;

ГДК – Гранично допустима концентрація;

ПТК – Природний територіальний комплекс;

ГІС – Геоінформаційні системи;

ЕОМ – Електронно-обчислювальна машина;

ЕЛОУ – Електрообезсолюючі установки;

СРСР – Союз Радянських Соціалістичних Республік.

## ВСТУП

*Актуальність теми.* Про перший автомобіль в історії вперше було згадано в середині 18-го століття. В ході розвитку даної галузі відбувалися багато різних варіацій автотранспорту, кожний з них різнився як за принципом роботи, так і зовнішньо. Ось наприклад, вже в 1806 році з'явилися автомобілі, які працюють на пальному газу та мали двигун внутрішнього згоряння. Згодом, в 1885 році, стали відомі випадки використання газолінового або бензинового двигуна внутрішнього згоряння. Вже на початку 20-го століття, почали з'являтися агрегати, які працювали на електриці. З історії ми можемо знати, що в 1900 році, Фердинанд Порше, спорудив електромобіль, у якого було 4 колеса, в яких розташовувалися електродвигуни, саме вони сприводили у рух авто. Трохи згодом, а саме в 1902 році фірма «Snyker» створила електромобіль з повним приводом. На початку 1900 років в Нью-Йорку більше 60 тисяч електромобілів працювало в ролі таксі. Проте, довго вони не затрималися, так як була цікавість створити менш токсичні та більш екологічні авто.

Автотранспорт, як індустрія, тісно пов'язана із розробкою, обслуговуванням і ремонтом автомобілів несе негативний вплив на навколишнє середовище. Електромобілі на перший погляд, є більш екологічнішими, перш за все в електромобілях відсутні свічки запалювання, паливних фільтрів, трансмісія. Електромобілі практикують дозаправку себе в русі накатом. Цим електромобілі є більш економічними, та їх обслуговування вартує менше.

Проте, якими б «екологічними» не вважалися електромобілі, мусимо розуміти, що шкоду на навколишнє середовище вони за собою несуть. Наприклад, електромобілі використовують електрику горючих корисних копалини(викопне паливо), також, пил з доріг електромобілі підіймають вгору, як і звичайний автотранспорт.

Теперішній світ складно уявити без великої кількості автотранспорту, тому досить актуальним буде розглянути створення заходів спрямованих на поліпшення якості атмосферного повітря, та в цілому негативного вплив на навколишнє



середовище.

***Мета і завдання виконання дипломної роботи.***

Мета роботи – дослідити вплив електромобілів на навколишнє середовище у порівнянні з автомобілями з двигуном внутрішнього згорання.

Завдання роботи:

1. Детально ознайомитися з особливостями будови двигунів електромобілів у порівнянні з двигунами внутрішнього згорання.
2. Вивчити процес виготовлення та утилізації електромобілів та автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.
3. Провести порівняльну характеристику впливу на навколишнє середовище електромобілів та автомобілів з двигунами внутрішнього згорання.
4. Визначити шкоду для навколишнього середовища від виробництва, використання та утилізації електромобілів у порівнянні з автомобілями з двигуном внутрішнього згорання.
5. Запропонувати можливі заходи для мінімізації шкідливих впливів.

***Об'єкт дослідження*** – вплив на навколишнє середовище електро- та традиційних автомобілів.

***Предмет дослідження*** – вплив автотранспорту на навколишнє середовище.

***Методи дослідження*** – аналіз літературних джерел за тематикою, математична обробка та систематизація статистичних даних за допомогою програмного забезпечення MS Excel, OriginPro, узагальнення науково-теоретичних та експериментальних даних.

***Наукова новизна отриманих результатів.*** Запропоновано заходи щодо мінімізації шкідливого впливу від автотранспорту на навколишнє середовище.

***Практичне значення отриманих результатів.*** Результати дипломної роботи можуть бути використаними для поліпшення екологічності технологій виготовлення та утилізації електромобілів.

***Особистий внесок випускника:*** полягає в пошуку та зборі інформації, проведенні порівняльного аналізу впливу на навколишнє середовище електротранспорту на традиційного автотранспорту. Автором дипломної роботи було

запропоновано заходи щодо мінімізації шкідливого впливу електротранспорту на навколишнє середовище, отримано результати роботи, сформовано висновки.

# РОЗДІЛ 1

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### **1.1. Вплив автотранспорту на компоненти навколишнього середовища: повітря, вода, ґрунт**

Лише на перший погляд нам може здатися, що автотранспорт несе в собі тільки позитивні моменти, проте, якщо розібратися, то навіть складно уявити скільки негативно автомобілі спливають на навколишнє середовище. Цей вплив відображається не лише споживанням природних ресурсів, а значною мірою, в його забрудненні шкідливими елементами. Об'єктами забруднення виступають: атмосфера, гідросфера та літосфера. А саме вони є найважливішими компонентами для середовища існування людства [4].

Вплив автотранспорту на екологічну ситуацію в Україні сягає критичної межі – показники забруднень перевищують всі можливі показники світових стандартів і норм.

Саме на атмосферу припадає найбільша частина забруднень від пересувних джерел. Забруднюється повітря трьома методами: в результаті витоків палива, результаті випару пального в карбюраторах, та емісією токсичних речовин з відпрацьованими газами. Найнебезпечнішим є останній спосіб, на його частку припадає близько 2/3 токсичних викидів транспорту в атмосферу. Частка автотранспорту у викидах токсичних речовин становить 90%, зокрема: 94% – у викидах NO (оксид азоту), 92% – у викидах CO (оксид вуглецю), 90% – C (сажа), 75% – викидів CH<sub>4</sub> (метан і неметанові органічні сполуки), 70% – викидів SO<sub>2</sub> (діоксид сірки), 62–65% – викидів NO<sub>2</sub> (діоксид азоту).

## Забруднюючі речовини у вихлопних газів автомобілів

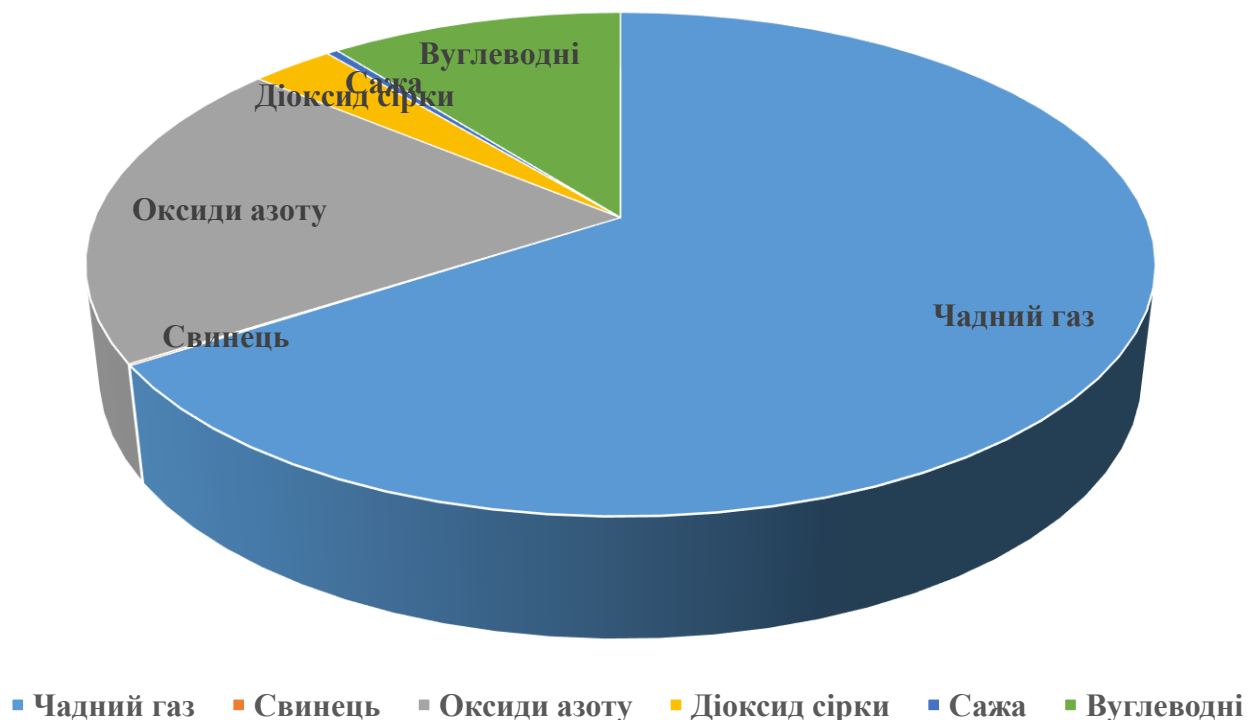


Рис.1.1. Забруднюючі речовини у вихлопних газів автомобілів

В середньому, вихлопні гази автотранспортних засобів становлять 40-45% забруднення повітря. У великих містах ця позначка зумовлює понад 50% забруднення, у деяких випадках, де кількість жителів 1-1.5 мільйонів забруднення становить 70-85% від загального об'єму токсичного забруднення атмосфери [11].

Негативний вплив автотранспорту на гідросферу відображається у появі радіоактивних компонентів, зміні фізичних та органолептичних властивостей, суттєвому зростанню кількості нітратів, сульфатів, токсичних важких металів, хлоридів. Частина елементів розчиняється, та виноситься ґрунтовими водами, яка згодом потрапляє до людського організму.

Забруднення ґрунту шкідливими викидами від автомобілів накопичується поступово, залежить це від кількості автотранспортних засобів, що проїжджають по дорозі, трасі, чи автомагістралі. Не дивлячись на тривале накопичення, токсичні елементи зберігаються дуже довго, навіть після закриття дороги, чи ліквідації

асфальтного покриття. Хімічні елементи, що накопичуються, особливо важкі метали, дуже гарно засвоюються рослинами, в результаті з легкістю потрапляє до організму як тварин, так і людей, згідно харчового ланцюга [15].

Найтоксичнішим, відповідно і найнебезпечнішим з елементів викину автомобілів є свинець. Згідно даних екологів вміст Pb на поверхні ґрунту поблизу траси Київ-Одеса сягає 1000 мг/кг., за санітарними нормами вміст має бути 32 мг/кг. Проте, у великих місцях, де досить інтенсивних рух автотранспорту, показник вмісту свинцю може перевищувати у 5 разів.

## **1.2. Особливості будови електродвигуна у порівнянні з двигуном внутрішнього згорання**

В сучасному світі електродвигуни набирають неабиякої популярності, це все завдяки активному розвитку електромобілів.

Електродвигуни мають багато переваг над іншими видами двигунів, їх використання є менш затратним, для їх роботи не потрібне використання природних ресурсів( вода, нафта, газ, вугілля); не забруднюють довкілля(не відбувається викидів диму, газу та пилу); значно простіші в ремонті та обслуговуванні.

В основі дії електродвигунів закладений принцип електромагнітної індукції. Основна ціль роботи електродвигуна, це перетворення електричної енергії в механічну. Відбувається перетворення за рахунок взаємодії двох головних частин електродвигуна – нерухомої частини(статора) та рухомої частини(ротора)(рис. 1).

В статорі утворюється магнітне поле після подачі живлення, що впливає на ротор, в результаті цього ротор починає обертатися, завдяки цьому утворюється крутний момент.

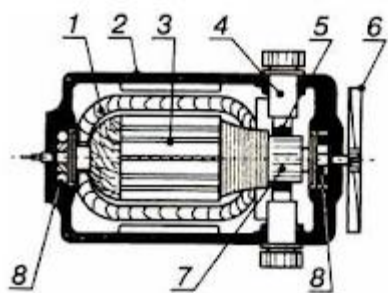


Схема колекторного електродвигуна: 1 – обмотка статора; 2 – статор; 3 – якор (ротор); 4 – корпус колекторних щіток із пружинами; 5 – колекторні щітки; 6 – вентиляторна крильчатка; 7 – колектор; 8 – підшипники

Рис.1.2. Схема колекторного двигуна

Всі існуючі електродвигуни різняться між собою за характеристиками, конструкцією та принципом дії. Всі вони поділяються на два типи:

- Двигун постійного струму
- Двигун змінного струму.

В сучасних електрокарах може використовуватися електродвигун як постійного, так і змінного струму. Його основною задачею є передача обертового моменту на рушій електрокару. Основними відмінностями теперішнього електродвигуна для автомобіля від традиційного транспорту є велика потужність та компактні розміри, що викликані обмеженістю доступного простору. Сучасні електричні двигуни характеризуються потужністю, напругою, максимальним обертовим моментом, струмом, та частотою обертання [9].

Переваг у електродвигуна перед двигунами внутрішнього згорання досить багато:

- Компактні розміри та досить мала вага;
- Проста експлуатація та довговічність;
- Екологічність;
- Високий ККД;
- Максимальний обертовий момент з 0 об/хв;
- Можливість рекуперації;
- Немає необхідності в коробці передач;

Вагомим недоліком у електричного двигуна немає. Проте, поки що, в електромобілях присутні складнощі із живленням електродвигуна. Через

недосконалість джерел струму електродвигуни досі не набули достатньої популярності в автомобільному будівництві. Однак, розробки вчених у напрямку акумуляування енергії передбачають вже найближчим часом виправити дану ситуацію [13].

За останні декілька років на ринок авто вийшло не так багато електрокарів, проте, використання в них сучасних акумуляторних батарей та електродвигунів дозволяє їм повноцінно конкурувати з традиційними автомобілями, в яких силовою установкою є традиційний двигун внутрішнього згорання.

Двигун внутрішнього згорання(ДВЗ) — це тепловий двигун, всередині якого відбуваються перетворення частини теплоти, що виділилася, на механічну роботу й спалювання палива. ДВЗ бувають: поршневі та безпоршневі.

До складових карбюраторного поршневого двигуна відносяться:

- кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертовий рух колінчастого валу;
- механізм газорозподілу забезпечує своєчасне заповнення циліндрів пальною сумішшю (або повітрям) і видалення з них відпрацьованих газів;
- система охолодження призначена для підтримання оптимального теплового режиму двигуна;
- система мащення призначена для змащування деталей тертя двигуна, часткового їх охолодження та видалення від них продуктів спрацювання;
- система живлення двигунів призначена для зберігання палива, очищення палива і повітря, приготування пальної суміші, подавання її в циліндри і видалення відпрацьованих газів;
- система запалювання забезпечує займання пальної суміші у карбюраторних двигунах у відповідний момент часу при різних режимах роботи двигуна [1].

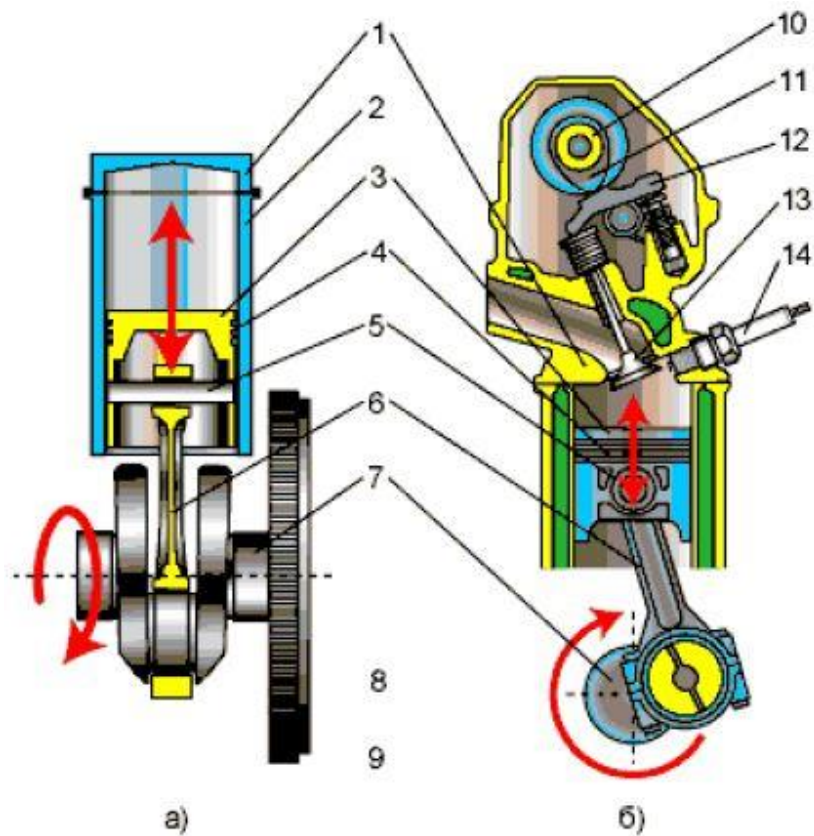


Рис.1.3. Будова двигуна внутрішнього згорання

1 – головка циліндра; 2 – циліндр; 3 – поршень; 4 – поршневі кільця; 5 – поршневий палець; 6 – шатун; 7 – колінчастий вал; 8 – маховик; 9 – кривошип; 10 – розподільний вал; 11 – кулачок розподільного вала; 12 – важіль; 13 – клапан; 14 – свічка запалювання.

До переваг двигуна внутрішнього згорання можна віднести:

- Компактність;
- Висока паливна економічність;
- Впевнений розгін.

Недоліками ДВЗ є:

- Забруднення атмосфери токсичними речовинами;
- Шумність;
- Затратність виготовлення;
- Нездатність пуску через високе навантаження;
- Високі вимоги до палива;



- Довготривалий прогрів взимку.

### **1.3. Виробництво традиційних автомобілів, їх вплив та вплив виробництва вуглеводневих палив на навколишнє середовище**

Процес виробництва автомобілів до середини ХХ століття було прийнято називати автомобільною промисловістю, згодом до кінця минулого століття поняття створення машин та їх реалізації фахівці перестали відокремлювати ці поняття. Саме через це на сьогоднішній день автомобільною промисловістю взяли за правило рахувати певну групу організацій та компаній, що беруть участь у розробці, проектуванні, виробництві та продажі традиційних автомобілів.

Згідно стверджень істориків знаємо, що виробництво автомобілів почало створюватися у кінці ХІХ століття у країнах Європи, зокрема, у Німеччині та Франції, а згодом зародилося і в Сполучених Штатах Америки, Канаді, Швейцарії, Великобританії та ін. Станом на 1900 рік у США було виготовлено 9000 автомобілів, а у Франції – 15 000 одиниць. В 1926 році Америка взяла все виробництво авто майже в свої руки, при цьому виготовивши 85% автомобілів від світового обсягу.

Беззаперечними лідерами, станом на 2012 рік залишаються концерни США (General Motors), Японія (Toyota), Німеччина (Volkswagen Group), активне зростання спостерігається у виробників авто Південної Кореї, а у першому десятиріччі ХХІ ст. найшвидшими темпами відбувається розвиток будівництва автомобілів Китаю.

Згідно даних всесвітньої організації автовиробників (ОІСА) за перше півріччя 2021 року глобальним автопромом було виготовлено майже 21,1 млн. одиниць автотранспорту. Цей показник на 17% перевищує результати аналогічного періоду 2020 року. Найбільшу частку цього виробництва охопили легкові автомобілі, виготовлення яких склало 14,7 млн шт. Порівняно з даним періодом 2020 року світове виробництво легкових автомобілів збільшилося на 16%.

Найпродуктивнішим автовиробником залишається Китай, за три місяці з заводів якого вийшло понад 6,352 млн одиниць традиційного транспорту. Обсяги

автовиробництва у річному обчисленні в Китаї зросли майже на 82%. Друге місце посідає США, з результатом 2,5 млн автотранспорту (-0,7%). На третій позиції японський автопром, за один квартал виготовивши приблизно 2,3 млн автомобілів. На четвертому місці рейтингу – Індія, що збільшила власні обсяги виробництва авто на 31%, що становить до 1,3 млн одиниць. Заключне 5-те місце світових автовиробників – Німеччини, результат яких 992,5 тис. машин (-8%). В Україні виготовлення автомобілів за перший квартал 2021 року становить 1829 одиниць, що на 34% перевищує результат відповідного кварталу 2020 року.

#### **1.4. Утилізація автомобілів**

Відходи автотранспорту є джерелом антропогенного забруднення природнього навколишнього середовища, вони утворюються на всіх етапах «життя автомобіля» – виробництво, експлуатація, обслуговування та безпосередньо виведення транспорту з експлуатації. Після закінчення терміну експлуатації автомобіля він сам стає відходом – зокрема, корпус та комплектуючі частини, шкідливі матеріали, що входять до складу (свинець, цинк, важкі метали, стійкі пластикові елементи, що містять в собі гумові вироби до складу якого входять нафтопродукти). Термін експлуатації автомобілів становить близько 15–20 років. В таких частини автомобіля, як акумулятори, скло, шини, та подібне – період експлуатації значно менший від самого автомобіля, також, слід зазначити, що при виході з ладу вони несуть в собі небезпечний матеріал для навколишнього середовища [14].



Рис. 1.4. Етапи життєвого циклу автомобіля

У Європі утилізацію старих автомобілів стали масово започаткувати ще у 2009 році, хоча деякі країни запровадили утилізацію ще за раніше. Наприклад, Румунія провела акцію «trade-in», іншими словами – «гроші за автомобіль» ще у 2005 році. У 2007 році Італія підхопила ідею, згідно якій, уряд виплачував компенсацію за утилізацію автотранспорту близько 700 євро плюс до цього, зниження податку на реєстрацію наступного, нового транспортного засобу. Дана італійська програма пропрацювала до 2015 року. На сьогодні, умови нової програми полягають у виплаті за утилізацію старого авто в розмірі 1500євро [16].

Суть процесу утилізації автотранспорту полягає у спрямуванні транспортного засобу на спеціалізований пункт прийому металобрухту, на подальшу переробку, іншими словами – на авторециклінг. Рециклінг – це процес надання необхідних властивостей матеріалам, що дозволять їх використовувати повторно. Простіше кажучи, рециклінг – вторинне використання продукту.



Рис. 1.5. Складові компоненти утилізації традиційного автомобіля

За рік в країнах ЄС старіють, та вилучають зі вжитку понад 9 млн автомобілів, які призначені для переробки. У високо розвинених промислових країнах, на сьогоднішній день, у виробничий обіг залучено близько 30-60% вторинної сировини. Промисловість Німеччини в 2010 році утилізувала з регенерацією матеріалів 85% усього автотранспорту, які вийшли з експлуатації, у 2015 році процес набув вдосконалення, та становить 95%.

Утилізація автомобільних покришок, та шин проводиться методом переробки гуми в крихту, піроліз шин, та спалювання гуми. Гуму після переробки використовують в ролі дорожнього покриття (при будівництві майданчиків-спортивних та дитячих, а також при ремонті доріг) [7].

Процес утилізації відпрацьованих акумуляторів, дещо складніша, та опосередкована на важкосередовищній сепарації матеріалів дроблення. Батарей розбираються на: свинцеві пластини, заливальну мастику, порошкоподібні оксид та сульфат свинцю, пластмасові сепаратори, та пластмасовий корпус. Далі кожний з добутих матеріалів утилізується по-своєму. Мастика та пластмаси використовуються в складі асфальту, будівельних матеріалів, та інших продуктів; Оксид та сульфат свинцю призначені для металургійного переділу, для відновлення свинцю, який в

подальшому використовують на виробництвах акумуляторної, кабельної та хімічної промисловостей; свинцеві пластини – на переплавку. Сірчаноокислотний електроліт при цьому нейтралізується.

Схема утилізації автомобільних кузовів полягає у: пакетуванні, дробленні та сепарації по видах металу. Весь процес утилізації кузовів можна виокремити наступні кроки: підготовка самого кузова, відвантаження кузова до шредера, дроблення, сортування продуктів, складування та видалення готової продукції[19].

Після процесу переробки утворюється подрібнений метал, різноманітні фракції сплаву цінних кольорових металів – міді, алюмінію, цинку, які використовуються для будівельної промисловості та виробництві різної техніки.

Відпрацьовані радіатори піддають обробці для відділення кольорових деталей від сталевих металів механічним, вогневим або ручним способами. Елементи радіаторів що після відокремлення містять залишки латуні та припою сортують за візуальною оцінкою виду матеріалу, розділяють їх на дві групи: брухт чорних металів та брухт кольорових металів. Сталеві елементи з напливами та краплями припою, залишком латуні накопичують та відвантажують як низькоякісний брухт чорних металів, які містять мідь. Припій, який стікає при плавленні на майданчик, використовують для переплаву в злитки, які в результаті реалізують в ролі олов'яно-свинцевих сплавів [22].

Рециклінг пластмасових елементів полягає у переробці на вторинну сировину, для повторного використання на виробництві все можливих виробів, теплова деградація з отриманням вуглеводневої сировини для хімічного та енергетичного застосування, спалювання для отримання теплової та електричної енергії, захоронення на полігонах. Застосування пластмасових деталей автомобілів в подрібненому вигляді в тому ж складі для виробництва аналогічних деталей полімерних композицій вважається найбільш раціональним методом утилізації пластмасових деталей [13].

При утилізації автотранспорту відпрацьовані мастила передаються для регенерації спільно з маслами, що були зібрані при технічному обслуговуванні транспорту в процесі його експлуатації спеціалізованим організаціям. Рециклінг

відпрацьованих мастил вважають одним із джерел поповнення нафтових ресурсів. Із сильно забруднених сумішей відпрацьованих мастил можна отримати приблизно 70% відновленого масла.

Суть процесу утилізації автотранспорту полягає в тому, що транспортний засіб, який відслужив свій термін, та виходить з терміну експлуатації спрямовується до спеціалізованого пункту для подальшої переробки, іншими словами, на авторециклінг

Авторециклінг – це система заходів з організації збору та переробки вторинних матеріалів автотранспортного комплексу. До нього можна віднести такі заходи:

- Виявлення та ведення обліку автомобілів, що є непридатними для експлуатації;
- Створення пунктів прийому відпрацьованих акумуляторів, автомобільних мастил та зношених покришок;
- Створення підприємств з переробки відпрацьованих матеріалів;
- Створення пунктів з утилізації охолоджуючих рідин (антифриз, тосол), які надходять з автомайданчиків та транспортних підприємств;
- Реалізація продуктів переробки та запчастин автотранспортних засобів;

Завдяки впровадженню авторециклінгу можна отримати такі результати:

1) Екологічного характеру:

- Зменшення відходів, які забруднюють навколишнє середовище;
- часткове вирішення проблеми обмеженості невідновних природних ресурсів та джерел енергії;

2) Соціального характеру:

- вирішення проблеми забезпечення особистим автотранспортом громадян;
- створення додаткових робочих місць на підприємствах з переробки непридатних до експлуатації автомобілів;
- збільшення пропускної спроможності міських доріг, що запобігає виникненню аварійних ситуацій або ДТП, пробок;
- усунення незручностей для пішоходів;

- поліпшення архітектурного вигляду і відеоекології міста, тобто забезпечення екології візуального середовища і краси;

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

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

3) Економічного характеру:

- підтримка автомобільного ринку;

- можливість використання вторинних ресурсів автотранспортного комплексу (одержання вторинної сировини в процесі переробки автопокришок, кузовів, свинцево-кислотних акумуляторів, пластику та ін. матеріалів). Вторинна сировина, отримана внаслідок переробки, коштує автомобільним підприємствам дешевше, а це дозволяє знизити собівартість виробництва транспортних засобів та запасних частин до них. До того ж, деякі деталі утилізованих машин ще можна використовувати, що призводить до формування ринку дешевих, що були у вжитку, комплектуючих [5].

Логістичний підхід при управлінні утилізації старих автомобілів несе в собі інтеграцію усіх існуючих процесів починаючи від освіти закінчуючи кінцевою утилізацією, при цьому здійснюється повномасштабний облік тимчасових та просторових факторів для оптимізації управління фінансовими, матеріальними та інформаційними потоками і досягнення тактичних цілей системи.

Головними складовими підвищення ефективності управління рухом старих машин є:

- процесна організація (логістичний підхід) через раціональне управління матеріальними, фінансовими, інформаційними потоками;

- побудова сучасної інформаційної системи управління учасниками транспортнологістичних ланцюгів на основі стандартів відкритих систем. Вимоги до утилізації автомобілів викладені в:

- директиві 2000/53/ЄС з утилізації старих автомобілів;

- директиві 2005/64/ЄС щодо класифікації типів транспортних засобів щодо їх повторного використання, вторинної переробки та утилізації;

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

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

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

У директиві 2000/53/ЄС (ELV) встановлені вимоги в країнах ЄС забезпечити з 1 січня 2006 р. для старих автомобілів утилізацію мінімум на 85% маси автомобіля і вторинну переробку (рециклінг) мінімум на 80%; Директивою 2000/53/ЄС встановлені вимоги до виробників автомобілів: використовувати єдині стандарти маркування полімерних компонентів для полегшення ідентифікації при утилізації, надавати необхідну інформацію щодо демонтажу та складу матеріалів компонентів для утилізації, місцезнаходження в автомобілі небезпечних речовин і матеріалів, а також взяти на себе всі або значну частину витрат з реалізації збору автомобілів, що відслужили свій термін [9 – 11].

Підприємства, що займаються авторециклінгом беруть участь у програмі з утилізації автомобілів і ставлять перед собою логістичні завдання у сфері виробництва, складування і транспортування автомашин до місць утилізації, серед яких: 1) завдання виробничої логістики:

- вибір способу демонтажу автотранспортного засобу;
- використання вторинної сировини в автомобільній промисловості;
- дотримання екологічних норм під час авторециклінгу;
- сортування вторинної сировини під час демонтажу;

2) завдання складської логістики:

- організація стоянок для автомобілів, що вийшли з експлуатації;
- складування відходів при переробці автотранспортних засобів;

3) завдання транспортної логістики:

- оптимізація витрат на транспортування автомобілів на місце переробки;



- раціональне використання вантажопідйомності й місткості транспортних засобів для транспортування старих автомобілів на місце переробки;

- оптимальний вибір виду і типу транспортних засобів для транспортування старих автомобілів на місце переробки.

Існують два способи утилізації старих транспортних засобів – технології глибокого ("чистого") і дрібного ("брудного") демонтажу [12].

"Чиста" технологія включає в себе:

- злив небезпечних компонентів;

- демонтаж матеріалів, що не піддаються рециклінгу;

- демонтаж матеріалів, що підлягають утилізації;

- переробка кузова і залишків. Істотне питання, пов'язане з переробкою ТЗ, – подальше застосування відходів, складових частин і матеріалів, отриманих у процесі розбирання або подрібнення. Існують два види використання:

- рекуперація – повернення частини матеріалів для повторного застосування з тієї ж самою або непрямую метою;

- енергетична рекуперація – використання теплової енергії матеріалів при їх спалюванні.

Однак знову виникає екологічна проблема, що вимагає додаткових витрат. Питання ефективності збору та транспортування старих автомобілів є дуже важливим. Це пов'язано з усе більш зростаючими енерговитратами на транспортування і великими габаритами старих транспортних засобів у порівнянні з їх відносно малою вагою, що призводить до необхідності використання не тільки евакуаторів, але і при транспортуванні декількох автомобілів з одного місця завантаження, потрібно використання автовозів, які є дорогим видом транспорту[2].

Отже, переробка вторинних ресурсів автотранспортного комплексу має соціальний, екологічний та економічний ефекти, що сприяють розвитку ринку вторинних матеріальних ресурсів, екологічної безпеки довкілля та здоров'я людини, економії природних ресурсів та корисних копалин, підвищенню зайнятості населення,

поліпшення умов існування суспільства і розвитку бізнесу в сфері переробки вторинних матеріальних ресурсів.

### **1.5. Виробництво та утилізація використаних гальванічних елементів для електромобілів**

Чому Євросоюз раптом настільки перейнявся акумуляторами, що затверджує другу за 14 місяців багатомільярдну програму державної підтримки їхніх європейських виробників? Тому що магістральним напрямком розвитку світового автопрому стає випуск електромобілів, їх ключовим елементом є саме акумуляторні батареї, виробництво яких, однак, до останнього часу було зосереджено в Азії та США.

В результаті європейські автобудівники могли опинитися в ситуації, коли їм довелося б закуповувати головну деталь для своєї продукції. Це стало загрожувати конкурентоспроможності та стратегічним перспективам однієї з найважливіших галузей економіки Євросоюзу. Тому треба було терміново зламати ситуацію.

"Близько трьох років тому акумуляторна промисловість у ЄС практично була відсутня. Сьогодні Європа - глобальний центр батарейної галузі", - наголосив Марош Шефчович, віце-президент Європейської комісії (ЄК), головного виконавчого органу ЄС, даючи 26 січня "зелене світло" проекту European Battery Innovation. Він визнаний "проектом, що становить загальноєвропейський інтерес" (IPCEI). Тим самим Брюссель дозволив урядам 12 країн виділити загалом 2,9 млрд євро на державну підтримку 42 компаній, які розробляють інноваційні технології виробництва та утилізації акумуляторних батарей для електромобілів. Очікується, що ці субсидії призведуть до притоку ще 9 мільярдів євро приватних інвестицій [22].

"Завдяки орієнтації на батареї наступного покоління цей потужний загальноєвропейський проект допоможе зробити революцію на ринку акумуляторів", - вважає Марош Шефчович. За його словами, до 2025 року створені в ЄС акумуляторні батареї будуть щорічно рухати не менше 6 мільйонів нових

електромобілів. У першому "батарейному альянсі", субсидування якого у розмірі 3,2 млрд євро ЄК схвалила у грудні 2019 року, брали участь 7 країн. Поряд із Німеччиною, яка вже тоді виступила ініціатором та координатором проекту, це були Бельгія, Італія, Польща, Фінляндія, Франція та Швеція. Тепер до них приєдналися ще Австрія, Греція, Іспанія, Хорватія, Словаччина [19].

Від державної підтримки виграють не лише чотири десятки безпосередніх отримувачів субсидій. ЄК вказує, що ці компанії запланували здійснити до 2028 року близько 300 проектів, до яких буде залучено понад 150 партнерів з усієї Європи - університети, наукові центри, малі та середні підприємства.

У списку від Німеччини – 11 компаній. Найвідоміші з них – BMW та Tesla. Баварський автобудівельник у рамках першого проекту IPCEI вже отримує субсидії на розробку наступного покоління літій-іонних акумуляторів. Тепер, у рамках другого проекту, йому нададуть держпідтримку на розробку ще одного покоління таких акумуляторів, а також "для створення прототипу виробничої установки щодо випуску інноваційних батарейних модулів та батарейних систем, більш пристосованих для рециклінгу", зазначається у роз'ясненнях на сайті міністерства економіки ФРН ( BMWI).

До речі, над створенням "високоєфективних машин та процесів для повністю автоматизованого виробництва літіумних батарей 3-го та 4-го покоління" працюватиме і машинобудівна компанія Manz із Ройтлінгену – ще один отримувач субсидій із німецького списку.

Поява у ньому американської корпорації Tesla спочатку може здивувати. Проте відколи компанія Ілона Маска будує в Грюнхайді під Берліном завод з випуску електромобілів і батарей, вона як інвестор в економіку Німеччини має повне право на різні форми держпідтримки. "Центральна мета Tesla у цьому проекті полягає у розробці та реалізації прогресивних методів виробництва та рециклінгу літій-іонних батарей, щоб суттєво знизити їх екологічний слід та їх собівартість", пояснює BMWI.

Про рециклінг або утилізації, про екологічні аспекти випуску електромобілів та про ресурсозбереження йдеться у поясненнях та до інших учасників проекту. Серед них – компанія SGL Carbon з Вісбадену, яка розробляє "для інноваційних анодних

матеріалів новітні виробничі процеси та концепції рециклінгу". Завдяки "зниженню вуглецевого сліду, споживання матеріалів та енергії, а також збільшенню життєвого циклу батарей" компанія сприяє досягненню кліматичних цілей ЄС, наголошує міністерство[16].

У свою чергу, фірма ACI Systems із міста Циммерн-об-Ротвайль отримає від німецької держави гроші на розробку конкурентоспроможної технології для отримання "з мінімізованим вуглецевим слідом" літію із насиченої солями природної води.

Відтепер акумуляторні батареї будуть «Made in Europe»

А фірмі Liofit із Кам'янця будуть надані субсидії, оскільки вона накопичує цінний ноу-хау для циркулярної економіки (економіки замкнутого циклу). Вона спеціалізується на рециклінгу літій-іонних акумуляторних батарей для електровелосипедів та електросамокатів. "Ці акумулятори перевіряються, розбираються, рекомбінуються, ремонтуються, а те, що більше не можна використовувати, подрібнюється для повторного використання сировини", вказує BMWI.

На думку міністра економіки ФРН Петера Альтмайєра (Peter Altmaier), отриманий від ЄС дозвіл на реалізацію другого проекту підтримки всього ланцюжка виробництва акумуляторних батарей Made in Europe створить у Євросоюзі критичну масу для розвитку нової галузі, викличе широкомасштабні приватні інвестиції робочих місць. Поки що Азія ще лідирує з великим відривом, але надалі "Німеччина та Європа самі створюватимуть конкурентоспроможні, інноваційні та щадні довкілля батареї", вважає міністр.

Переробка та утилізація акумуляторів електротранспорту може стати масштабною проблемою вже через 10-15 років, так вважає Пол Андерсон з Університету Бірмінгема, повідомляє BBC.

Вже до 2030 року ЄС планує випустити на дороги 30 мільйонів електромобілів. «Це безпрецедентний випадок таких темпів росту абсолютно нового продукту», – зазначає Андерсон.

Тоді як традиційні свинцево-кислотні акумулятори, що використовують для звичайних автомобілів, активно переробляють, про літій-іонні батареї цього сказати не можна. Сама по собі батарея електромобілів – важча й більша, вона складається з декількох сотень окремих літій-іонних елементів, кожен з яких треба розбирати окремо [27].

На сьогоднішній день виробники електрокарів намагаються переробляти акумулятори. Наприклад, компанія Nissan встановлює старі батареї від моделей Leaf на мобільні машини, які доставляють запчастини на заводах компанії. Компанія Volkswagen відкрила у німецькому Зальцгіттері перший у світі завод з переробки акумуляторів, на якому отримують сировину для виготовлення нових акумуляторів: кобальт, мідь, літій, алюміній, графіт і марганець. Так само компанія Renault налагоджує видобуток металів зі вживаних акумуляторів, більш того, не лише свого виробництва.

Проблема в переробці літій-іонних батарей полягає в тому, що в процесі велика частина елементів відходить до, так званої, чорної маси – суміші літію, кобальту, марганцю, та нікелю, що в подальшому вимагає енергомісткої обробки.

За допомогою ручного демонтажу дозволяється ефективніше відновлювати більшість цих матеріалів, проте, це потребує людської праці. Що означає, що в Європі така праця оцінюється надто дорого, що робить цей проєкт економічно не вигідним, а в країнах де використовується дешева робоча сила, наприклад, Китай умови праці часто є неприйнятними [16].

## **1.6. Деградація ландшафтів у зв'язку зі зростаючим попитом на літій та інші метали для акумуляторів електромобілів**

Зріст попиту на електромобілі підняв питання можливості та наявності запасів видобутку літію, марганцю, нікелю та кобальту. Україна має достатньо запасів даних металів і в майбутньому навіть зможе бути постачальником їх на світовий ринок. Державна служба геології та надр України зазначила, що Україна посідає перше місце в світі за кількістю покладів деяких із металів, геологічні поклади інших металів

вимагають подальшого вивчення та залучення грошових вкладень.

Україна займає перше місце в світі згідно підтверджених запасів марганцю, та друге місце в світі за кількістю загальних запасів. У Запорізькій та Дніпропетровській областях розміщується Нікопольський марганцеворудний басейн, що є найбільшим за покладами марганцю в світі [17].

Родовища кобальту та нікелю знаходяться у Дніпропетровській та Кіровоградській областях. Поклади літію розташовані в Дніпропетровській, Кіровоградській, Житомирській та Донецькій областях.

У Держгеонадрах повідомили інформацію, що на сьогоднішній день іноземні компанії активно проявляють інтерес до видобутку кольорових металів на території України. Серед зацікавлених країн - США, Бразилія, Японія, Китай, Австрія, Канада та українські компанії з іноземними вкладеннями [6].

Світовий видобуток літію припадає в основному на три країни, що становить 91% всього видобутку даного металу. Видобуток Австралією становить 44% літію, Чилі – 34%, Аргентина – 13%, ще 9 відсотків припадає на інші країни світу. Ці данні оприлюднило Управління з енергоефективності та поновлюваних джерел енергії США (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy) [4].

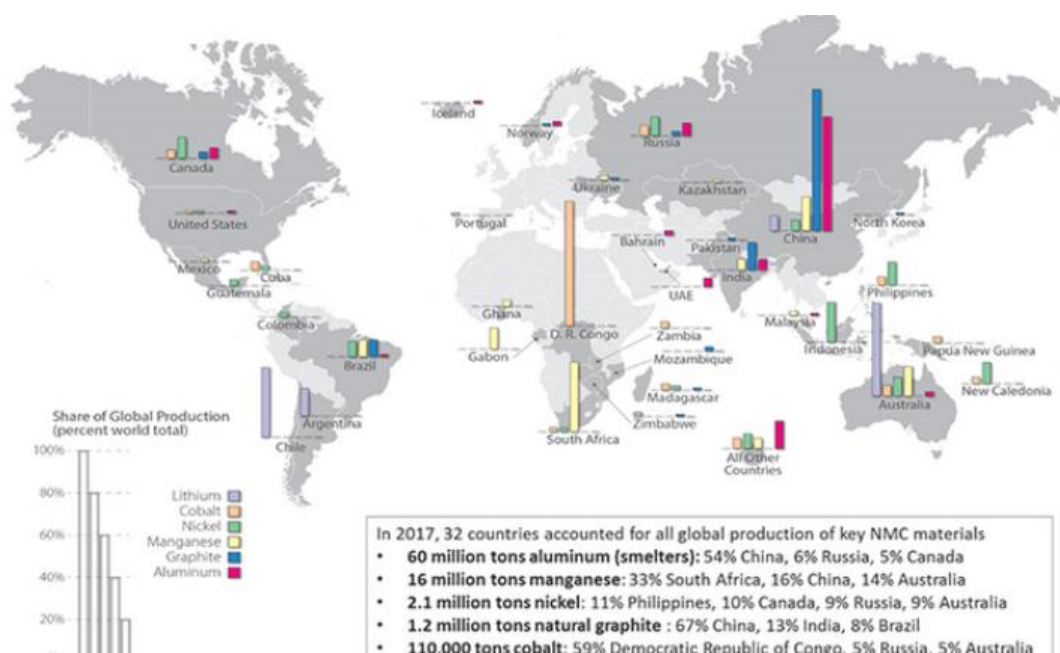


Рис. 1.6. Видобуток металу по світі

Видобувається літій з природних мінералів і соляних озер і процес цей дорогий та енерговитратний. Попри те, що споживання “найлегшого металу в світі” постійно зростає, це спонукає до високого дефіциту літію.

Слід зазначити, що деякі країни за останні роки почали нарощувати видобуток сировини, необхідної для виробництва акумуляторів. Так, минулого року у Китаї – найбільшому в світі споживачі літію, видобуток зріс майже вдвічі (на 94%), що спричинило різке падіння вартості металу – з \$24 750 за тонну у березні до \$13 000 у серпні 2018 року [22].

Видобуток літію відбувається шахтним методом, щоб добути його потрібно застосовування ряду різних машин та механізмів, які не завжди позитивно впливають на природні ландшафти. Та й сама технологія видобутку є не завжди досконалою, що призводить до негативних наслідків.

В наш час все більше розвинених країн впроваджують нові технології при видобутку, але це не рятує природу від забруднення. При розвідувальних роботах доводиться бурити кілька свердловин для визначення родовищ, що негативно впливає на стан досліджуваної території.

Видобуваючи з надр, під землею утворюються пустоти, що може призвести до просідань землі, а деколи й до обвалів. Заповнюючи ці пустоти водою, для кращого видобутку, змінюється поверхнева напруженість землі, що призводить до зсувів та поступової зміни ландшафту даної території. Щоб запобігати цьому треба вести видобуток за умови суворого дотримання всіх застережних заходів щодо захисту ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод від забруднення нафтою, буровими стічними водами, а саме: повна цементація кондуктора до глибини 100м; уловлювання й очищення атмосферних опадів з технологічних майданчиків; повна гідроізоляція всіх технологічних споруд, від яких можливе забруднення поверхневих та ґрунтових вод; надійне проти-аварійне обладнання нафтогазовидобувних свердловин; заповнення пустот у використаних родовищах і ліквідація старих. Найбільш небезпечний метод видобування – шахтний. Тому що поклади знаходяться на великих глибинах, отже і копати необхідно глибше, а це призводить до великого просідання землі [30].

При видобуванні металів відкритим способом порушується структура порід,

воно сприяє інтенсивному вивітрюванню, розвитку тріщинуватості, порушенню гравітаційної рівноваги, зміні гідрогеологічних умов. Кар'єри змінюють природні фізичні поля та ландшафти місцевості, утворюючи антропогенні ландшафти. Отже, виникає ціла низка техногенно-зумовлених геодинамічних процесів: зсуви, осідання територій, ерозія, осипи, заболочування.

### **1.7. Висновки до розділу**

Автомобільний транспорт слід розглядати як індустрію, що пов'язана з виробництвом, обслуговуванням та ремонтом автомобілів, з розвитком та експлуатацією дорожньо-транспортної мережі, їх виробництвом, експлуатацією, пально-мастильних матеріалів та ін.

З розглянутого вище можемо сформулювати такі негативні автотранспорту на навколишнє середовище.

➤ **Виробництво автомобілів:**

- висока енергетична та ресурсно-сировинна ємність автотранспортної промисловості;

- саме негативний вплив на навколишнє природне середовище автомобільної промисловості (ливарне виробництво, виробництво шин інструментально-механічне виробництво і т.д.).

➤ **Експлуатація автомобілів:**

- витрата повітря та палива, виділення токсичних вихлопних газів;

- шумове забруднення навколишнього природного середовища;

- викиди продуктів випробувань гальм і шин;

- втрати в результаті транспортних аварій, а саме-людські, матеріальні та втрати тваринного світу.

➤ **Відведення земель під автомагістралі, гаражі та стоянки:**

- розвиток сервісного обслуговування автомобілів (станції сервісного обслуговування, автозаправні станції, мийки і т.д.);

- підтримка автомобільних магістралей у робочому стані (використання солі



для танення льодів).

➤ Проблема регенерації та утилізації шин, мастил та інших технологічних рідин відпрацьованих авто

Лише відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання містять складну суміш, яка нараховує в собі більше 200 сполук. В основному, це газоподібні речовини і тверді частки, що знаходяться в зваженому стані.

Тож можемо сказати, що автотранспорт - джерело токсичної емісії в атмосферу суміші хімічних сполук, склад яких залежить не тільки від виду палива, типу двигуна й умов його експлуатації, але і від ефективності контролю викидів. Потрапляючи в атмосферу, компоненти відпрацьованих газів двигуна внутрішнього згорання, з одного боку, змішуються з наявними в повітрі забруднювачами, а з іншого боку - проходять ряд складних перетворень, які призводять до утворення нових сполук. Одночасно йдуть процеси розведення і видалення забруднювачів з атмосферного повітря шляхом мокрого та сухого висаджування на землю.

Також до серйозних проблем, які несе автомобільна промисловість відносимо шумове забруднення. Антропогенний шумовий вплив несприятливо впливає на організм людини та скорочує тривалість життя, тому що, звикнути до шуму фізично неможливо. Людина може суб'єктивно не помічати звуки, але від цього руйнівна дія на його органи слуху не тільки не зменшується, але і збільшується. При пристосуванні до сильного шуму організм людини втрачає велику кількість енергії, розвивається гіпертонія, підвищується агресивність. Жінки більш чутливі до сильного шуму й у них за умови шумового дискомфорту виникають ознаки неврастенії.

Шумовий антропогенний вплив несприятливий і для тварин. Маються дані, що поблизу аеропортів відбувається передчасне линяння птахів, вони починають погано орієнтуватися, тріскаються яйця в гніздах, у бджіл гинуть личинки. У США становили, що безладний шум потужністю 100 дБ призводить до спізнілого проростання насіння [17].

З метою охорони навколишнього середовища від відпрацьованих автомобілями газів, їхнього впливу на людей та тварин першочерговою метою є створення екологічно "чистих" видів транспорту. До яких, зокрема, і відносять електромобілі.

Ознайомившись детальніше з виробництвом, експлуатацією та утилізацією знятих з експлуатації електрокарів, наглядно бачимо, що електромобільна індустрія не складається лише з позитивних сторін, свій негативний внесок також вкладає у навколишнє середовище. Яскравим прикладом є добування металів, необхідних для виробництва акумуляторів, та утилізація гальванічних елементів які вийшли з експлуатації.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Методи дослідження якості атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів

Лабораторні аналітичні методи дослідження шкідливих речовин у повітрі включають в себе відбір проб з проведенням їх аналізу в лабораторних умовах, це не завжди дозволяє вжити своєчасних дієвих заходів для запобігання небезпечних умов праці[29].

Концентрацію небезпечних речовин у повітрі в багатьох випадках швидко та з легкістю можна встановити експресним методом за допомоги індикаторних трубок. Основними перевагами даного методу є:

- швидке проведення аналізу та безпосередньо отримання результатів на місці відбору проб повітря;
- комплектність, мала маса та низька вартість обладнання;
- простота методу та обладнання, це дозволяє провести аналіз особам, які навіть не мали спеціальної підготовки;
- висока точність та достатня чутливість аналізу;
- немає потреби у джерелах енергії (теплової, чи енергетичної).

Всі переваги використання експресного методу контролю негативних речовин у повітрі за допомоги індикаторних трубок, сприяли його широкому впровадженню в промисловість та використанні методу у інших галузях господарської діяльності.

Дослідження підприємств провідних галузей промисловості показує, що більша частина з них використовує для контролю повітря виробничого середовища індикаторні трубки. Також їх використання за кордоном свідчить про широке застосування індикаторних трубок на підприємствах для контролю повітряного середовища [34].

Сама індикаторна трубка являє в собі герметичну скляну трубку, що заповнена

твердим носієм, оброблену активним реагентом. В ролі носіїв реактивів використовують різні порошкоподібні матеріали: скло силікагель, фарфор, оксид алюмінію, хроматографічні носії (дінохром, сілохром, поліхром) та інші. Природа носія та структура справляють вагомий вплив на властивості індикаторного порошку.

Вже перед самим застосуванням, трубки розкривають шляхом відламування кінчика та пропускають через них пробу повітря. Визначають концентрацію шкідливої речовини за допомогою зміни інтенсивності забарвлення, або довжини пофарбованого індикаторного порошку.

При використанні індикаторних трубок слід враховувати, що на результати вимірювань може впливати коливання температури повітря, котре аналізується. Це пов'язано з тим, що зміна температури впливає на обсяг відібраного повітря, ступінь поглинання аналізованих речовин та на швидкість реакції. Кінцевий вплив цих факторів може призвести до коливання довжини пофарбованого шару. Тому для підвищення точності вимірів використовують таблиці температурних поправок або поправочні коефіцієнти [28].

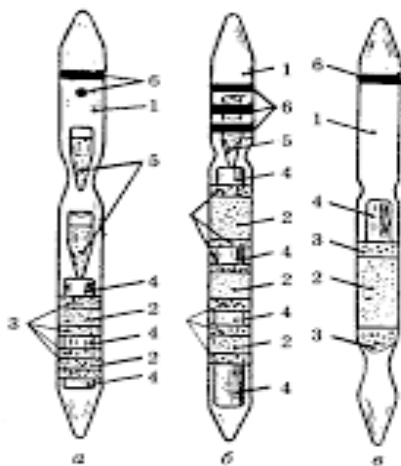
Комісією з питань охорони навколишнього середовища було розроблено стандарт індикаторних трубок для контролю вмісту парів і газів у повітрі. Згідно цих стандартів, індикаторні трубки згідно своїх метрологічних характеристик поділяють на два класи - А і В.

Індикаторні трубки обох класів мають дозволяти контролювати шкідливі речовини в повітрі за їх утримання від 0,5 до 5 і вище значень ГДК. При цьому, у трубках класу А похибка вимірювань при вмісті шкідливих речовин у повітрі від 1 ГДК та вище повинна становити не більше  $\pm 25\%$ , а при рівні 0,5 ГДК допускається  $\pm 35\%$ . Для трубок класу В похибка вимірювання за вмістом шкідливих речовин у повітрі від 1 до 5 ГДК повинна не перевищувати  $\pm 25\%$ , а за рівня 0,5 ГДК допустима похибка  $\pm 50\%$ .

Особливо ефективним використання індикаторних трубок є для експресного контролю токсичних, пожежо- і вибухонебезпечних речовин при аварійних ситуаціях, при проведенні зварювальних і вогневих робіт в газонебезпечних місцях, для контролю герметичності обладнання та пошуку неполадок, для виявлення вибухо- та

пожежонебезпечних газів і шкідливих парів в замкнутому просторі, для встановлення необхідності застосування засобів індивідуального захисту органів дихання[36].

Точність вимірювань шкідливих речовин в атмосфері індикаторними трубками визначають не тільки відтворюваністю результатів, але й наявністю систематичних помилок, які залежать від наступних факторів: дотримання всіх умов і термінів зберігання трубок; якість градування індикаторних трубок при їх виготовленні; правильність експлуатації пристрою та його справність; правильність застосування трубок за наявності в у повітрі домішок, які є супутніми визначаючої речовини. Тому, обов'язково потрібно враховувати при використанні індикаторних трубок відповідні відомості, що подані в супровідній документації.



**Рис. 19. Індикаторні трубки:**  
*а* — з червоною крапкою і кільцем — для визначення зарину, зоману і Ві-Ікс; *б* — з трьома зеленими кільцями — для визначення синильної кислоти, хлорціану і фосфогену; *в* — з одним жовтим кільцем для визначення іприту;  
 1 — корпус трубки; 2 — наповнювач; 3 — ватні тампони; 4 — обтічник; 5 — ампули; 6 — маркіровочні кільця

Рис. 2.1. Індикаторні трубки

Проблема антропогенного впливу на довкілля гостро стоїть перед прогресивним суспільством. Тому, для цього використовують сучасні методи оцінки якості параметрів води, загалом це лабораторні, що вимагають нових запасів хімічних речовин, підготовленого персоналу та великої кількості часу.

Для визначення забруднення стічних вод у сучасних лабораторіях використовують біотестування стоків, бактеріологічне дослідження, хімічний метод.

**Для біотестування стоків** використовують експрес-метод визначення ступеню токсичності стічних вод для гідробіонтів.

Крім відходів, які утворюються в результаті діяльності підприємств і населення, до стічних вод відносяться води, утворення яких стало наслідком випадання різних атмосферних опадів на території об'єктів промисловості і населених пунктів. Різні органічні речовини, що містяться в стоках, при попаданні у водойми починають гнити і викликають погіршення санітарного стану як самих водойм, так і навколишнього повітря, а також спричиняють поширення хвороботворних бактерій.

**При бактеріологічному дослідженні** виконують розрахунок мікробіологічних показників, що є обов'язковим при реалізації програми виробничого контролю. Розширене дослідження проводиться у ряді випадків, що включає в себе розрахунок основних та додаткових мікробіологічних, та паразитологічних показників.

**Хімічним методом** визначають загальні показники якості, що показують її рівень вмісту металевих домішок, мінеральний склад, наявність бактеріологічних забруднень. Показники органолептичного дослідження відображають зовнішній стан води: її колір, прозорість, смак та запах. Порівнявши отримані результати з нормативами на гранично допустимий вміст шкідливих домішок, лаборанти дають визначення воді: стічна, природна або придатна для пиття [33].

## **2.2. Методи дослідження деградації ландшафтів від виробництва нафтопродуктів та дорогоцінних металів**

*Підготовчий* (передпольовий) період починається зі збору літературних і фондових джерел інформації про територію польових робіт. Їх аналіз дає можливість скласти загальне уявлення про характер природних умов району досліджень (геолого-геоморфологічну будову, кліматичні особливості, річки, озера, ґрунти, рослинність), а також про його заселеність, господарські особливості, шляхи сполучення і т. ін. Обов'язковим для проведення ландшафтних досліджень є наявність топографічних, ґрунтових, геологічних карт, карт рослинності, аеро- і космоснімків.

Під час польового періоду виконуються такі види робіт:

- 1) ключові або площинні дослідження природно-територіальних комплексів;
- 2) складання опорних ландшафтних профілів;
- 3) складання польової ландшафтної карти.

Обов'язковому дослідженню і опису підлягають такі об'єкти: склад і генезис поверхневих відкладень; рельєф; умови зволоження; ґрунти і ґрунтовірні породи; рослинний покрив; сучасні природні процеси, які впливають на природно-територіальні комплекси; господарське використання території природно-територіальних комплексів.

На бланку записують дату, номер точки спостереження і її розміщення відносно стійких орієнтирів (пам'ятник, телевізійна, радіотрансляційна вежі тощо). Потім дається характеристика мезоформи рельєфу, в межах якого знаходиться фація, що досліджується. Як мезоформа рельєфу розглядаються річкова долина, межирічна рівнина, балка тощо [17].

Елементами мезоформ рельєфу у річкової долини є річище, заплава, надзаплавні тераси, корінні схили; у межирічної рівнини – плакорна поверхня та схили; у балки – днище та схили.

Для заплави, надзаплавних терас і плакорної поверхні обов'язково вказують форму поверхні: плоска, слабохвиляста, горбиста тощо. Для схилів зазначають експозицію (за восьма румбами), крутизну в градусах і форму.

Експозиція схилів визначається за допомогою компасу, крутизна – за допомогою екліметру або гірського компасу.

Форму схилів визначають відповідно до крутизни поверхні в різних частинах схилу: якщо він має однакову крутизну по усьому профілю, то він прямий; якщо у верхній частині він крутіший, аніж у нижній, то він увігнутий, якщо навпаки – опуклий. Під час дослідження рельєфу вказуються абсолютна і відносна точки спостереження, які визначаються за топографічною картою.

Післяпольовий (камеральний) період являє собою обробку, аналіз, узагальнення і систематизацію матеріалів польових досліджень, складання ландшафтної карти і підсумкового звіту.

Стаціонарні ландшафтознавчі – це такі польові дослідження особливостей

функціонування, динаміки і розвитку ландшафтних комплексів, які проводяться у стаціонарних умовах, протягом тривалого часу за допомогою технічних приладів.

Напівстаціонарні ландшафтознавчі дослідження – це багаторічні, але не систематичні спостереження за кількісними показниками функціонування, динаміки і розвитку ландшафтних комплексів. На відміну від стаціонарних, вони провадяться не щоденно, а за певними сезонними стадіями розвитку ландшафтних комплексів.

Дистанційними називаються методи, які використовують під час дослідження матеріалів зйомок, виконаних із літака, космічного або іншого літального апарату. Їх дешифрування дає можливість встановити характерні ознаки і властивості території та скласти в камеральних умовах попередню ландшафтну карту. Прямими дешифрувальними ознаками, що розкривають суть і зміст відображених об'єктів, є форма, розмір, тон і структура (рисунок) фотовідображень і тіней об'єктів. Названі ознаки дають можливість нанести на карту різні форми рельєфу, водні об'єкти, сільськогосподарські угіддя тощо. Окрім прямого методу дешифрування ПТК, існує опосередкований, що базується на знанні географічних закономірностей, умінні проаналізувати зв'язки між компонентами ландшафту і просторове поширення тих чи інших об'єктів [19].

### **2.3. Методи досліджень поверхні Землі та атмосферного повітря за допомогою геоінформаційних технологій**

На сьогодні існує велика кількість визначень географічних інформаційних систем, що мають багато спільного і відмінного, характеризуючись, до того ж, різним ступенем повноти.



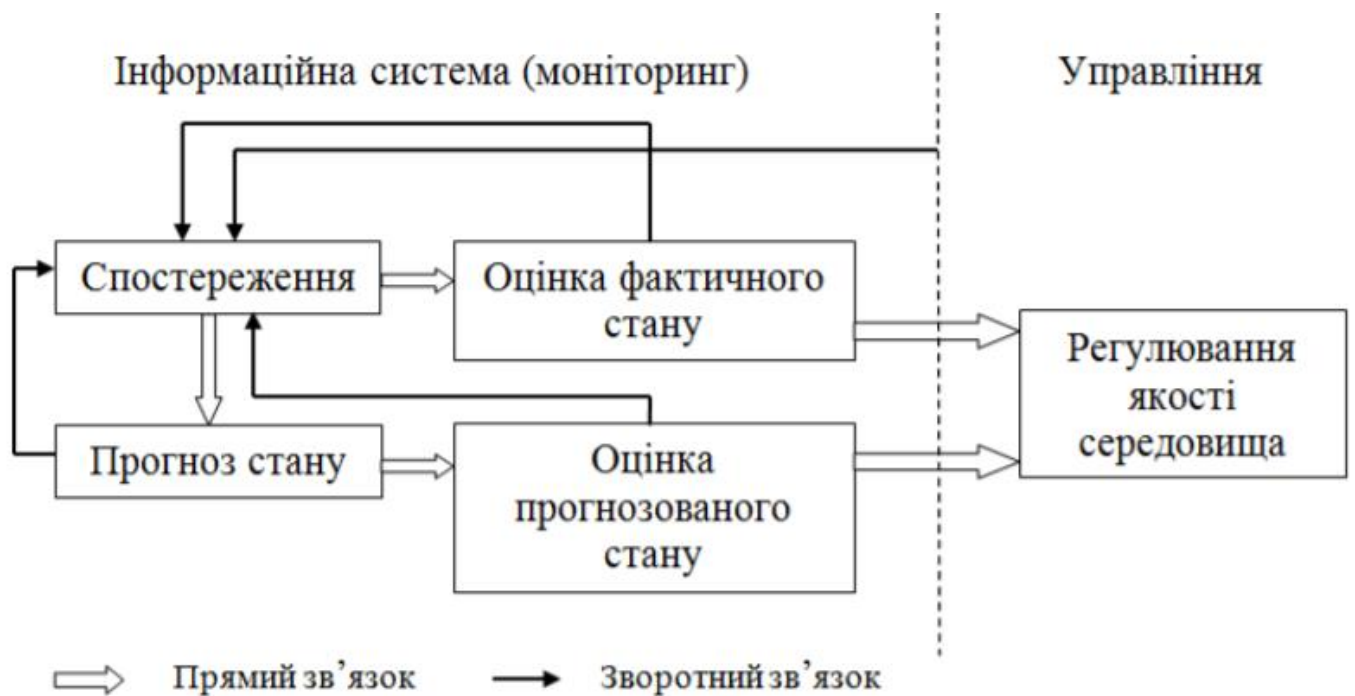


Рис. 2.2. Блок-схема системи моніторингу

За найбільш характерними з них, географічні інформаційні системи – це:

- інформаційна система, що може забезпечити введення, маніпулювання й аналіз географічно визначених даних для підтримки прийняття рішень;
- реалізоване за допомогою автоматизованих засобів (ЕОМ) сховище системи знань про територіальний аспект взаємодії природи і суспільства, а також програмного забезпечення, що моделює функції пошуку, введення, моделювання та ін.;
- набір засобів для збору, збереження, пошуку, трансформації і відображення даних про навколишній світ з певною метою;
- інформаційна система, призначена для роботи з просторовими, чи географічними, координатами;
- апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збір, обробку, відображення і поширення просторово-координованих даних, інтеграцію даних і знань про територію для ефективного використання при рішенні наукових і прикладних географічних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і керуванням навколишнім середовищем і

територіальною організацією суспільства ;

- сукупність апаратних, програмних засобів і процедур, призначених для забезпечення введення, керування, обробки, аналізу, моделювання і відображення просторовокоординованих даних для вирішення складних проблем планування і керування;

- науково-технічні комплекси автоматизованого збору, систематизації, переробки і представлення (видачі) геоінформації в новій якості з умовою одержання знань про досліджувані просторові системи;

- сукупність апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур, призначених для збору, введення, зберігання, математико-картографічного моделювання і образного представлення геопросторової інформації ;

- сукупність технічних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, математико-картографічне моделювання й образне інтегроване 4 представлення географічних і співвіднесених з ними атрибутивних даних для вирішення проблем територіального планування і керування ;

- інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих (просторових) даних .

На думку директора «Програми з географії і регіональних наук» при Національній науковій фундації США, «ГІС надають географам ті засоби обробки регіональної інформації, які вони шукали протягом двох тисяч років», «ГІС є одночасно телескопом, мікроскопом, ЕОМ і копіювальною машиною для цілей регіонального аналізу і синтезу» (Alber, 1988, с. 137). З цією думкою авторитетного фахівця (з урахуванням поправки на емоційність і образність, особливо в другій частині цитати) в цілому не можна не погодитися. Якщо говорити коротко, ГІС (геоінформаційні технології) є сучасною інформаційною технологією географії. При цьому вони не тільки дозволяють на багато разів збільшити швидкість обробки інформації, підвищити її якість і точність внаслідок використання можливостей сучасних ЕОМ, автоматизувати виконання багатьох традиційних аналітичних процедур, а й надають в розпорядження географа принципово нові можливості щодо

проведення як польових, так і теоретичних досліджень. Розглядаючи автоматизацію традиційної діяльності географів, перш за все слід назвати тематичне картографування, накопичення географічних даних і створення довідкових систем. Проте і тут використання геоінформаційних технологій надає якісно нові можливості. У тематичному картографуванні це, наприклад, створення за допомогою алгоритмів комп'ютерної графіки спеціальних тематичних карт, які вручну виконати практично неможливо; створення електронних комп'ютерних карт з можливістю інтерактивного зчитування інформації з карти і зміни її як оформлення, так і змісту з використанням складних аналітичних алгоритмів (інтерактивність довідкова, оформлювальна і розрахунково-аналітична); підключення до електронних тематичних карт звуку і відеозображення, використання анімації і та.ін. 13 У сфері накопичення інформації ГІС-технології дозволяють створювати автоматизовані банки даних картографічних і атрибутивних (цифробуквених) даних практично необмеженої місткості з можливістю пошуку потрібної інформації за складною системою запитів і відображення її на екрані у вигляді твердих копій (найчастіше на папері) у дво- і тривимірному вигляді. Принципово новим видом довідкових систем є цифрові географічні атласи [38]. Геоінформаційні технології дозволяють автоматизувати виконання багатьох традиційних, у тому числі і дуже трудомістких при ручному виконанні процедур, таких, як визначення довжин, обчислення площ, об'ємів, побудова полігонів Тиссена-Вороного, накладення шарів даних один на один і їх аналіз. Проте до складу аналітичних можливостей сучасних інструментальних ГІС входять методи просторового аналізу, виконання яких можливе тільки з використанням ЕОМ. Серед них можна назвати методи просторової кореляції і регресії, аналіз зон видимості і невидимості з однією або системи точок і побудова відповідних карт, побудова карт «вищерозміщених елементів», кожний елемент яких містить величину площі, з якої даний елемент одержує водне живлення, та ін. Нарешті, тільки геоінформаційні технології дають можливість практичного здійснення просторового моделювання процесів енергомасообміну в природних і природно-господарських територіальних системах, що дозволяє врахувати всю складність їх просторової диференціації. Характеризуючи перспективи, які відкриває

геоінформатика в дослідницькій, виробничій і освітній діяльності в географії, не можна забувати про те, що, по-перше, будь-які технології (у тому числі і геоінформаційні) вимагають обґрунтованого використання, а, по-друге, результати цього використання повинні бути верифікованими (тобто такими, що можуть бути перевірені). Сучасні так звані «інструментальні ГІС» з розвиненими аналітичними можливостями надають надзвичайно широкий і різноманітний перелік (який постійно збільшується) процедур аналізу просторових даних. Підкреслимо, що необхідною умовою використання тієї чи іншої з них для вирішення конкретного завдання є чітке уявлення про теоретичні ідеї, покладені в основу кожної аналітичної процедури, її достоїнства, недоліки і обмеження. При цьому завжди повинна бути передбачена перевірка достовірності одержуваних результатів або з використанням фактичних даних, або на основі теоретичних моделей. Слід також пам'ятати про те, що достовірність одержуваного результату багато в чому визначатиметься повнотою і точністю просторових даних (цифрових карт), що беруть участь в аналізі [32].

#### **2.4. Методи математичної обробки статистичних даних**

Здавна існують математичні методи, які дозволяють аналізувати закономірності процесів та явищ, що змінюються у часі й просторі. Розглянемо найпоширеніші з них, які використовуються в галузі моніторингу навколишнього середовища для різного роду показників та характеристик стану довкілля.

1. Порівняння даних – порівняння показників стану довкілля з гранично допустимими значеннями і визначення максимуму та мінімуму рядів спостережень.

2. Статистична обробка даних – побудова варіаційного ряду, побудова гістограми та ідентифікації закону розподілу; визначення основних статистичних характеристик (математичного очікування, середньоквадратичного відхилення, дисперсії, медіани, моди, ексцесу, коефіцієнта асиметрії тощо); кореляційний, регресійний, факторний та інші види аналізу.

3. Інтерполяція даних: звичайна інтерполяція, тобто знаходження значення функції між декількома заданими вже відомими; апроксимація, тобто ідентифікація

параметрів та структури математичної залежності, яка описує заданий набір точок; екстраполяція (прогнозування), тобто прогнозування значень функції за межами того інтервалу, на якому ця функція будувалась.

4. Згладжування даних. Порівняння даних та визначення їх максимуму та мінімуму — це досить прості, але найбільш поширені операції обробки даних спостережень. Виконання таких операцій для заданого показника якості тієї чи іншої складової довкілля є рутинною роботою, оскільки до уваги береться багато факторів і критеріїв. Інтерполяція даних може розглядатись як порівняно простий спосіб розв'язання задач моделювання та прогнозування даних без урахування фізико-біохімічної природи процесів, характеристики яких розглядаються. Звичайна інтерполяція використовується, коли є набір значень показника, визначеного у певних точках, а треба знайти його значення в інших точках. Найбільш поширені два типи інтерполяції у просторі — одно- та двовимірні, які дозволяють за багатьма точками побудувати криву або поверхню, що може наближено описати залежність певного параметра від, відповідно, однієї чи двох координат. Інтерполяція може проводитись багатьма методами. Найбільш розповсюдженими є такі (із зазначенням функцій обчислювального пакета Mathcad для автоматизації розрахунків) [34]:

1) лінійна інтерполяція (інтерполяція прямою) — для одновимірного випадку (linterp):  $y(x) = ax + b$  — найбільше поширення отримала в різного роду калібрувальних графіках вимірювальних приладів — забезпечує простий математичний опис, але невелику точність для більшості реальних природних процесів;

2) поліноміальна інтерполяція – інтерполяція шляхом апроксимації заданої залежності поліномом n-го порядку — для одновимірного випадку (regress, а потім – interp) висока точність апроксимації, тобто у вузлах апроксимації (заданих точках) збіг може теоретично дорівнювати нулю, однак між вузлами — може і суттєво відрізнитись від загального тренду;

3) сплайн-інтерполяція — інтерполяція набором сплайнів (поліноміальних кривих 1-4 порядків з мінімальною кривизною), які з'єднуються між собою шляхом узгодження всіх можливих похідних (лінійна – lspline, параболічна – pspline, кубічна – cspline).

Апроксимація, тобто ідентифікація параметрів та структури математичної залежності, яка описує заданий набір точок, проводиться у такі етапи:

1. Будується графік залежності  $y_i$  від  $x_i$  ( $i = 1, M$ );

2. Визначається тип математичної залежності  $y(x)$ , якою можна описати криву на графіку — найбільше розповсюдження в екології отримали лінійна залежність типу  $y(x) = ax + b$ ; На цьому етапі, як правило, вибирають декілька функцій. Якщо не можна чітко визначити яка це залежність, тоді апроксимацію проводять кривою різних порядків.

3. Заданий набір  $N$  точок  $y_i$  від  $x_i$  ( $i = 1, M$ ) розбивається на дві частини:  $N$  використовуються для ідентифікації (визначення) параметрів вибраних на другому етапі математичних залежностей, а решта  $P = M - N$  — для незалежної перевірки правильності ідентифікації та виявлення яка ж із цих залежностей краще описує задану криву на всіх точках  $M$ ;

4. За множиною з  $N$  точок  $y_i$  від  $x_i$  ( $i = 1, N$ ) проводиться ідентифікація параметрів усіх вибраних на другому етапі математичних залежностей; найбільш популярний метод ідентифікації — метод найменших квадратів; в пакеті Mathcad для ідентифікації параметрів полінома порядку  $n$  для набору точок, абсциси та ординати яких задаються векторами  $y$  та  $x$ , застосовується функція `regress(x,y,n)`;

5. Визначаються відносні похибки  $\delta$  для усіх математичних залежностей, з ідентифікованими на попередньому етапі параметрами тобто шукається відношення суми модулів різниць між значеннями кожної ідентифікованої залежності і заданим набором значень до суми модулів значень цієї ідентифікованої залежності;

6. Проводиться ідентифікація структури математичної залежності — з ідентифікованих на четвертому етапі залежностей вибирається така, яка має найменшу похибку  $\delta$ , знайдену на п'ятому етапі. Для апроксимації кривих довільної форми в пакеті Mathcad використовується функція `genfit`, в яку треба вказати рівняння кривої та її частинні похідні для кожного з параметрів, що слід визначити.

Екстраполяція (`predict`), тобто прогнозування значень функції за межами того інтервалу, на якому ця функція будувалась, реалізується, як правило, у такі етапи:

1) для заданого набору даних розв'язується задача апроксимації та ідентифікується математична залежність  $y = f(x)$ ;

2) в цю математичну залежність підставляється значення аргументу  $x_{\text{прогн}}$ , яке слід спрогнозувати, і проводиться відповідний розрахунок:  $y_{\text{прогн}} = f(x_{\text{прогн}})$ . Згладжування даних зводиться до побудови кривої, яка має якомога меншу кривизну, відтворюючи тренд функції. Простіше кажучи, згладжування здійснює зменшення «піків» та «провалів» заданого випадкового процесу. Є багато методів згладжування. Наприклад, в обчислювальному пакеті Mathcad для цього використовується функція  $\text{loess}(X, Y, \beta)$ , основана на використанні параболічного сплайну, де  $X$  — вектор-стовпець заданого набору значень,  $Y$  — вектор-стовпець ординат,  $\beta$  — ступінь згладжування (від 0 до 1,0, фактично варто вказувати лише від 0,05 до 0,5). Для реалізації широкого кола методів математичної обробки даних існують спеціальні математичні пакети, у т. ч. безкоштовні: MS Excel, Matlab, Scilab (безкоштовний), Maple, Mathcad, Mathematica, Statistica, SPSS та інші [40].

## РОЗДІЛ 3

### ШКОДА ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ВИРОБНИЦТВА, ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ТРАДИЦІЙНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОАВТОМОБІЛІВ

#### 3.1. Переваги та недоліки традиційних автомобілів та електромобілів з екологічної точки зору

Для роботи традиційного автотранспорту зазвичай встановлюються двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ). Двигуном внутрішнього згорання називають такий тепловий двигун, в якому хімічна енергія палива перетворюється в теплову, а теплова - в механічну всередині циліндрів з рухомими поршнями або всередині спеціальних камер (газотурбінні та реактивні двигуни).

У двигунах зовнішнього згорання - згорання палива відбувається поза двигуном, при цьому, продукти згорання не являються робочим тілом. Робоче тіло - це газ, який виконує роботу в надпоршневому просторі двигуна (рухає поршень). Наприклад, в бензиновому двигуні під час процесу впуску в циліндри надходить суміш парів бензину з повітрям – горюча суміш, далі ця суміш змішується в циліндрі з залишковими газами і утворюється робоча суміш. Після згорання робочої суміші утворюються продукти згорання. Горюча суміш, робоча суміш та продукти згорання є робочим тілом [39].

До переваг двигуна внутрішнього згорання можна віднести:

- Простота в ремонті;
- Високий робочий ресурс;
- Економічність для дальніх поїздок;
- Доступність.

При цьому ДВЗ має ряд недоліків:

- Токсичність;



- Вага(в порівнянні з електродвигуном набагато важчий);
- Вимагає точне налаштування системи подачі палива, розподілу

запалювання та інших систем, що вимагає певних навичок, інакше мотор буде працювати неефективно, або взагалі не заведеться;

- Низький коефіцієнт корисної дії;
- Швидкий знос кривошипно-шатунного механізму.

Майбутнє електрокарів є неминучим і очевидним. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, вони заповнять дороги в усьому світі, роблячи їзду комфортною для водія і безпечною для навколишнього середовища. Вдосконалення моделей і зростання продажів і дозволять виключити існуючі недоліки електромобілів, роблячи їх бездоганними за експлуатаційними характеристиками, швидкісними і динамічними властивостями [12].

Основні переваги електромобілів над традиційними автомобілями з двигуном внутрішнього згорання:

- Екологічність;
- Високий коефіцієнт корисної дії;
- Відсутнє шумове забруднення;
- Мала вага двигуна;
- Простота в обслуговуванні;
- Довговічність;
- Відсутність паливної системи, масла, свічок та інших деталей, які

присутні в класичних автомобілях і ускладнюють експлуатацію;

- Економічність;
- Підзарядка при зниженні швидкості.

До недоліків елетрокарів відносимо:

- Обмежений термін експлуатації через швидке зношення колектора;
- Потреба у профілактичному обслуговуванні колекторно-щіткових вузлів;

- Для живлення електродвигуна від мережі змінного струму необхідно використовувати випрямні пристрої;
- Дороговартісне виробництво;
- Недосконалість утилізації гальванічних елементів акумуляторів.



Рис. 3.1. Порівняльна таблиця традиційного та електроавтотранспорту.

### 3.2. Наслідки для навколишнього середовища від виробництва автомобільних палив: стан атмосферного повітря, гідросфери та ґрунтів

Будь-який автотранспорт розрахований під той чи інший вид палива. Всім відомі такі види палива, як: бензин, дизельне паливо та газ.

Основними видами палива для автомобілів – є продукти переробки нафти – це бензини та дизельне паливо. Вони являють собою суміші *вуглеводнів* та присадок, які призначені для їх поліпшення експлуатаційних властивостей. До складу бензину входять вуглеводні, які википають при температурі від 35 до 200 °С, а до складу дизельних палив - вуглеводні, що википають в межах 180 - 360° С.

Як правило, отримують рідке паливо в результаті переробки нафти— єдиного існуючого рідкого пального, яке отримують з копалин. Утворюється нафта із залишків тваринних і рослинних мікроорганізмів на дні давніх морів, і являє собою маслянисту рідину жовтуватого, темно-коричневого, а іноді навіть і чорного кольору, це залежить

від її складу [14].

Сама нафта, як паливо безпосередньо, майже не використовується, а підлягає переробці на товарні нафтопродукти. Перед обробкою нафту направляють у газовідокремлювачі, де виділяють попутний нафтовий газ, а вже потім очищують від інших домішок: відокремлюють розчинені гази, воду, мінеральні солі, а також механічні домішки — пісок і глину.

Відносно невисокий відсоток виходу світлих нафтопродуктів, особливо бензину, при прямій перегонці нафти обумовив необхідність застосування крекінг-процесу, заснованого на розщепленні довгих молекул важких вуглеводнів на більш короткі молекули, які можуть кипіти при низькій температурі. Розрізняють термічний (високотемпературний) і каталітичний крекінг. При термічному крекінгу (температура його 450—550°C і тиск 3 — 6 МПа) переробляють гас, соляровий дистилят, мазути і гудрон. Однак бензини термічного крекінгу, що представляють собою суміш вуглеводнів, фізично і хімічно недостатньо стійкі, тому використовуються як компоненти автомобільних бензинів. Для одержання бензинів більш високої якості застосовують каталітичний крекінг, при якому бензин виробляється в присутності каталізатора — речовини, що прискорює і поліпшує процеси розщеплення важких вуглеводнів. Температура каталітичного крекінгу 450—500°C, тиск 0,2—0,3 МПа. Як каталізатори застосовуються синтетичні алюмосилікати і деякі глини. Різновидом каталітичного крекінгу є риформінг, призначений для одержання ароматичних вуглеводнів, що є основою високоякісних бензинів. При каталітичному крекінгу як вихідну сировину використовують гасові і солярові фракції прямої перегонки і дистиляти нафтопродуктів вторинного походження [18].

Для навколишнього середовища нафтопереробні заводи несуть неабиякий збиток. Їх можна охарактеризувати ризиками, масштаби і характер яких залежить від обсягів і типу спожитих нафти і палива, їх способів використання, ефективності проведення робіт по зменшенню забруднень та рівня технології системи безпеки. Гігієнічна значимість цих виробництв дуже висока тому, що сама нафта і процес її переробки включають сотні хімічних речовин, присутніх одночасно в різних комбінаціях між собою, поєднаннях з іншими несприятливими факторами; нафту і

нафтопродукти мають комплексний вплив на організм, тобто надходять в організм через усі вхідні ворота, і, нарешті, нафта і всі її похідні, здатні проникати і вражати всі аспекти навколишнього середовища, всю середовище проживання: повітря, воду, ґрунт, трансформуються в усі живі і неживі об'єкти в природі. Це все створює повне екологічне неблагополуччя, погіршення всіх санітарно-гігієнічних норм, стандартів життя, що відбивається на стані здоров'я працівників цих підприємств та населення сусідніх регіонів, де знаходяться об'єкти переробної промисловості. Статистика стану здоров'я людей має бути головним показником соціальної ефективності, а створення здорового середовища проживання, що забезпечує фізичне, соціальне і психічне здоров'я людини, та має стати головною концепцією подальшого розвитку суспільства.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є організовані джерела (димові труби) та неорганізовані джерела (викиди з установок за рахунок негерметичності устаткування, від очисних споруд, резервуарних парків). Забруднення атмосфери відбувається на всіх етапах технологічного процесу переробки нафти та її компонентів. Стічні води утворюються, як правило, не від ізольованих виробничих процесів або агрегатів, а є сукупністю потоків, що збираються від підприємства в цілому:

- Установки ЕЛОУ(електрообезсолюючі установки)

На цьому етапі технологічного процесу в атмосферне повітря виділяються шкідливі домішки випарів легких фракцій нафти (сірководень);

- Установки первинної переробки нафти.

Перелік шкідливих речовин на цьому етапі додатково включає димові гази: (метан, ангідрид сірчистий, оксид вуглецю, оксид азоту і діоксид, зола мазутна, ванадій, сірководень);

- Вісбрекінг. Здійснюється технологічний крекінг важких залишків нафти при помірній температурі, при якій розпадаються переважно важкі вуглеводні. Зі зменшенням в'язкості гудронів - вироблення компонента мазуту;

- Установа деасфальтизації;
- Установа УСРПГ;

- Установа виробництва нафтових бітумів;
- Установа депарафінації палив;
- Установа отримання багатофункціональних алкілфенольних присадок.

### 3.3. Вплив автомобільних викидів на навколишнє середовище

Екологічна ситуація в нашій країні надзвичайно складна. Стан навколишнього середовища та здоров'я населення держави постійно погіршується. Кроки, які здійснюються щодо покращення екологічної ситуації в Україні, не завжди узгоджені між собою системно, в більшості випадків не вистачає коштів та відсутня державна дисципліна відносно збереження середовища. Це все стає причиною руйнування навколишнього середовища швидшими темпами, аніж його відновлення.



Рис. 3.2. Вплив автомобільного транспорту

Автомобільний транспорт, як галузь економіки є одним із найпотужніших чинників антропогенного впливу на навколишнє середовище. Деякі види впливу, насамперед, забруднення атмосферного повітря та посилення шуму, відносять до найбільших техногенних навантажень на певні компоненти довкілля великих міст, та окремих регіонів.

Автомобільний транспорт створює низку проблем, котрі можна об'єднати за основними напрямками взаємодії з навколишнім середовищем:

- великий споживач палива;
- одне із джерел шуму;
- джерело забруднення довкілля;
- причина травмування та смерті людей і тварин;
- причина конфіскації сільськогосподарських угідь під дороги та стаціонарні споруди;

Постійне зростання транспорту на дорогах України зумовила зростання відпрацьованих газів до 50—80 % внеску у забруднення атмосферного повітря великих містах України, що, в свою чергу збільшує ризик захворюваності населення.

Автомобільний транспорт у процесі свого розвитку претендує на різні види ресурсів багатогранного призначення до них відносяться енергетичні територіальні та водні ресурси. Для того щоб вирішити всі проблеми, які завдає транспорт повинен враховуватися не лише максимальний економічний ефект, а й забезпечення стійкості екологічного комплексу.

Стрімкий розвиток автомобілізації несе негативний вплив на навколишнє середовище та використання територіальних ресурсів території. Протягом останнього десятиліття кожні п'ять років спостерігається підвищення кількості використаного повітря на спалювання палива автомобіля більше ніж у 2 рази. Також потрібно враховувати і те, що до екології автотранспорту належить також боротьба з транспортними вібраціями та шумом.

Наприкінці 80-их на початку 90-их років, тобто ще до початку стрімкого спаду промислового виробництва, на території СРСР забруднення атмосферного повітря від стаціонарних джерел становило 64 %, а від автотранспорту - 34 % від загальної

величини. На сьогоднішній день питома вага автомобільного транспорту в цьому показнику вже зашкалює. Суттєвий негативний вплив транспорту припадає на шумовий комфорт. 80 % усіх шумів створюють транспортні засоби, які виникають у місцях перебування людини тривалий час. Звичайно, що в оцінках техногенних чинників, які впливають на екологічну ситуацію у великих містах, два вище згаданих фігурують частіше інших. Але серйозний спектр негативних впливів автомобільного транспорту на людину та середовище її існування значно ширше. Досить тільки згадати про забруднення поверхонь при витоку пально-мастильних матеріалів, виділення твердих часток, вібрацію, електромагнітні випромінювання, пилоутворення та ряд інших, в тому числі, порівняно мало ще вивчених чинників.

Проблеми екологічної безпеки автотранспорту є складовою часткою екологічної безпеки країни. Значимість та гострота даної проблеми зростає з кожним роком дедалі більше.

#### **3.4. Токсичність викидів виробництва гальванічних елементів та способи їх утилізації**

Виробництво гальванічних елементів відносять до одного з найбільших технологічних процесів виробництва де високий рівень забруднення навколишнього середовища. По ступеню забруднення воно прирівнюється до хімічного виробництва. Посідає перше місце серед всіх можливих забруднювачів довкілля важкими металами та є потенційним забруднювачем атмосфери, літосфери та гідросфери. Також, не варто упускати і вплив на людський організм, адже хімічні сполуки, які містяться в гальванічних скидах та викидах завдають токсичну дію та викликають складне отруєння.

На сьогодні гостро стоїть питання очистки стічних вод гальванічного виробництва для підприємств різних галузей, адже мова йде не тільки про скиди важких металів у водні об'єкти, але й викиди в атмосферне повітря та накопичення на полігонах. Для того щоб мінімізувати викиди шкідливих речовин, необхідно застосовувати знезаражувальні методи забруднюючих речовин, при цьому

використовувати безвідходні технології на виробництвах, і напевне, основне – це розроблювати сучасні методи очистки.

Шкідливі речовини виділяються під час процесу виготовлення гальванічних розчинів та електролітів, в процесі попередньої механічної обробки деталей та процесу покриття.

З'єднання важких металів, особливості свинцю та ртуті, викликають порушення функціонування органів та систем людини та функцій метаболізму. Метали та їх з'єднання мають негативний вплив на всі функції людини та її органи.

Хром та його з'єднання спричинює ряд захворювань, зокрема: рак шкіри, екзема, патологічні зміни, та інше. Також, окрему ланку при впливі на людський організм та решту живих організмів, надають сполукам хрому, які потрапляють через водні об'єкти, що зазвичай перевищують ГДК. Мідь, цинк та свинець мають негативний вплив на периферичну нервову систему.

Основний вплив гальванічне виробництво чинить на водні об'єкти. Так як майже всі підприємства в країні є вітчизняного походження, зрозуміло, що більшість обладнання вже вийшло з ладу, крім того методи очистки також не «справляються» з такою кількістю відходів. З відходами втрачається 50-70% кольорових металів і 80-95% кислот і лугів, які спокійно потрапляють в повітря, воду, ґрунт та організм людини. Проте все ж найбільша частка припадає на забруднення поверхневих вод. В Україні щорічно утворюється понад 2,5 млрд кубометрів забруднених стоків, які містять в середньому:

- 5 млн тонн солей;
- 130 тис. тонн органічних забруднень;
- 25 тис. тонн металів;
- 5,2 тис. тонн нафтопродуктів;
- 7,7 тис. тонн фосфору;
- 1,4 тис. тонн синтетичних поверхневоактивних речовин.

З рисунку видно, що проблема підвищеної норми скидів забруднюючих речовин у січні води актуальна для всіх регіонів України, а особливо для Східних та Північних регіонів України, де сконцентровані металургійні та машинобудівні підприємства.



Обсяг, кількісний і якісний склад стоків залежить від застосовуваної схеми і витрати води на промивку, отже раціоналізація водоспоживання через вибір застосовуваного обладнання та схем промивки визначає обсяг, кількісний і якісний склад промивних і стічних вод, а, відповідно, і склад очисного обладнання, ефективність його роботи.

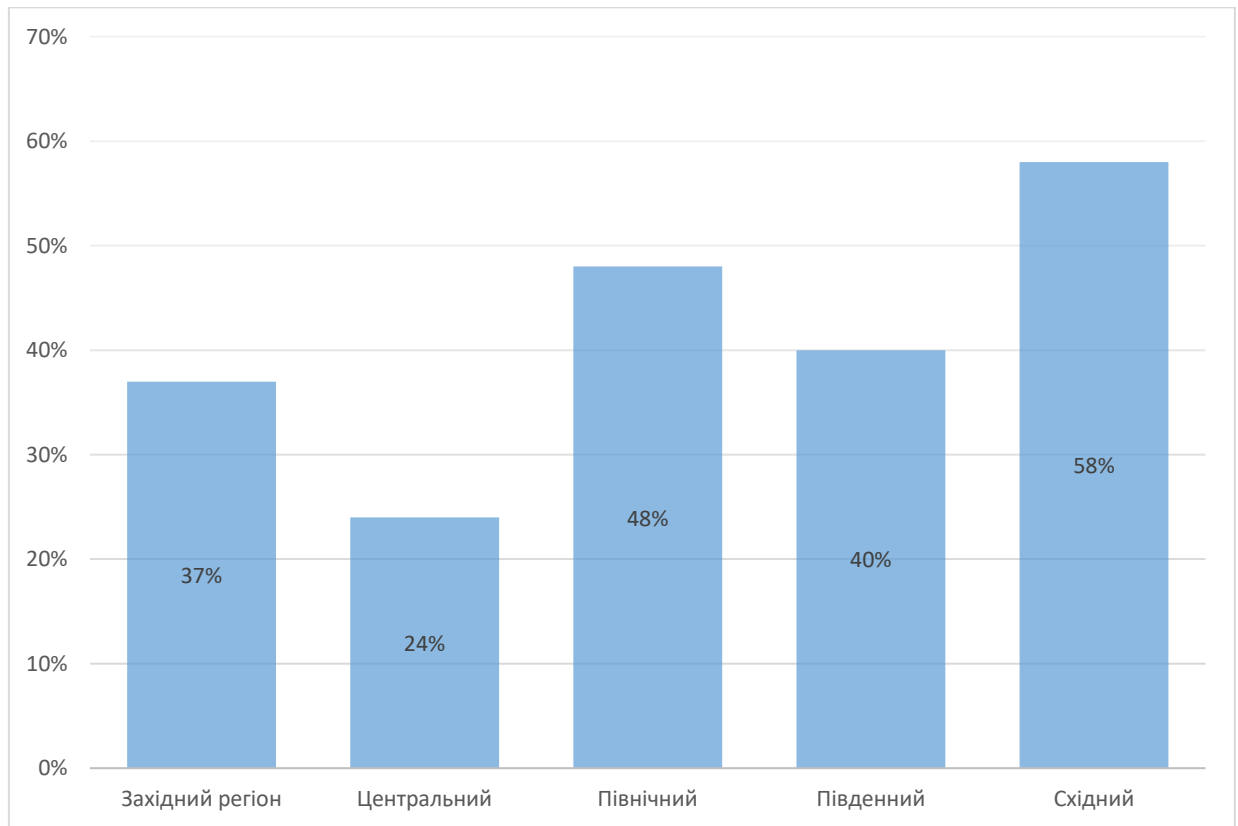


Рис. 3.3. Відсоток перевищення нормативів скиду забруднюючих речовин у поверхневі водні об'єкти за регіонами України за останні 3 роки

Гальванічні виробництва мають два види стічних вод:

- концентровані відпрацьовані розчини гальванічних ванн і ванн хімічної обробки;
- промивні води ванн гарячої і холодної промивки.

Так як використовується різні види покриттів, то і відповідно в стічних водах отримується різний асортимент забруднень.

В залежності від фазового стану речовини, забруднення поділяється на 4 групи:

- суспензії у вигляді тонкодисперсних суспензій і емульсій;
- колоїди і високомолекулярні сполуки;

- органічні речовини, розчинені у воді;

- солі, кислоти, розчинені у воді. За режимом скидання стоки розрізняють на ті, що постійно надходять від проточних ванн після промивання в них деталей (промивні води) і ті, що періодично скидаються з непроточних ванн (відпрацьовані концентровані електроліти і розчини).

В виробничих гальванічних цехах України, було проаналізовано, що концентрація важких металів підвищена, це в свою чергу, безумовно, негативно впливає на організм людини, найбільше страждають працівники даних цехів. Визначається вплив концентрацією, фізико-хімічними властивостями елементів, здатністю організму протидіяти до їх впливу, формою з'єднання та інше.

Основний вплив гальванічного виробництва припадає на водні об'єкти. Через те, що майже всі підприємства в Україні є вітчизняного походження, і зрозуміло, що більша частина обладнання вже вийшла з ладу, окрім цього наявні методи очистки не «справляються» з такою кількістю відходів. З відходами втрачається близько 50-70% кольорових металів та 80- 95% кислот та лугів, що спокійно потрапляють в атмосферу, літосферу, гідросферу та людський організм. Проте все ж таки найбільша частка чинить шкоду на забруднення поверхневих вод.

Як показано в таблиці 1 для потреб технологій очищення СВ, всі гальванотехнічні операції класифікуються на три основні групи на основі реакції електролітів та хімічного складу, що є джерелом утворення стічних вод: ціаністі, хромовмісні та кислотно-лужні. З первинними ціаністими СВ, як правило, змішують СВ після знежирення в лужних ваннах, що збільшує основність змішуваних стічних вод і полегшує перебіг реакції окислення ціанідів. Проте, у той самий час, з первинними хромистими водами іноді змішують кислі СВ після операцій травлення, які, підкислюючи середовище, полегшують перебіг реакції відновлення  $Cr^{6+}$  до  $Cr^{3+}$ .

Таблиця 3.1.

Показник забруднення	Концентрація стоків, мг/л		
	ціаністих	хромових	Кислотно-лужних
Хлориди	<50	<50	100 – 700
Сухий залишок	400 - 1200	500 - 1200	60 – 300
Сульфати	<100	50 - 200	100 - 800
Важкі метали	50 - 300	5 - 100	10 - 200
Ціаніди	<100	-	-

Найбільшою проблемою екології сучасного гальванічного виробництва є утилізація шламів, що утворюються в результаті очистки стічних вод. Складнощі утилізації шламів характеризують за:

- великою вологістю (90 – 95% );
- багатоконпонентністю;
- змінним складом, в залежності від різних гальванічних процесів;
- великим об'ємом;
- нестабільністю певних сполук, тобто зміна складу шламу.

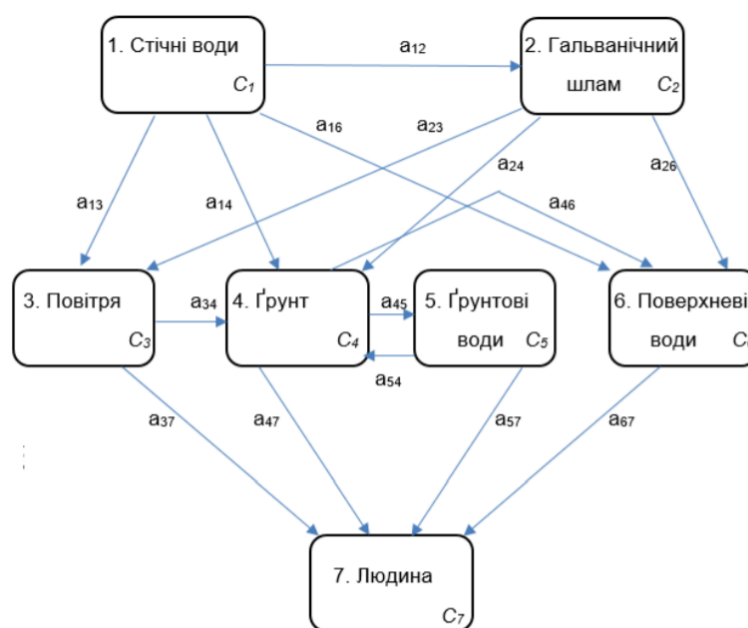


Рис.3.4. Камерна модель впливу гальванічного виробництва

Таблиця 3.2.

Таблиця позначення середовища та відповідного коефіцієнті переходу оксидів важких металів з однієї екосистеми в іншу

Середовище	$a_{ij}$	Значення
Стічні води → Гальванічний шлам	$a_{12}$	0,3
Стічні води → Повітря	$a_{13}$	0,02
Стічні води → Ґрунт	$a_{14}$	0,1
Стічні води → Поверхневі води	$a_{16}$	0,3
Гальванічний шлам → Повітря	$a_{23}$	0,04
Гальванічний шлам → Ґрунт	$a_{24}$	0,05
Гальванічний шлам → Поверхневі води	$a_{26}$	0,2
Повітря → Ґрунт	$a_{34}$	0,03
Ґрунт → Ґрунтові води	$a_{45}$	0,15
Ґрунт → Поверхневі води	$a_{46}$	0,1
Ґрунтові води → Ґрунт	$a_{54}$	0,02
Повітря → Людина	$a_{37}$	0,01
Ґрунт → Людина	$a_{47}$	0,05
Ґрунтові води → Людина	$a_{57}$	0,05
Поверхневі води → Людина	$a_{67}$	0,15

Основними компонентами шламів є: сульфіді, сульфати, гідроксиди, карбонати, ферити, фосфати важких металів та сполуки кальцію, магнію, заліза та алюмінію.

Раніше шлами відправляли на звалища, з часом вони поступово вимивалися дощовими і ґрунтовими водами, в результаті чого потрапляли у ґрунти. В такому випадку робота з очистки стічних вод ставала марною. На сьогоднішній день, зазвичай, шлами збирають у спеціально відведених бункерах, сховищах, штучних

бетонованих ставках, полігонах. Це потребує значних площ та капітальних витрат. Крім цього, важко забезпечити повністю безпечне зберігання, щоб при ньому токсичні речовини зовсім не надходили у навколишнє середовище. На полігонах останнім часом почали застосовувати захисні покриття з полімерних матеріалів. Але часом виходить так, що виловлені при очистці стічних вод елементи несуть в собі вторинні джерела забруднення довкілля. Саме тому “захоронення” відходів не повністю вирішує екологічні проблеми і призводить до великих втрат металів і інших хімічних речовин. Отже утилізація шламів і на сьогодні являє собою значну проблему всіх індустріальних країн.

### **3.5. Пожежна безпека традиційних автомобілів та електромобілів**

Основними причинами виникнення пожежі в автомобілях є:

- помилки при монтажі електричного обладнання. Вони можуть бути спровоковані нештатним використанням запобіжних систем автотранспорту, неправильно підібраними ізоляційними матеріалами, або виникненням перетину провідників, порушеннями, яку були допущені при монтажі;
- технічні проблеми з основним або додатковим електрообладнанням та проводкою. До виникнення пожежі може призвести коротке замикання, тривале перевищення показників напруги через помилки в роботі джерела живлення, перевантаження мережі, яке виникне через використання обладнання з великим енергоспоживанням;
- умисний підпал;
- дорожньо-транспортна пригода.

При виявленні вогнища загоряння, або навіть задимлення в автомобільному транспорті – потрібно негайно зупинитися, заглушити двигун та поставити машину на ручне гальмо. Роз'єднати електричну мережу автомобіля, діставши ключ із замка запалювання. Визначити поточне місце розташування та викликати фахівців

Державної служби з надзвичайних ситуацій(ДСНС). Намагатися не допустити витoku бензину або дизельного палива з бензобака – витік паливно-мастильних речовин може стати джерелом великої пожежі.

Головним засобом гасіння пожежі для автомобільного транспорту є вогнегасник – відповідно з Правилom пожежної безпеки України ними повинні бути обладнані всі автомобілі в не залежності від функціонального призначення та марки. Застосування водних та пінних вогнегасників неприпустимо, через те, що транспортні засоби мають внутрішні електромережі й використовують паливно-мастильні речовини. Автомобільні вогнегасники мають містити в ролі гасячої речовини – порошок, або склади з газу.

Порошкові моделі вогнегасників використовують викид порошку під тиском для перекидання доступу кисню до вогнища спалаху та зниження температури. Витіснення суміші з балона відбувається за рахунок газу, який закачується під тиском або виробляється в ході хімічної реакції. Недоліком цих моделей вогнегасників є забруднення салону автомобіля – матеріал обробки буде забруднений порошком, який важко вичистити або відмити.

Газові вогнегасники є більш зручними – в них використовується вуглекислота або спеціальні хладонові з'єднання в якості гасячої речовини. Газ замінює кисень, це призводить до загасання процесу горіння. Недоліком газових вогнегасників є вуглекислота, вона в замкнутому просторі автомобільного салону може бути небезпечна для людини, а необережний дотик може призвести до обмороження шкірного покриву. Вуглекислий газ, перебуваючи в зрідженому стані під тиском, вириваючись з сопла, різко збільшує свій обсяг призводить до зниження температури не тільки вогнища загорання, але і навколишньої.

Вага автомобільного вогнегасника має становити не менше двох кілограм, а об'єм не менше двох літрів, так як менша кількість гасячої речовини може бути недостатнім для ефективного придушення пожежі. Вогнегасник має мати на корпусі спеціальне маркування із зазначенням технічних умов застосування, типу, маси, та іншої необхідної інформації.

Щороку, з багатьох країн світу надходить інформація про нещасні випадки,

пов'язані із займанням чи вибухами електромобілів. Популярність таких новин викликана тим, що аварії та пожежі автомобілів з ДВС давно стали буденністю та не привертають уваги широкої публіки. Однак численні проведені дослідження кажуть, що небезпека моделей з літій-іонними акумуляторами сильно перебільшена - пошкодження АКБ може спричинити саморуйнівну ланцюгову реакцію, але ступінь небезпеки електроліту менший, ніж у бензину або дизельного палива і набагато менший, ніж у водневого палива у гібридних модифікаціях.

Найпоширенішими причинами спалахів для електротранспорту є аварії та зіткнення, які викликають негативний та руйнівний вплив на акумулятор. Сильне зіткнення може призвести до так званого "теплого розгону" - катастрофічне та необоротне підвищення температури акумулятора до граничних меж.

Крім цього, катастрофічні наслідки та коротке замикання електромережі транспортного засобу можуть спричинити:

- витік охолодної рідини з АКБ;
- потрапляння в електромережу автомобіля води.

Виникнення вогнища в акумуляторі літій-іонного типу автомобіля відбувається зазвичай не відразу, а через деякий час, що надає водієві та пасажиром час покинути салон. У той же час впоратися з вогнем і високою температурою дуже важко — відмінність пожежі в паливному та електричному автомобілі полягає в тому, що звичайні вогнегасники порошкового або газового типу не будуть ефективними. Крім того, під час гасіння електромобілів виникає ризик ураження струмом високовольтних систем.

Перше, що необхідно зробити користувачеві автотранспорту – вибратися з охопленого вогнем або димом автомобіля та викликати рятувальників за телефоном екстрених служб. Якщо умови дозволяють – можна використовувати вогнегасники пінного типу, дотримуючись усіх запобіжних заходів і перебуваючи на безпечній відстані. Головним завданням пожежних розрахунків першому етапі є відключення високовольтного кабелю з допомогою аварійного роз'єму чи механічним способом.

На офіційному сайті корпорації Тесла, найпопулярнішого виробника легкового електротранспорту у світі, зазначено, що процес гасіння АКБ може зайняти до

двадцяти чотирьох годин. Крім того, після усунення вогню та диму необхідно спостерігати за автомобілем 2-3 години, оскільки можливе повторне Озагоряння. Компанія-виробник рекомендує використовувати для цього велику кількість води, дотримуючись при цьому особливої обережності – можливе формування так званих «електричних дуг», що супроводжується великим викидом іскор. Корпус автомобіля може бути під напругою – обов'язковою умовою гасіння є використання пожежними розрахунками захисних рукавиць.

### **3.6. Заходи щодо зменшення впливу на навколишнє середовище, зумовленого виробництвом та утилізацією електромобілів**

На жаль, по цей час так і не існує чітко встановлених рекомендацій відносно мінімізації впливу на навколишнє середовище технологічних процесів при поводженні із складовими елементами та частинами, які утворюються у процесі утилізації електротранспортних засобів.

Основні пункти при розробці методів виробництва та утилізації електротранспорту, які мають зменшити вплив на середовище зосереджуються на підставі реалізації основних чотирьох пунктів:

- вторинне використання елементів;
- переробка;
- скорочення;
- відновлення;

Вище перелічені заходи дуже точно характеризують спроби покращити ситуацію з навколишнім середовищем шляхом вдосконалення процесу виробництва та розробки електрокарів, їхньої експлуатації, та безпечної утилізації після зняття транспорту з експлуатації.

Вторинне використання. Елементи, що неможливо виключити з процесу, слід використовувати повторно. Адже є багато частин автомобіля, які можна використовувати відразу після відновлення. Електромобілі, які придатні до списання також відносяться до цього. В них можуть міститися багато запасних частин, які буде



доцільно реставрувати та використати повторно.

Переробка. Мінімізує потреби у використанні первинних ресурсів і матеріалів для створення нових продуктів.

Скорочення. До нього віднесемо зниження споживання та мінімізаціх впливу на довкілля.

Відновлення. Відновлення якомога більшої кількості відходів у процесі виробництва. Використання їх залишків можуть використовуватися, наприклад, як альтернативне джерело палива.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [20].

До прийняття Закону України «Про охорону праці» відповідальність на власників за матеріальне забезпечення потерпілих на виробництві було обмежено лише виплатами по листках непрацездатності, втраченого заробітку, а також пенсій по інвалідності та у випадку втрати годувальника.

Після прийняття даного закону цінність людського життя на виробництві значно виросла, додали виплати одноразової допомоги, та виплати відшкодування шкоди, при цьому не враховуючи одержаних потерпілими пенсій та інших доходів. Вище перелічені доповнення збільшили розмір отримуваних виплат потерпілими робітниками в сотні разів, це свідчить про неухильну соціальну направленість розвитку нашої держави. На підприємствах з важкими та особливо небезпечними умовами праці, фонд соціального забезпечення охорони праці робітників в деяких випадках становить 70% загального фонду заробітної плати підприємства.

Згідно даних Всесвітньої Організації Охорони здоров'я (ВООЗ) смертність від нещасних випадків на сьогоднішній день посідає третє місце після серцево-судинних та онкологічних захворювань. Причиною смертей працездатних людей молодого і середнього віку в основному є якраз нещасні випадки на небезпечних виробництвах. За статистичними даними, найрозповсюдженішою причиною смерті серед чоловіків у віці від 15 до 36 років є нещасні випадки, і приблизно шоста частина від них пов'язана з порушеннями техніки безпеки при праці. Щорічно у світі нещасні випадки відбуваються більш ніж з 10 млн. людей, з них понад 600 тис. випадків закінчуються летально.

Загальнодоступна у відкритих інтернет джерелах статистика нещасних

випадків свідчить, що 15-20 років тому в Україні на виробничих підприємствах щорічно гинуло близько 4 тис. чоловік, що в 1,5 рази більше, ніж на сьогодні. Але і сьогодні щорічно на виробництві України травмується близько 120 тис. чоловік, із яких 2,5 тисячі гине, більш 10 тисячам працівників констатують профзахворювання. Можна з повною впевненістю стверджувати, що проблема зниження травматизму на виробничих підприємствах є актуальною у світовому масштабі. Теперішній стан економіки нашої держави, а також хитрощі зі сторони роботодавців, не дозволяє в повному обсязі здійснювати відшкодування шкоди для потерпілих у нещасних випадках на виробництвах. Особливо гостро це відчувається на підприємствах галузей важкої промисловості, таких як вугільна, гірничорудна, металургійна та інші, де умови праці на робочих місцях на фоні останніх подій значно погіршилися. Аналіз багатьох факторів, що призводять до професійних захворювань, свідчить, що найнебезпечнішими є впливи фізичних факторів (вібрація та шум) – 32%; забруднення повітря пилом та іншими дрібнодисперсними частками – 22%; біологічні фактори, в тому числі робота з небезпечними хімічними речовинами та їх випарами – 11,7%; від не ергономічності обладнання – 11,2%. В першу чергу від підвищеного рівня травмонебезпечності страждають харчові підприємства. На виробництві, в системі Держхарчопрому, травмується близько 400 – 600 працівників, з яких 25 – 30 із смертельним наслідком.

Матеріальні збитки в результаті нещасних випадків в середньому за рік в Україні становлять 2100–2200 тис. грн. Через травмування працівників на рік втрачається 19 000 – 20 000 людино-днів робочого часу. Кількість потерпілих на 1000 чоловік працюючих (коефіцієнт  $K_{ч}$ ) становить близько 1,7 – 2,0. Коефіцієнт важкості травматизму  $K_{в} = 32 – 36$ .

Більшість нещасних випадків трапляються через незадовільну організацію виробничих процесів – 15-16%; порушення трудової та виробничої дисципліни – 11-12 %; порушення технологічного процесу – 10%; незадовільне навчання персоналу у питаннях охорони праці та методами праці 8- 9%; незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць 6-7%; порушення вимог безпеки при експлуатації транспортних засобів та нехтування засобами індивідуального захисту – 4-5%;

незадовільний технічний стан будинків, споруд, територій – близько 4% тощо. Автоутилізаційні підприємства займають значне місце у економіках розвинених країн, що характеризується великою кількістю задіяних людських трудових ресурсів а також наявністю шкідливих та небезпечних виробничих чинників, які, часом, сягають досить високого рівня, викликаючи несприятливі наслідки для здоров'я осіб, задіяних у промислових процесах. Умови праці, що існують у більшості підприємств з утилізації автотранспорту слугують причиною виникнення численних професійних захворювань: вібраційної хвороби, нейросенсорної приглухуватості, пневмоконіозу, пилових бронхітів, захворювання кістково-м'язової та периферійної нервової системи. Виходячи з вище вказаного виникає актуальна задача впровадження процедур та методів оцінювання шкідливих та небезпечних виробничих чинників задля забезпечення можливості їх прогнозування та попередження. На сьогоднішній день основними організаційними методиками та механізмами оцінювання умов праці на робочих місцях у авторециклінгових підприємствах є атестація робочих місць за умовами праці, яка передбачає отримання оцінки відповідності умов праці державним нормативним вимогам охорони праці і, в більшості країн, включає: - детальну та комплексну оцінку усіх впливаючих на роботу персоналу факторів виробничого середовища і характеру праці та відповідність їх характеристик стандартам безпеки праці, будівельним та санітарним нормам та вимогам; - Завчасне виявлення чинників та причин виникнення несприятливих умов праці на підприємствах; - Дослідження санітарно-гігієнічних компонентів виробничого середовища та визначення ступеня важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці; - встановлення ступеня шкідливості і небезпечності праці та її характеру за гігієнічною класифікацією; 54 - дослідження та можливе обґрунтування віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими (особливо шкідливими) умовами праці; - процеси визначення (підтвердження) права працівників на пільги, як робітників сфери з підвищеним рівнем небезпеки; - аналіз реалізації технічних і організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру та безпеки праці. На сьогодні переважають тенденції ефективних машиноутилізуючих підприємств передових економік світу, які в першу чергу спрямовані на мінімізацію будь-яких можливих

негативних чинників на робочих місцях, а не на просте дотримання необхідних законодавчих норм. На підприємствах з утилізації автотранспорту виокремлюються три основні групи показників шкідливих чинників: - група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, шкідливі речовини, вібрація, швидкість руху повітря тощо. У даному випадку, чим менше ці показники, тим краще; - група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до верхньої межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. У даному випадку, чим більше значення показника, тим краще; - група показників шкідливих чинників, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до середини межі допустимих значень згідно нормативним вимогам. Наприклад, температура.

Особливо небезпечними компонентами при утилізації автотранспорту є технічні рідини, а саме гальмівні та охолоджуючі. Перший антифриз був винайдений трохи менше ніж століття тому. До його складу входив гліцерин, через що склад виходив з поганою плинністю та із підвищеною в'язкістю. Щоб зменшити в'язкість, стали додавати етилен, а пізніше – етиленгліколь. У чистому вигляді ця хімічна речовина кристалізується при  $-12^{\circ}\text{C}$ , але при розведенні з водою температура кристалізації та замерзання істотно знижується. Але після цих нововведень виникла інша проблема – склад виявився таким, що спінюється, а також був агресивним по відношенню до кольорових металів, які входять до складу охолоджуючої системи автотранспорту. Для усунення цих недоліків були розроблені спеціалізовані присадки. На сьогодні формула антифризу являє собою дистильовану очищену воду з додаванням етиленабо пропиленгліколю а також присадок, завдяки яким суміш набуває протипінні та антикорозійні властивості. За ефективністю основні компоненти антифризу, етиленгліколь або пропиленгліколь, розрізняються вкрай мало. Головна їх відмінність – ступінь токсичності. Етиленгліколь токсичний, летальна доза при пероральному одноразовому вживанні становить 100—300 мл. (1,5-5мл. на 1 кг маси тіла). Має відносно низьку леткість при нормальній температурі, пари ж володіють не такою високою токсичністю та несуть загрозу лише при постійному хронічному вдиханні. Також певну небезпеку становлять етиленгліколеві

тумани, проте при їх вдиханні про небезпеку відразу сигналізують подразнення носової та ротової порожнин та кашель. Протиотрутою при отруєнні етиленгліколем є етанол і 4-метилпіразол. Зважаючи на такі хімічні властивості етиленгліколю склад з пропіленгліколя вважається більш безпечним по відношенню до людини. Біорозчинність цих хімічних речовин однакова. Але оскільки етиленгліколь значно дешевший, в більшості антифризів використовується саме ця хімічна сполука. Етиленгліколь маслянистий та в'язкий, безбарвний. При розведенні з водою у пропорції 1:2 температура замерзання суміші становить  $-70^{\circ}\text{C}$  мінімум. За стандартною технологією в охолоджуючі рідини додають від 52 до 64% етиленгліколю. До складу охолоджуючих рідин автотранспорту також входять барвники – втім, вони не змінюють експлуатаційних властивостей рідини і не мають негативного впливу на людину та служать, швидше, для відмінності виробників. В той же час пакет присадок, на відміну від барвника, грає вагомий роль як у технічних властивостях антифризу так і в питанні токсичності для людини.

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

Опираючись на вищезазначене, можна надати наступні рекомендації щодо безпечного поводження з небезпечними хімічними речовинами при утилізації автотранспорту: При роботі з автомобільними технічними рідинами в хімічній лабораторії на автоутилізуючих підприємствах необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки по ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Усі приміщення лабораторії підприємства, що здійснює утилізацію автотранспорту повинні відповідати вимогам пожежної безпеки по (ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення») та мати засоби пожежогасіння по (ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань»), а саме:

3.1 Лабораторія повинна бути оснащена пожежними кранами (не менше одного на поверх) з пожежними рукавами. У кожному робочому приміщенні повинні бути наявності вогнегасники.

3.2 У приміщенні лабораторії на видному місці повинен бути вивішений план евакуації співробітників на випадок виникнення пожежі.

3.3 Розпорядженням по лабораторії з числа співробітників призначається група (3-5 чоловік), яка організовує всі протипожежні заходи, отримавши інструктаж місцевої пожежної команди.

3.4 Всі співробітники лабораторії повинні бути навчені правилам поведінки з вогне- та вибухонебезпечними речовинами, газовими приладами, а також повинні вміти поводитися з протигазом, вогнегасником та іншими засобами пожежогасіння, наявними в лабораторії.



3.5 У приміщеннях лабораторії і в безпосередній близькості від них (в коридорах, під сходами) забороняється зберігати горючі матеріали і встановлювати предмети, загороджують проходи і доступ до засобів пожежогасіння.

3.6 Без дозволу завідувача лабораторією та особи, відповідальної за протипожежні заходи, забороняється установка лабораторних і нагрівальних приладів, для проведення випробувань, їх використання та переробка електропроводки.

3.7 Всі нагрівальні прилади повинні бути встановлені на термоізолюючих підставках.

3.8 Забороняється експлуатація несправних лабораторних і нагрівальних приладів.

3.9 Після закінчення роботи необхідно відключити електроенергію, газ та воду у всіх приміщеннях.

3.10 Кожен співробітник лабораторії, який помітив пожежу, задимлення або інші ознаки пожежі зобов'язаний: -негайно викликати пожежну частину по телефону; -довести до відома завідувача лабораторією, який в свою чергу повинен сповістити співробітників, вжити заходів до їх евакуації та ліквідації пожежі. -прийняти заходи щодо обмеження поширення вогню та ліквідації пожежі.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, в результаті проведених досліджень можемо сказати, що автотранспорт, як і раніше є найбільшим забруднювачем навколишнього середовища.

1. Вплив автотранспорту на екологічну ситуацію в Україні сягає критичної межі – показники забруднень перевищують всі можливі показники світових стандартів і норм. Вплив відображається не лише споживанням природних ресурсів, а значною мірою, в його забрудненні шкідливими елементами. Об'єктами забруднення виступають: атмосфера, гідросфера та літосфера. А саме вони є найважливішими компонентами для середовища існування людства.

2. В зв'язку з недосконалістю в нормативно-правовій законодавчій базі у сфері утилізації автомобільного транспорту в Україні дана сфера знаходиться у стані глобального застою. Після введення закону «Про утилізацію автотранспорту в Україні» з 280 підприємств, які у 2015 році отримали ліцензію на утилізацію автомобілів із завершеним експлуатаційним терміном, реально переробляти транспортні засоби на сьогоднішній день не може ні одне підприємство.

3. Технології утилізації знятих з експлуатації автотранспортних засобів, які з часом будуть введені в Україні, повинні ґрунтуватися на 65 процесах рециклінгу: вузлів та агрегатів, що демонтуються з автомобілів і можуть та мають бути використані в інших автомобілях як запасні частини для виконання тих самих функцій; матеріалів, що можуть повторно використовуватися в господарській діяльності (металеві частини, масла, акумулятори, скло та ін.)

4. У процесі переробки автомобільних матеріалів та компонентів необхідно передбачити: рециклінг металевих частин, виготовлених зі сталі, сплавів алюмінію, кольорових металів та ін., що не становлять особливої небезпеки для навколишнього природного середовища; рециклінг матеріалів, що становлять загрозу НПС, таких як мастила, гальмівні та охолоджуючі рідини, рідини амортизаторів та ін.; рециклінг штучних матеріалів, в основному небезпечних для навколишнього середовища.

5. У електротранспорті присутня низка переваг: екологічність та

безшумність; відсутність черг на автозаправках та витрат на бензин; висока маневреність;

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

### ДЖЕРЕЛ

1. Захарчук В.І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк: ЛНТУ, 2011. 233 с.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник. К.: Арістей, 2014. 476 с.
3. Захарчук В.І. Перспективи переобладнання дизелів у газові двигуни з ісровим запалюванням//Сучасна автомайстерня. 2008 р. - №7-8.
4. Боровский, Е. Э. Промышленные и бытовые отходы: Проблемы экологии.М.: Чистые пруды, 2007. 32 с.
5. Ларионов Г. Утилизация ТБО.одна из приоритетных экономических задач современности // РИСК: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2009. № 4. С. 207-208.
6. Шубов Л. Я. Технология твёрдых бытовых отходов.М. : Альфа-М, 2011.396 с.
7. Мельникова Д. А. Об опыте решения проблемы твёрдых бытовых отходов - интернетжурнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>). Выпуск № 2 (43)2012 .
8. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych // Inżynieria Ekologiczna. № 28. 2012. P. 111.118.
9. Ilona Małuszyńska, Bartosz Bielecki, Andrzej Wiktorowicz, Marcin J. Małuszyński. Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji jako metoda ograniczająca ilość odpadów niebezpiecznych w środowisku // Ochrona środowiska i zasobów naturalnych. № 48. 2011. P.362.378.

10. Петрова А. И. Организация системы авторециклинга и проблемы логистики // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2010. № 10 (72). С. 84-89.
11. Довга Т. М. Визначення ефективності рециклінгу: економіко-екологічний аспект // Актуальні проблеми економіки. 2012. №3(129). С. 84-89.
12. Клименко Л.П., Соловйов С. М., Норд Г. Л. Системы технологий: Навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. 600 с.
13. Утилизация и рециклинг автомобилей. URL: <http://privetstudent.com/referaty/referaty-po-ekologii/1433-utilizaciya-irecikling-avtomobiley.html> (дата звернення: 08.01.2018 р.).
14. Системы утилизации легковых автомобилей. URL: <http://www.avtomash.ru/guravto/2007/20070703.htm> (дата звернення 08.01.2019 р.).
15. Закон України Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1393-14#Text> (дата звернення 29.11.2020 р.)
16. Директива 2009/40/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про перевірку технічного стану моторних транспортних засобів та їхніх причепів на придатність до експлуатування" від 6 травня 2009 року
17. Про утилізацію транспортних засобів: Закон України Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 20-21, ст.719
18. Системы утилизации легковых автомобилей. URL: <http://www.avtomash.ru/guravto/2007/20070703.htm> (дата звернення 20.11.2020 р.).
19. Кужель В.П., Калашнюк Ю.В. Шляхи утилізації автомобілів, які відпрацювали свій строк. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11117/749.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення 08.01.2018 р.).
20. Васюкова Г.Т., Ярошева О.І. Екологія. К.: Кондор, 2009. 524 с.
21. Митрохин Н.Н., Павлов А.П. Утилизация и рециклинг автомобилей: учеб. пособие. Москва: МАДИ, 2015. 120 с.

22. Утилізація і рециклінг автомобілей. URL: <http://privetstudent.com/referaty/referaty-po-ekologii/1433-utilizaciya-ireciklingavtomobiley.html> (дата звернення: .26.11.2020 р.).
23. Слюсаренко О.І. Каталітичний нейтралізатор – як спосіб розв'язання екологічної проблеми автомобільних викидів// Наук.-техн. зб. Львів: ЛВІ. 2005, вип. 4.С. 54-56.
24. Рудзінський В.В. Новітні системи нейтралізації шкідливих викидів дизелів вантажних автомобілів// Автошляховик України. 2008. № 1. С. 8-9.
25. Про утилізацію транспортних засобів: Закон України Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 20-21, ст.719
26. Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. К. : Центр навчальної літератури, 2006.394 с.
27. Русіло П.О. Науковий вісник НЛТУ України / П.О. Русіло, В.В. Костюк, В.М. Афонін // Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу.2008. Вип.18.3. С.85-89.
28. Ситник К.М. Биосфера, экология, охрана природы : [Справочное пособие]/ К.М. Сытник, А.В. Брайон, А.В. Городецкий ; [под ред. К.М. Сытника]. К. : Наукова думка, 1997. 523 с. 25
29. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей : [Навчальний посібник]. К.: Т-во «Знання», 2007. С. 166-182
30. Білявський Г.О. Основи екології : [Навчальний посібник] / Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. К. : Лібра, 2002.352 с.
31. Закон України Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1393-14#Text> (дата звернення 29.11.2020 р.)
32. Закон України Про утилізацію транспортних засобів URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/421-18#Text> (дата звернення 29.11.2020 р.)
33. Директива 2009/40/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про перевірку технічного стану моторних транспортних засобів та їхніх причепів на придатність до

експлуатування" від 6 травня 2009 року URL:  
[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_a24#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_a24#Text) (дата звернення 29.11.2020 р.)

34. Харічков С. К. та ін.. Сучасні тенденції формування екологічної інфраструктури природокористування. Одеса, 2012. с. 369

35. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартів безпеки праці. Пожежна безпека. Загальні вимоги. Постанова від 14.06.1991 № 875. Чинний від 01.07.1992

36. ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення і обслуговування. Постанова від 10.10.1983 № 614 Чинний від 01.01.1985

37. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки. Постанова від 10.03.1976 № 579 Чинний від 01.01.1977

38. Крикавський Є. Логістичне управління: підруч. Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. с. 650

39. Бобович Б. Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов : учеб. пособие. Москва : МГИУ, 2010. с. 187

40. Гречин Б. Д. Екологістика як перспективний напрямок розвитку підприємства : закордонний досвід. Сталий розвиток економіки. 2013. №4, с. 213-219