

Автор работы:
Толкачова Олена Василівна

ID проверки:
1000641795

Дата проверки:
26.11.2019 08:15:46 GMT+0

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:
27.11.2019 12:31:20 GMT+0

ID пользователя:
85538

Название файла: Кваліфікаційна робота Василенко

ID файла: 1000653062 Количество страниц: 98 Количество слов: 14868 Количество символов: 109350 Размер файла: 6.93 MB

13.3% Совпадения

Наибольшее совпадение: 7.69% с источник https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/2402/1/dis_Lyk..

13% Совпадений с Интернет источниками 397 Page 100

0.63% Текстовые совпадения по Библиотеке аккаунта 34 Page 102

0% Цитат

Не найдено ни одной цитаты

0% Исключений

Исключенный текст отсутствует

Подмена символов

Замена символов 54

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»

Механічний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

за темою: *Теоретичні дослідження криволінійного руху довгобазних
транспортних засобів*

Виконав студент II курсу, групи АТ-17мн
Спеціальності 274 – автомобільний

(шифр і назва спеціальності)

транспорт

Василенко В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Татарчук О. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензенти Колеснікова Т. М.

(прізвище та ініціали)

Мелашич В. В.

(прізвище та ініціали)

Оцінка:

(Національна шкала, кількість балів, оцінка ECTS)

(підпис)

(прізвище та ініціали секретаря ЕК)

м. Дніпро – 2019

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»**

Інститут, факультет механічний
Кафедра експлуатації та ремонту машин
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(номер і назва)
Освітня програма освітньо-наукова програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. звідувача кафедри _____
к. т. н., доц. Зайць Г.В.
« 28 » січня 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Василенку Віталію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Теоретичні дослідження криволінійного руху довгобазних транспортних засобів.

керівник роботи Гатарчук Олександр Васильович, к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «28» січня 2019 року № 33-кз

3. Строк подання студентом роботи 14.05.2019 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика вантажного автомобіля DAF FAN XF-105. Нормативи щодо керованості колісних транспортних засобів. Комп'ютерна програма для визначення параметра керованості в середовищі Matlab.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ. 1. Аналіз математичних моделей, які використовуються при дослідженнях керованості транспортних засобів. 2. Вихідні дані для визначення параметра керованості автомобіля. 3. Теоретичні дослідження параметра керованості одиночного автомобіля. 4. Результати теоретичних досліджень керованості автомобіля. 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу Презентаційний матеріал: 1. Загальні положення кваліфікаційної роботи (2 слайди). 2. Актуальність теми кваліфікаційної роботи (1 слайд). 3. Технічна характеристика транспортного засобу (1 слайд). 4. Аналіз розрахункових моделей для дослідження керованості автомобіля (1 слайд). 5. Моделювання руху довгобазного автомобіля по криволінійній траєкторії (2 слайди). 6. Тести для випробувань керованості автомобіля (1 слайд). 7. Результати теоретичних досліджень параметра керованості довгобазного автомобіля (2 слайди). 8. Загальні висновки (1 слайд).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3, 4	Лиходій О. С., доцент		
5	Сафонов В. В., професор		

7. Дата видачі завдання 28 січня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Цілість
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	Аналіз математичних моделей, які використовуються при дослідженні керованості транспортних засобів	до 22.02	
1.2	Вихідні дані для визначення параметрів керованості автомоб.	до 22.02	
1.3	Теоретичні дослідження параметрів керованості одиночного автомобіля	до 15.04	
1.4	Результати теоретичних досліджень керованості автомобіля	до 06.05	
1.5	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 14.05	
1.6	Висновки. Список використаних джерел	до 14.05	
2	Презентаційний матеріал:		
2.1	Загальні положення кваліфікаційної роботи	до 22.02	
2.2	Актуальність теми кваліфікаційної роботи	до 22.02	
2.3	Технічна характеристика транспортного засобу	до 22.02	
2.4	Аналіз розрахункових моделей для дослідження керованості автомобіля	до 18.03	
2.5	Моделювання руху догосподарного автомобіля по криволінійній траєкторії	до 15.04	
2.6	Тести для випробувань керованості автомобіля	до 15.04	
2.7	Результати теоретичних досліджень параметрів керованості догосподарного автомобіля	до 06.05	
2.8	Загальні висновки	до 14.05	
3	Оформлення кваліфікаційної роботи	до 14.05	
4	Підготовка до попереднього захисту кваліфікаційної роботи	до 16.05	

Студент _____ / Василенко В.В. /
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи _____ / Татарчук О.В. /
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка ДО магістерської роботи на тему «Теоретичні дослідження криволінійного руху довгобазних транспортних засобів» складається із 97 аркушів формату А4, на яких містяться 5-ть розділів, 7-м таблиць, 46-ть рисунків, 20-ть джерел інформації.

Об'єкт дослідження. Процес криволінійного руху довгобазного вантажного автомобіля з керованим заднім мостом.

Предмет дослідження. Кінематичні зв'язки між параметрами руху довгобазного вантажного автомобіля під час його маневрування.

За мету магістерської роботи прийнято виконання теоретичних досліджень впливу типу заднього моста вантажного автомобіля на параметри його маневреності за рахунок автоматизації розрахункового процесу.

Наукова новизна отриманих результатів. Набула подальшого розвитку динамічна модель криволінійного руху вантажного автомобіля, яка відрізняється від відомих методом складання диференційних рівнянь.

Результати теоретичних досліджень доповнюють освітній курс «Спеціалізований рухомий склад» – рекомендаціями щодо вибору способів підвищення маневреності довгобазних транспортних засобів, визначенням основних параметрів криволінійного руху вантажного автомобіля та аналізом отриманих результатів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КЕРОВАНІСТЬ, МАНЕВРЕНІСТЬ, ВАНТАЖНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ, ЧИСЕЛЬНИЙ МЕТОД РОЗРАХУНКІВ, ВІРТУАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННЯХ КЕРОВАНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	9
1.1. Плоскі моделі автотранспортних засобів	10
1.2. Просторові моделі автотранспортного засобу	15
1.3. Існуючі методики дослідження керованості автомобілів	19
1.4. Дослідження питань, пов'язаних з відведенням шин	21
1.5. Методи натурних випробувань керованості автомобіля	26
Висновки до першого розділу	33
2. ВИХІДНІ ДАННІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНОСТІ АВТОМОБІЛЯ	34
Висновки до другого розділу	37
3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНОСТІ ОДИНОЧНОГО АВТОМОБІЛЯ	38
3.1. Кінематика повороту автомобіля з колісною формулою $6 \times 2-4$	38
3.2. Моделювання поздовжніх та поперечних сил	42
3.3. Моделювання моментів зовнішніх сил	46
3.4. Загальні положення кінематики плоского руху	47
3.5. Система диференційних рівнянь криволінійного руху вантажного автомобіля	49
Висновки до третього розділу	53
4. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КЕРОВАНОСТІ АВТОМОБІЛЯ	54
4.1. Тяговий режим руху	54
4.2. Гальмівний режим руху	68
Висновки до четвертого розділу	73
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	75

5.1. Умови роботи водія вантажного автомобіля	75
5.2. Динамічний розрахунок віброзахисного сидіння	79
5.3. Оздоровлення повітряного середовища	86
5.4. Визначення наслідків аварії на магістральному газопроводі	87
5.5. Пожежна безпека	89
Висновки до п'ятого розділу	91
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	97

ВСТУП

На сьогодні в умовах збільшення інтенсивності руху й щільності транспортного потоку виникає необхідність робити маневри й повороти на більш високих швидкостях. Особливо це виявляється в екстремальних ситуаціях. Тому, керованість автомобіля, як одна з основ активної безпеки автомобіля, набуває все більшої значимості. Україна, як держава, що перебуває у стані становлення й досі має ресурсно-орієнтовну економіку, тобто, питання повного циклу виробництва із залученням власних підприємств з виробництва механічних виробів, гідравлічної апаратури та електронних систем керування для автомобільної галузі не набули розвитку. Як правило, більшість підприємств країни орієнтовані на великовузлову зборку КТЗ, готові вузли яких імпортуються з інших країн під супроводом повного пакету сертифікаційних документів.

Розвиток теорії керованості й стійкості автомобіля забезпечили вчені, як пострадянського простору, так і закордонні: Чудаков Е. А., Певзнер Я. М., Фаробін Я. Е., Литвинов А. С., Антонов Д. А., Хачатуров А. А., Келдиш М. В., Смірнов Г.А., Елліс Д. Р., Оллей М., Губер Л., Дітца О., Рікерт П., Шунк Т., Шилінг К., Рокар И., Слібар А., Фіала Е., Рінонаполі Л., Пасейка Х. Б. і ін. Варто відзначити важливі роботи відносно поперечної динаміки автомобіля з урахуванням нелінійної характеристики шини таких авторів, як А. С. Литвинов, А. А. Хачатуров, М. В. Келдиш, Г. А. Смірнов, Д. Р. Елліс, Е. Фіала, Х. Б. Пасейка й ін.

Актуальність теми. Україна має всі можливості для створення власних систем активного керування поворотом довгобазних автомобілів, але цей процес ускладнюється відсутністю системного підходу у задачах підвищення їх маневреності та керованості і не дозволяє на етапі проектування здійснити вибір раціональних параметрів елементів системи активного керування поворотом довгобазного автомобіля, дослідити їх вплив на загальну динаміку руху автомобіля. Системний підхід до створення систем активного керування

поворотом довгобазного автомобіля полягає у поєднанні його масових, геометричних та кінематичних параметрів з робочими процесами, що спостерігаються в апаратах гідравлічної системи, елементах електричної та електронної складової систем, що відповідають за алгоритмізацію керування процесом повороту довгобазних автомобілів.

Наразі існує безліч різних математичних моделей автомобілів: велосипедна модель, плоска повноопорна («колійна»), плоска з переміщенням центра ваги, що враховують коливальний характер руху й моделі у тривимірному просторі (SIMPACK, ADAMS і ін.). Головна особливість це те, що чим більша кількість факторів (що впливають на переміщення в просторі) враховується, тим більше модель здобуває складний і громіздкий вид, що ускладнює її застосування в дослідженнях динаміки руху автомобіля.

Об'єкт дослідження. Процес криволінійного руху довгобазного вантажного автомобіля з керуванням заднім мостом.

Предмет дослідження. Кінематичні зв'язки між параметрами руху довгобазного вантажного автомобіля під час його маневрування.

За мету кваліфікаційної роботи прийнято виконання теоретичних досліджень впливу типу заднього моста вантажного автомобіля на параметри його маневреності за рахунок автоматизації розрахункового процесу.

У відповідності до сформульованої мети визначимо наступні завдання:

1. На основі виконаного аналізу зробити вибір способу покращення маневреності вантажного автомобіля та його розрахункової моделі.
2. Удосконалити динамічну модель криволінійного руху довгобазного вантажного автомобіля.
3. Виконати теоретичні дослідження параметрів руху довгобазного вантажного автомобіля по криволінійній траєкторії.

Наукова новизна. Набула подальшого розвитку динамічна модель криволінійного руху вантажного автомобіля, яка відрізняється від відомих методом складання диференціальних рівнянь.

Методи дослідження. Теоретичні, шляхом створення плоскої динамічної моделі вантажного автомобіля, заснованої на основних положеннях теоретичної механіки, векторного числення у матричній формі.

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідались на Міжвузівській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи XXI століття» (Дніпро, ДВНЗ ПДАБА, 18 квітня 2019 р.), англійською мовою, матеріали доповіді опубліковані у збірнику матеріалів конференції молодих вчених за темою: «The maneuverability improvement of long-base trucks by means of structural changes».

РОЗДІЛ 1**АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ
ПРИ ДОСЛІДЖЕННЯХ КЕРОВАНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

Дослідження параметрів руху автомобіля з урахуванням всіх зв'язків між його окремими елементами являє собою завдання великої складності. Тому при дослідженні будь-яких експлуатаційних властивостей автомобіля, у тому числі і його керованості й стійкості, останній замінюється розрахунковою моделлю, у більшому або меншому ступені, яка відображає реальний автомобіль. Складність розрахункової моделі й ступінь її наближення до реального автомобіля диктується рядом міркувань.

При виборі розрахункової моделі, насамперед, варто враховувати цілі розв'язуваного завдання. Наприклад, у тих випадках, коли потрібно встановити в основному якісні характеристики автомобіля в цілому, його розрахункова модель може бути досить простою і в ній можуть не прийматися до уваги характеристики зв'язків окремих елементів з кузовом або рамою (наприклад, характеристики підвіски передніх і задніх коліс, характеристики кермової трапеції, механізмів, що розподіляють крутний момент між колесами і ін.). Якщо потрібно одержати більш-менш точні кількісні результати, то частина цих характеристик, що істотно впливають на параметри руху, необхідно враховувати. Причому, для різних умов руху й для автомобілів, виконаних за різними схемами, варто враховувати різні зв'язки та з неоднаковим ступенем спрощення їхніх характеристик.

Розглянемо основні розрахункові моделі, що застосовувалися різними вченими для дослідження стійкості й керованості автомобіля як окремої механічної системи.

1.1. Плоскі моделі автотранспортних засобів

Найпоширенішою є розрахункова модель, яку можна назвати ПЛОСКОЮ з однією масою. У цьому випадку автомобіль представляється у вигляді двоколісного візка (рис. 1.1). Колеса шарнірно пов'язані з корпусом візка, причому одне з них (найчастіше заднє) має щодо корпусу тільки один ступінь свободи – обертання навколо своєї осі обертання, а інші – два ступені свободи – обертання навколо тієї ж осі й поворот навколо вертикальної осі. Ведучим є некероване колесо. Звичайно, така модель зображується чотирьохколісною. Однак, кожне із двох коліс осі вважається навантаженим однаковими силами (нормальними, дотичними й бічними). Крім того, приймають, що обидва колеса кожної з осей мають однакові кути відведення, а обоє керованих колеса повернені на той самий кут (рис. 1.2).

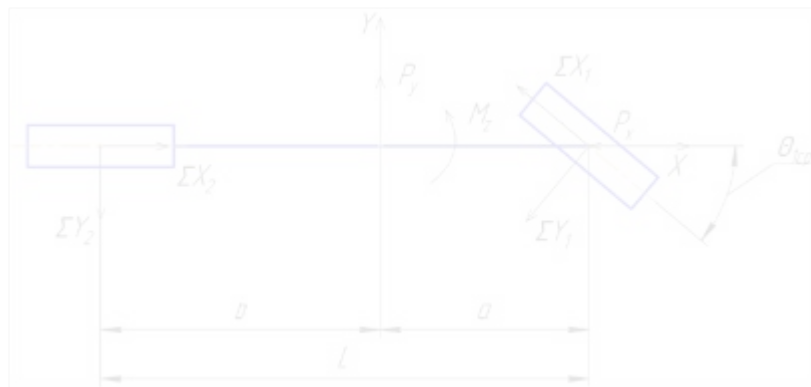


Рис. 1.1 Спрощена двоколісна плоска модель

При складанні рівнянь руху розглядаються не сили, що діють на кожне з коліс, а сумарні сили, що діють на обоє коліс передньої й задньої осей. Таким чином, два колеса кожної осі як би зливаються в одне (рис. 1.1). Подібна розрахункова схема використовується в якості основної в роботах М. Олєя,

Л. Губера, Я. М. Певзнера, К. Л. Чудакова, М. Жульена, Д. Уїткома й У. Міллікена, Д. Нордіна й ін.

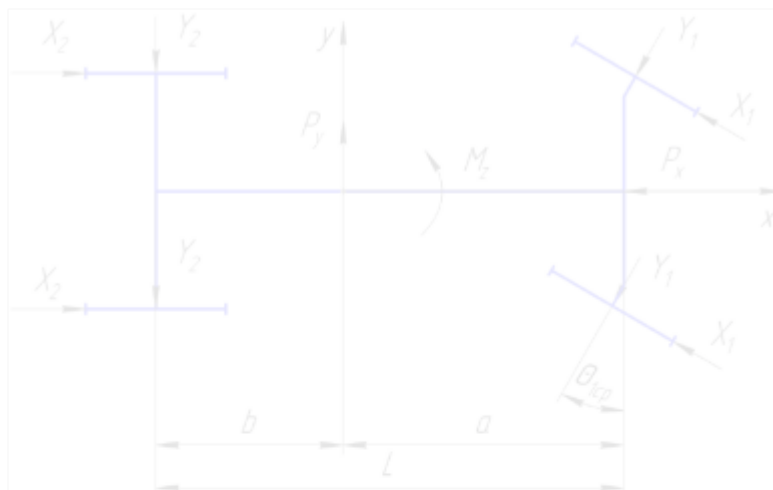


Рис. 1.2 Чотириколісна плоска розрахункова модель автомобіля

Для описання руху зазначеної розрахункової моделі зв'яжемо з автомобілем рухому систему координат xuz .

Початок цієї системи сполучимо із центром ваги автомобіля; вісь x направимо вздовж ПОЗДОВЖНЬОЇ осі автомобіля (вісь, що проходить через центр ваги автомобіля в площині поздовжньої симетрії), а вісь y – перпендикулярно поздовжньої площини симетрії автомобіля, вісь z – перпендикулярно площини дороги.

Рух автомобіля, представленого такою розрахунковою моделлю, може бути описано системою трьох рівнянь (рис. 1.2):

$$M_a \cdot j_x = \sum X_2 - \sum X_1 \cdot \cos \theta_{1\text{нб}} - \sum Y_1 \cdot \sin \theta_{1\text{нб}} - P_x; \quad (1.1)$$

$$M_a \cdot j_y = \sum Y_2 + \sum Y_1 \cdot \cos \theta_{1\text{нб}} - \sum X_1 \cdot \sin \theta_{1\text{нб}} - P_y; \quad (1.2)$$

$$J_z \omega_a = \sum Y_1 \cdot a \cdot \cos \theta_{1\text{нб}} - Y_2 \cdot b - \sum X_1 \cdot a \cdot \sin \theta_{1\text{нб}} - M_z; \quad (1.3)$$

де M_a – маса автомобіля;

j_x і j_y – прискорення центра ваги автомобіля відповідно в напрямку осей x

та y ;

$\sum X_1$, $\sum X_2$ – сумарні дотичні реакції, що діють на обидва колеса відповідно передньої й задньої осей автомобіля;

$\theta_{\text{ср}}$ – середній кут повороту керованих коліс;

$\sum Y_1$ і $\sum Y_2$ – сумарні бічні реакції, що діють на обидва колеса відповідно передньої й задньої осей автомобіля;

P_x – сума проекцій на вісь x зовнішніх сил, що діють на автомобіль;

P_y – сума проекцій на вісь y зовнішніх сил, що діють на автомобіль;

J_z – момент інерції автомобіля навколо осі z ;

ω_a – кутове прискорення автомобіля щодо осі z (ω_a – кутова швидкість повороту автомобіля навколо осі z);

a та b – відстані від центра ваги автомобіля відповідно до передньої й задньої осей;

M_z – сума зовнішніх моментів, що діють на автомобіль, навколо осі z .

За умов руху автомобіля вперед поздовжнє переміщення (по осі x) центра ваги вважається позитивним, а поперечне переміщення (по осі y) – убік миттєвого центра повороту автомобіля.

Якщо прийняти, що сумарні коефіцієнти опору відведенню $\sum K_{y1}$ й $\sum K_{y2}$ не залежать від дотичних реакцій $\sum X_1$ та $\sum X_2$, ведучі колеса задні (або взагалі ведучі колеса є некерованими), то рівняння (1.2) і (1.3) можна при деяких припущеннях вважати не залежними від рівняння (1.1). Для цього необхідно припустити, що дотична реакція $\sum X_2$, що діє на ведучі колеса, може у всіх випадках руху забезпечити або рівномірний рух автомобіля, або рух із заданим постійним значенням j_a .

Якщо рівняння (1.2) і (1.3) не залежать від рівняння (1.1), то визначення параметрів руху автомобіля зводиться до рішення системи двох диференціальних рівнянь першого порядку.

Більшість дослідників, що користуються розрахунковою моделлю з однією масою, швидкість руху приймають постійною. Якщо вважати постійними також коефіцієнти опору відведенню, то завдання зводиться до рішення добре вивченої системи диференціальних рівнянь першого порядку (або одного диференціального рівняння другого порядку) з постійними коефіцієнтами. Визначення стійкості або нестійкості руху в цьому випадку зводиться до дослідження характеристичних рівнянь, тобто до чисто алгебраїчних операцій.

Якщо прийняти коефіцієнти опору відведенню функціями кутів відведення, то загальне рішення ускладнюється. Для аналітичного рішення при цьому необхідно підібрати формулу, що апроксимує залежність коефіцієнтів опору відведенню від кутів відведення. Однак питання стійкості, згідно з М. А. Ляпуновим, і в цьому випадку легко досліджуються за рішенням першого наближення.

Методика дослідження стійкості автомобіля, представленого у вигляді одномасової розрахункової моделі, як при $\sum K_{y1} = const$ й $\sum K_{y2} = const$, так і при коефіцієнтах опору відведенню, що є відомими функціями кутів відведення, розроблена Я. М. Певзнером.

Однієї зі складових моменту M_z є сума стабілізуючих моментів, що діють на колеса автомобіля.

Стабілізуючі моменти залежать як від нормальних, так і від дотичних реакцій, що діють на кожне з коліс. Тому, при врахуванні стабілізуючих моментів рішення не може бути обмежено системою рівнянь (1.2) і (1.3). Однак, можна допустити, що стабілізуючі моменти не зв'язані ні з нормальними, ні з дотичними реакціями. Тоді вплив цих моментів на характер руху автомобіля може бути враховано й при поданні останнього плоскою розрахунковою моделлю з однією масою.

Е. А. Чудаков враховував також, момент, що виникає в результаті нерівності дотичних реакцій, що діють на ведучі колеса. Якщо прийняти цей момент постійним і **ЗНЕХТУВАТИ** впливом нерівномірного розподілу дотичних реакцій на сумарний коефіцієнт опору відведенню, то завдання про вплив нерівності дотичних реакцій на керованість і стійкість автомобіля також можуть бути вирішені в рамках плоскої розрахункової моделі з однією масою.

Ця ж розрахункова модель може бути використана для дослідження стійкості й керованості багатовісних автомобілів, коли ведучі осі не є керованими. У цьому випадку в рівняннях (1.1) - (1.3) з'являються бічні й дотичні сили, що діють на колеса кожної з осей, а також моменти цих сил. У результаті цього кількість невідомих перевищує кількість рівнянь. Однак всі бічні реакції можуть бути виражені через **будь-які ДВІ** бічні реакції; дотичні реакції на ведених колесах можуть бути визначені з відомих залежностей теорії кочення колеса, а дотичні реакції, що діють на ведучі колеса, якщо не враховувати їхній вплив на коефіцієнти опору відведенню ведучих коліс, не входять у систему рівнянь (1.2) і (1.3).

Таким чином, рішення завдання й у цьому випадку зводиться до системи двох диференціальних рівнянь першого порядку з постійними коефіцієнтами.

Застосування плоскої моделі з однією масою можливе й при дослідженні керованості й стійкості автомобілів, у яких ведучі колеса є одночасно й керованими. У цьому випадку рішення дещо ускладнюється, оскільки вхідна в рівняння (1.1) і (1.3) дотична реакція $\sum X_1$ з відомої перетворюється в невідому. У зв'язку із цим, рівняння (1.1), (1.2) і (1.3) виявляються зв'язаними й доводиться вирішувати систему трьох диференціальних рівнянь першого порядку.

Таким чином, за допомогою розглянутої розрахункової моделі автомобіля **при деяких припущеннях** може вирішуватися **ДОСИТЬ** велика кількість завдань, пов'язаних з дослідженням його керованості й стійкості.

До основних переваг такої розрахункової моделі варто віднести простоту рішень, аналізу, обумовлену можливістю використання простих і добре

вивчених диференціальних рівнянь другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Використання цієї розрахункової моделі дозволило показати якісний вплив основних пружних характеристик шин на параметри криволінійного руху автомобіля, ввести в теорію автомобіля такі поняття, як надлишкова, недостатня й нейтральна повертаємість, критична швидкість руху, поняття про зони стійкого й нестійкого руху. Однак, як показує порівняння результатів експериментального визначення параметрів руху автомобіля з параметрами, що визначені теоретично за допомогою рівнянь, отриманих із застосуванням плоскої розрахункової моделі з однією масою, у ряді випадків виходить значною не тільки кількісна, але і якісна розбіжність.

1.2. Просторові моделі автотранспортного засобу

А. Кьез і Л. Рінонаполі вважали, що сумарна дотична реакція не залежить від параметрів повороту. Тому бічні й дотичні реакції не зв'язані між собою. Дотичні реакції, що входять у поправочні коефіцієнти, що визначають вплив цих реакцій на коефіцієнти опору відведенню правого й лівого коліс, приймалися рівними половині заданої сумарної дотичної реакції. Незважаючи на коливання підресорених частин у поперечній площині щодо осі крену, яка умовно розташовувалась в площині симетрії автомобіля, припускалось, що центр ваги підресорених мас, а отже, і центр мас всієї системи увесь час залишається в площині симетрії автомобіля. У дійсності через коливання підресорених мас положення центра мас системи в напрямку її поперечної осі увесь час змінюється, і в рівнянні повинна враховуватись несиметричність положення центра мас. Крім того, не приймалися в увагу перекидаючі моменти, що діють на кожне з коліс.

У роботі докладно не описується, яким чином визначалися миттєві значення нормальних навантажень, що діють на кожне з коліс, однак, очевидно, що для визначення цих величин необхідно до системи рівнянь додати пов'язане з

нею рівняння моментів, що діють на автомобіль, відносно осі x (або будь-якої паралельної їй осі).

Як і в переважній більшості праць, присвячених дослідженням керованості й стійкості рішення проводилося для випадку руху автомобіля з постійною швидкістю. Стабілізуючі моменти представлені у вигляді лінійних функцій кутів відведення.

Якщо враховувати поворот невідресорених мас, викликаний змінами кута розвалу коліс і радіальних деформацій їхніх шин, то система виявляється тримасовою з п'ятьма ступенями свободи. При цьому приймаються в увагу бічні переміщення й поворот відносно вертикальної осі всієї системи, поворот відносно осі крену підресорених частин, поворот у поперечній площині, задніх і передніх невідресорених частин. У більшості випадків нові значення, що отримані в результаті врахування додаткових ступенів свободи, які пов'язані зі змінами кутів розвалу коліс і їхніх радіальних деформацій не компенсують істотних ускладнень рішення завдань, які при цьому виникають.

Більш доцільно враховувати вплив на керованість і стійкість автомобіля динаміки рульового керування. У перерахованих раніше роботах приймалося, що положення керованих коліс однозначно визначається положенням керма, що у кожний даний момент часу вважалося заданим (закріплене рульове керування).

У дійсності, через пружність деталей рульового керування, а також зазорів у його шарнірах і рульовому механізмі при незмінному положенні керма, положення якого задається водієм, керовані колеса можуть повертатися під дією прикладених до них зовнішніх моментів. Оскільки керовані колеса мають певну масу, зв'язки, що втримують ці колеса, є пружними, а моменти, що прагнуть змінити положення коліс, – змінними, то можливе виникнення динамічних процесів, що впливають на характер руху всього автомобіля.

17

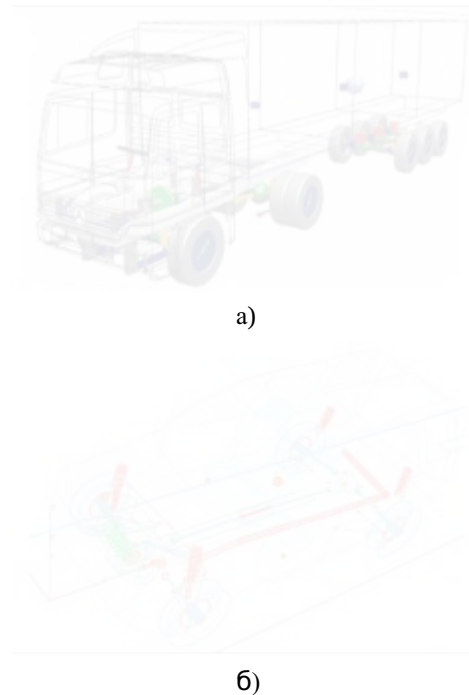


Рис. 1.3 Тривимірне моделювання руху автопоїзда (а)
і автомобіля (б) у середовищі SIMPACK

У цей час, для дослідження загалом динаміки автомобіля створені спеціальні програмні засоби (рис. 1.3, а-б) такі, як SIMPACK, ADAMS, AUTOLAB, LABCAR і ін., які автомобіль розглядають у тривимірному просторі.

1.2.1. Дослідження з урахуванням впливу пружності деталей рульового керування.

Однієї з перших робіт, у яких враховувався вплив пружності деталей рульового керування, є стаття Е. Фіали. Розрахункову модель автомобіля, запропоновану ним, можна вважати двомаcовою з трьома ступенями свободи. Розглядалося бічне переміщення всієї маси автомобіля (у напрямку

перпендикулярному до поздовжньої осі), поворот цієї маси відносно вертикальної осі й поворот керованих коліс відносно шворнів.

У роботі Л. Сіджела розглядається розрахункова модель, яку можна назвати чотиримасовою з п'ятьма ступенями свободи. Досліджується бічний рух і поворот відносно вертикальної осі всієї маси автомобіля, поворот щодо осі крену його підресореної маси, поворот відносно шворнів керованих коліс і поворот відносно осі рульового валу керма, що вважається вільним від дії на нього водія (вільне рульове керування).

Розрахункова модель, запропонована А. Слібаром і П. Паслеєм, мабуть, найбільш складна із всіх моделей, що використовувалися для дослідження питань керованості й стійкості автомобіля. Ними розглянуті всі ступені свободи переміщення як підресорених, так і непідресорених мас.

Такий підхід можливо використовувати і для інших розрахункових моделей. Наприклад, з метою більш точного врахування впливу на стійкість і керованість автомобіля параметрів його підвіски можливе дослідження двомасової моделі із чотирма або п'ятьма ступенями свободи, у яких до трьох ступенів свободи, прийнятим для двомасової моделі, описаної вище, додається ще поворот підресорених мас у поздовжній площині або поворот підресорених мас у поздовжній площині й вертикальні переміщення цих мас.

1.2.2. Дослідження керованості з урахуванням типу диференціала.

При вивченні впливу на стійкість і керованість автомобіля типу міжколісного диференціала можна користуватися розрахунковою моделлю, у якій приймаються до уваги ступені свободи ведучих коліс щодо всієї маси автомобіля й одного колеса щодо іншого. У цій моделі маси коліс враховуються окремо від маси всього автомобіля. Така модель вже була частково використана в роботах Короткова Л. І. та Литвинова А. С.

Для кожної з обраних розрахункових моделей методика складання рівнянь руху і їхнє рішення в значній мірі залежать від вибору величин, прийнятих у якості незалежних змінних.

1.3. Існуючі методики дослідження керованості автомобілів

У переважній більшості праць як вихідні величини вибираються швидкість руху автомобіля, кути повороту керованих коліс і їхні похідні. Вважається, що кути повороту керованих коліс або постійні, або змінюються за деяким відомим законом, що задається водієм. Така методика за аналогією з термінологією, прийнятої в авіації, одержала назву дослідження автомобіля «із закріпленим рульовим керуванням».

Різновидом цієї методики є запропонована Е. Фіалою методика дослідження із закріпленим кермом. У цьому випадку задаються кути повороту керма або цих кутів. Кути повороту керованих коліс пов'язані з кутами повороту керма не однозначно через деформацію деталей рульового керування.

У деяких роботах в якості незалежних змінних прийняті параметри траєкторії руху центра ваги автомобіля або якої-небудь іншої точки автомобіля. Параметрами, що визначають траєкторію руху, можуть служити координати деякої точки в нерухомій системі координат, задані як функції часу або шляху, або змінних за часом, або шляхом кривизни траєкторії руху.

В якості незалежних змінних можуть бути обрані моменти, що діють на кермо, або моменти, що передаються на керовані колеса через рульове керування. У цьому випадку приймається, що кермо не втримується водієм у певнім положенні й може вільно повертатися з тої або іншою швидкістю залежно від сполучення прикладених до нього зовнішніх сил, які вважаються заданими й реактивними силами, що діють на керовані колеса. За аналогією з термінологією, прийнятої в теорії авіації, цей випадок трактується як дослідження автомобіля з «вільним керуванням».

Методика з «закріпленим рульовим керуванням», коли заданими є кути повороту керованих коліс, дозволяє одержати найбільш прості рівняння руху й особливо зручна для дослідження реакцій автомобіля на задані збурювання, викликані аеродинамічними силами, впливом нерівностей дороги або водія на органи керування автомобілем.

В останньому випадку звичайно задаються які-небудь прості закони зміни положення керованих коліс (незмінний кут повороту керованих коліс, поворот керованих коліс із незмінною кутовою швидкістю, стрибкоподібна або імпульсна зміна положення керованих коліс, синусоїдальний або косинусоїдальний закон повороту коліс і ін.). Жоден із цих законів не відповідає повністю тим законам зміни положення керованих коліс, які мають місце в умовах експлуатації. Дійсні закони залежать не тільки від параметрів автомобіля, але й від параметрів дороги й значною мірою від суб'єктивних якостей водія.

Деякі дослідники вважають, що завдання в якості незалежних змінних параметрів траєкторії наблизить умови дослідження керованості й стійкості до умов експлуатації. З такою думкою можна погодитися тільки частково.

Якби ширина дороги була такою, щоб параметри траєкторії направляючої точки автомобіля однозначно визначалися формою дороги в плані й ці форми були відомими хоча б для основних типів доріг, тоді перевага методики, пов'язаної із завданням параметрів траєкторії, як незалежних змінних, була б очевидною. У дійсності ширина проїзної частини дороги звичайно така, що допускає досить широкий вибір траєкторій руху автомобіля. При цьому на траєкторію руху автомобіля істотно впливає випадкове розташування на дорозі різного роду перешкод (автомобілів, що рухаються в тому ж напрямку, у якому рухається досліджуваний автомобіль, зустрічних автомобілів і ін.).

Таким чином, параметри траєкторії, що задаються при розрахунках в такій же мірі відрізняються від реальних, як і закони зміни кутів повороту керованих коліс. Отже, дослідження керованості й стійкості за заданими параметрами траєкторії не має відчутних переваг у порівнянні з дослідженнями із заданим законом зміни кутів повороту керованих коліс. Очевидно, і той і інший підхід корисні.

Дослідження автомобіля з вільним рульовим керуванням може бути зручним при рішенні деяких приватних завдань, наприклад, при дослідженні

питань, пов'язаних зі стабілізацією керованих коліс або впливом на керованість і стійкість параметрів рульового керування.

1.4. Дослідження питань, пов'язаних з відведенням шин

Дослідження багатьох вчених показують, що відведення коліс значно впливає на роботу шин, а також економічність, стійкість і керованість автомобіля. У реальних експлуатаційних умовах кути бічного відведення можуть досягати 7...8°, а в деяких випадках навіть 10...12°. При повороті колісних машин ці кути порівнянні з кутами повороту керованих коліс.

У дослідженні [14] найбільше поширення одержала найпростіша гіпотеза відведення, що полягає в тому, що поперечна горизонтальна реакція, що діє на колесо, пропорційна куту бічного відведення δ :

$$Y = -K_{\delta} \cdot \delta, \quad (1.4)$$

де K_{δ} – коефіцієнт опору відведенню.

Більш повна теорія відведення виходить у тому випадку, якщо ввести поняття кута відведення площини контакту δ_{Π} , визначивши його як кут між площиною колеса й вектором швидкості площини контакту. Тоді поперечна горизонтальна реакція визначається наступними рівняннями:

$$Y = -K_{\delta} \cdot \delta_{\Pi}; \quad (1.5)$$

$$\frac{K_{\delta}}{V \cdot c_{\xi}} \cdot \delta_{\Pi} + \delta_{\Pi} = \delta, \quad (1.6)$$

де V – швидкість центра колеса;

c_{ξ} – коефіцієнт бічної жорсткості шини.

Така модель бічного відведення в порівнянні з найпростішою гіпотезою дає істотне уточнення при кутах відведення, що швидко змінюються, наприклад при коливаннях коліс, обумовлених дорожніми нерівностями й кінематикою підвіски. Однак для вирішення ряду завдань динаміки автомобіля при

навантаженнях, що швидко змінюються потрібно більш точна модель кочення колеса з еластичною шиною.

Досить повна й послідовна дискретна модель колеса із пневматичною шиною побудована М. В. Келдишем [14]. У теорії М. В. Келдиша розглянута складна деформація шини, отримані рівняння зв'язків при коченні колеса без проковзування по плоскій поверхні при незмінному навантаженні й запропонована система експериментів для визначення всіх необхідних характеристик шини.

У своїх дослідженнях М. В. Келдиш деформацію шини розглядає в такий спосіб. При заданій радіальній реакції R деформація шини характеризується трьома параметрами: бічним зсувом відбитка ξ , кутом нахилу площадки контакту в бічному напрямку φ й кутом повороту площадки контакту відносно вертикальної осі γ . Таку деформацію для нерухливого колеса при відсутності ковзання можна одержати переміщенням опорної площини на величину h у вертикальному напрямку, що відповідає заданій радіальній реакції R , переміщенням на величину в горизонтальному напрямку й поворотом на кути φ й γ навколо осей, що проходять через центр площадки контакту O в поздовжньому й вертикальному напрямках. Разом з тим, при такій побудові теорії передбачаються різні уточнення й узагальнення, необхідні для побудови моделі кочення колеса з еластичною шиною по нерівній поверхні при навантаженнях, що швидко змінюються.

За допомогою різних пружних моделей шини можна уточнювати характер і основні закономірності її деформації, установити залежності між деформаціями шини й реакціями дороги, визначити основні характеристики колеса з еластичною шиною, що використовуються в моделі кочення. Крім того, пружні моделі дозволяють встановити залежність основних характеристик шини від її конструктивних параметрів.

Розглянемо найбільш використовувані моделі шин при дослідженні.

Реакції опорної площини можна визначити через потенційну енергію деформації шини. Потенційну енергію, у свою чергу, можна визначити,

розглядаючи спрощені пружні моделі шини, що досить точно відбивають картину деформації реального колеса з еластичною шиною.

Потенційну енергію повітря в шині легко обчислити при наступних припущеннях: боковина шини вважаються абсолютно еластичними при вигині й нерозтяжною, форма брекера в поперечному перерізі шини не міняється при зміні навантаження. Такі припущення при обчисленні потенційної енергії повітря дозволяють обмежити поперечні перерізи шини двома прямими й двома дугами окружностей (рис. 1.4), причому при всіх деформаціях довжини дуг окружностей і прямих не змінюються.

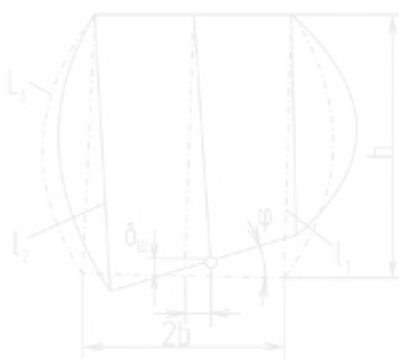


Рис. 1.4 Схема для розрахунку потенційної енергії повітря в шині

Якщо далі припустити, що боковина передає сили тільки в радіальному перетині колеса, і виділити елемент шини, розташований між двома поперечними перерізами на малій відстані dx , то при тиску p повітря в шині можна визначити розподілені навантаження на брекер – результат дії на нього боковин і повітря. Розрахункова схема представлена на рис. 1.8.

Для визначення радіальної деформації довжиною брекера можна представити його у вигляді гнучкого кільця, що перебуває під розподіленим радіальним навантаженням Z_x . Ця модель допускає ряд узагальнень. Наприклад, можна врахувати жорсткість протектора, боковин і брекера при

вигині. Можливо деяке уточнення розрахунків, якщо взяти до уваги зміну довжини брекера при деформації (рис. 1.6).

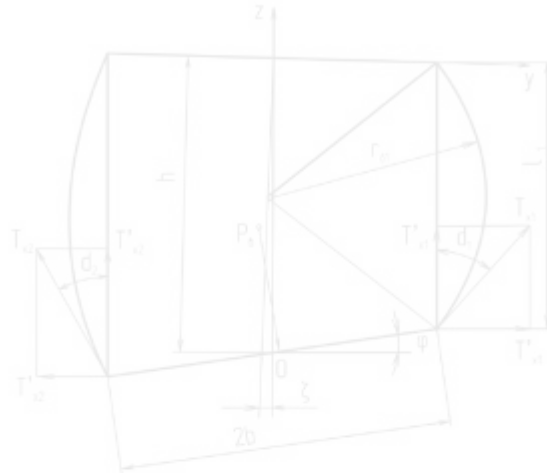


Рис. 1.5 Схема сил, що діють у поперечному перерізі



Рис. 1.6 Схема радіальної деформації шини

Для розрахунку бічних деформацій за межами площадки контакту використовують найпростішу модель балки на пружній основі (рис. 1.7), зневажаючи впливом закручування брекера на його бічні деформації.

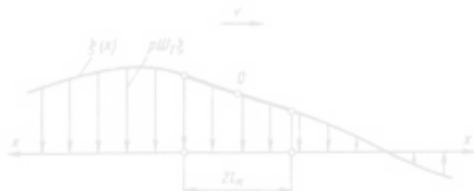


Рис. 1.7 Схема бічної деформації брекера у вигляді балки на пружній основі

Для шин з високим малюнком протектора враховують бічну жорсткість протектора в межах площадки контакту. Модель балки на пружній основі для розрахунку бічних деформацій відповідає прямолінійному руху колеса з кутом бічного відведення δ . Ця модель дозволяє визначити коефіцієнти жорсткості c_ξ , c_γ , $c_{\xi\varphi}$, необхідних для визначення характеристик шини при дослідженнях.

Із всіх розглянутих вище пружних моделей найбільш практичної на той момент була модель із урахуванням нелінійності характеристик шини, запропонованої Фіалою (рис. 1.8).

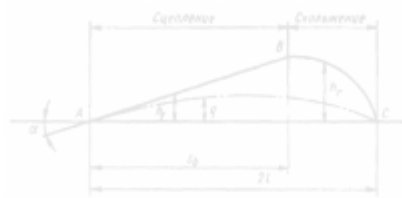


Рис. 1.8 Розрахункова модель Фіали

Як видно, при дослідженні характеристик шини, що впливає на відведення, використовуються складні розрахункові моделі шини, що створює деякі труднощі в дослідженні відведення. Це обумовлено врахуванням

деформації шини в різних площинах і, як причина, зміна площі плями контакту, що визначає величину й характер сприйняття бічної сили.

Якісно нову розрахункову модель шини запропонував Пасейка Х. Б. [8], що враховує нелінійність залежності характеристик поперечних, поздовжньої сил і стабілізуючого моменту, мінливість нормального навантаження, кут розвалу і коливальний характер кочення колеса. Емпірична залежність, наприклад, виражається формулою:

$$F_y = D \cdot \sin \left[C \cdot \arctan \left\{ B \cdot \alpha - E \left(B \cdot \alpha - \arctan (B \cdot \alpha) \right) \right\} \right], \quad (1.7)$$

де $B = \frac{C_\alpha}{C \cdot D}$ – фактор жорсткості;

$D = \mu \cdot F_z$ – максимальне значення (пік) бічної сили;

$C_\alpha = c_1 \cdot \sin \left(2 \arctan \left(\frac{F_z}{c_2} \right) \right)$ – кутова жорсткість;

C, E – фактори форми.

На даний момент розрахункова модель Пасейки є найпоширенішою при дослідженні динаміки автомобіля.

1.5. Методи натурних випробувань керованості автомобіля

У результаті випробувань визначають параметри, що характеризують керованість системи «автомобіль-водій», і знаходять характеристики автомобіля, які впливають на його керованість. Керованість системи «автомобіль - водій» – це здатність автомобіля, керованого водієм, зберігати заданий напрямок руху або змінювати його за бажанням водія впливом на рульове керування в певних дорожніх умовах.

На більшість випробувань щодо визначення цих властивостей існує галузевий стандарт (ГОСТ 37.001.471-88) «Керованість і стійкість автомобілів і автопоїздів. Методи випробувань». Характеристики керованості визначають на сухих горизонтальних площадках при коефіцієнті зчеплення не менш 0,6.

Показники керованості визначають при русі автомобіля в нормальних експлуатаційних умовах і по розмічених траєкторіях на спеціальних площадках і ділянках доріг. Випробуванням піддають автомобілі, параметри яких відповідають технічним умовам, при повній їхній масі. Попередньо, обов'язково перевіряють кути установки керованих коліс, зазори в рульовому керуванні, тиск повітря в шинах, зношування протектора шин, що не повинен перевищувати 30% його початкової висоти. Довжина ділянок повинна становити 500 м при русі зі швидкостями 10-30 км/год і 1000 м при більших швидкостях.

Для оцінки керованості запропоновано багато оціночних показників. На автополігоні НАМІ діє методика випробувань і оцінки стійкості керування, що характеризується властивістю системи водій-автомобіль виконувати із застереженою заздалегідь точністю на заданому відрізку шляху закон руху, що задається (залежності зміни швидкості, траєкторії, курсового кута й кута крену у функції шляху). РД 37.001.005-82 установлює оціночні показники стійкості керування автотранспортних засобів, методи визначення значень показників стійкості керування й методи оцінки результатів випробувань.

Випробування на дорогах загального користування проводять двоє водіїв, що пройшли спеціальну підготовку, для одержання суб'єктивної оцінки керованості автомобіля. Пробіг довжиною 300-600 км здійснюють на дорогах загального користування й на швидкісній дорозі автополігона зі швидкостями від 20-30 км/год до максимально можливої в цих дорожніх умовах. Під час випробувань визначають комплекс показників, що характеризують керованість і стійкість автомобіля: бічні відхилення автомобіля, коливання курсового кута, крени автомобіля, чутливість автомобіля до керування, стабілізацію положення керованих коліс, величини зусиль на кермовому колесі й ін.

Оцінку дають у балах по суб'єктивних відчуттях випробувача (органолептичним методом) по шкалі, наведеній нижче.

Задовільні оцінки:

відмінно, поліпшувати не потрібно.....	5
не ясно, добре або відмінно.....	4,5
добре, бажано поліпшити.....	4
не ясно, посередньо або добре.....	3,5
посередньо, необхідно поліпшити при модернізації.....	3
не ясно, задовільно чи ні.....	2,5

Незадовільні оцінки:

погано, але буває й гірше.....	2
не ясно, чи буває гірше.....	1,5
гірше бути не може.....	1

На підставі протоколів випробувань, проведених на різних дорогах автополігона й у звичайних умовах, визначають комплексні оцінки стійкості керування, які повинні бути не нижче заданих нормативних значень.

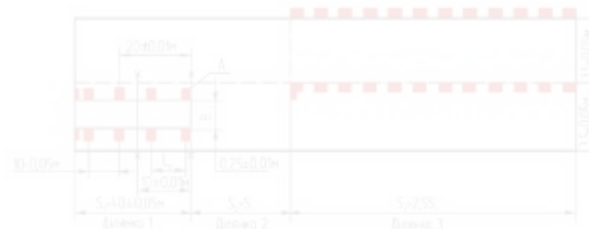
Усі показники визначають при випробуваннях на критичних (позаштатних) режимах руху, які полягають у виконанні заданих розміткою маневрів «переставка», «поворот», «гальмування на повороті» з поступово, що збільшується швидкістю, за методикою, зазначеної в КД 37.001. 005-82.

За суб'єктивними оцінками контролера, що перебуває поза об'єктом випробувань, і водія-випробувача виставляється комплексна оцінка стійкості керування у балах при різних швидкостях руху й будується графік.

Крім цього, є цілий ряд показників і характеристик, з якого для оцінки керованості можуть бути виділені наступні:

- 1) чутливість автомобіля до повороту кермового колеса;
- 2) характеристика «ривок керма»;
- 3) характеристика виходу з повороту;
- 4) характеристика легкості кермового керування;
- 5) гранична швидкість входу в заданий поворот;

- 6) гранична швидкість входу в задану переставку;
- 7) середня кутова швидкість повороту кермового колеса на прямолінійній ділянці дороги.



а)



б)

Рис. 1.9 Розмітка ділянки випробувань для виконання маневрів:
а – «переставка»; б – «поворот»

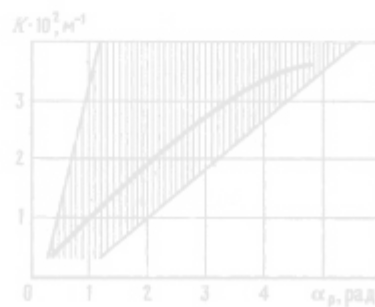


Рис. 1.10 Характеристика статичної траєкторної керованості

Однією з найважливіших характеристик керованості є чутливість машини до повороту керма (статична траєкторна керованість). Її оцінюють на основі одержуваної експериментальної залежності кривизни траєкторії руху машини від кута повороту керма. Ця залежність служить характеристикою поворотності автомобіля, і її визначають двома методами: при сталому круговому русі машини й у процесі зміни кута повороту керма.

У першому випадку машину розганяють до певної швидкості, потім повертають кермо на деякий невеликий кут α , залишаючи його в такому положенні, роблять повний поворот автомобіля на сталій швидкості. При повороті машини по замкнутому колу вимірюють: швидкість машини, кут повороту кермового колеса, кутову швидкість машини й бічне прискорення в центрі мас. Виміри виконують за допомогою спеціальних сенсорів і апаратури. Якщо в центрі мас прискорення визначити не можна, то його вимірюють в іншій точці з відповідним перерахуванням.

У ході експериментів від заїзду до заїзду збільшують кут повороту керма й роблять ті ж виміри.

Фактично ту ж залежність, але не при незмінних кутах повороту керма, а в процесі його зміни одержують на основі експерименту, що називають «повільною змійкою». Під час цього експерименту автомобіль рухається зі сталою швидкістю порядку 60...80 км/год (або менше, залежно від категорії), а потім повільно повертають кермо за періодичним законом у праву й ліву сторону від нейтрального положення. У процесі випробування реєструють швидкість машини, кут повороту керма й кутову швидкість автомобіля.

Для дослідницьких робіт можуть використовуватися більш досконаліші, але й складніші, дорогі методи, включаючи гіроскопічні, з безпосереднім нанесенням курсового положення автомобіля на планшет, реєстрація положення автомобіля за допомогою GPS та ін.

Співробітниками полігону НАМІ розроблений інший метод, заснований на тензометрії, що використовує координатну сітку у дорожньому покритті, для

визначення параметрів руху автомобіля. Формування сигналів здійснюється індукційними датчиками.

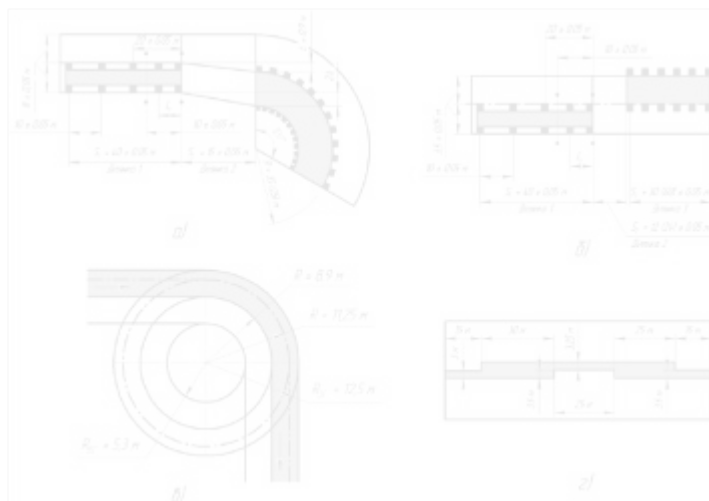
Для дослідження динамічних параметрів руху сидельних автопоїзд авторами може бути використаний тензометричний опорно-зчпний пристрій, виконаний у вигляді хрестоподібної балки прямокутного перетину.

Для отримання даних натурних досліджень використовують як фізичні моделі (макет автопоїзда), так і натурні об'єкти, що знаходяться в експлуатації.

Більш точні результати натурних досліджень можна отримати при розміщенні вимірювально-реєструючої апаратури на реальному автомобілі. До того ж, для проведення експерименту можуть використовуватись сенсори, які беруть участь у керуванні бортовими системами натурального об'єкту (автомобіля): сенсори переміщення підвіски WABCO №441 050 100 0 – для визначення кутів повороту керованих коліс та кутів складання ланок автопоїзда. Значно складнішу апаратуру для експериментальних досліджень використовував С. С. Шадрін: Tri-Axial Navigational Sensor (TANS-3215003MS 2510-PT) – сенсор, що вимірює поздовжні прискорення та кутові швидкості відносно трьох координатних осей; CORREVIT S-CE w/Gyro (SCE36507) – безконтактний оптичний сенсор, що вимірює поздовжню та поперечну швидкості, кутову швидкість відносно вертикальної осі; MSW-S – вимірювальне кермо, яке фіксує кут та швидкість його повороту, крутний момент на кермі; Light Barrier (PRK 96K/N-1380-46) – сенсор для електронної фіксації моменту початку та завершення заїзду. Але, не залежно від апаратури, яка використовується для організації експериментальних випробувань КТЗ, автори розглянутих робіт радять додатково використовувати відмітки траєкторій.

Що стосується програми випробувань, то майже у всіх авторів розглянутих робіт вона однакова так як регламентується нормативною документацією: РД 37.001.005-82, ДСТУ 3310-96 (поворот радіусом 25 м або 35 м (рис. 1.11, а), «переставка» (рис. 1.11, б), швидкість руху обмежується стійкістю КТЗ); Anon (Low-Speed-Corner (SPW₉₀, SPW₃₆₀): траєкторія руху

тягача задається центром його керованого моста (рис. 1.11, в), радіус повороту центру переднього габариту якого дорівнює 11,25 м, швидкість руху автопоїзда – 10 км/год); ISO 3888-1 (Evasive maneuvers course (рис. 1.11, г), швидкість руху обмежується стійкістю КТЗ).



а) поворот радіусом 25 м або 35 м за ДСТУ 3310–96; б) «переставка» за ДСТУ 3310–96; в) маневр «Low-Speed-Corner» за Anon; г) маневр «Evasive maneuvers course» за ISO 3888-1

Рис. 1.11 Тести для натурних випробувань автомобілів при рухові по криволінійній траєкторії.

Крім зазначених тестів додатково можуть проводити: Sinusoidal Steer за SAE, Lane Change, Heavy commercial vehicles and buses – Braking in a turn – Open-loop test methods за ISO 14794-2011 та ін.

Висновки до першого розділу

Огляд існуючих математичних моделей, які використовуються при дослідженнях керованості вантажних автомобілів дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Дослідження керованості й стійкості за заданими параметрами траєкторії не має відчутних переваг у порівнянні з дослідженнями із заданим законом зміни кутів повороту керованих коліс.

2. При дослідженнях характеристик шини, що впливає на відведення, використовуються складні розрахункові моделі шини, що створює деякі труднощі при дослідженнях динаміки руху автомобіля по криволінійній траєкторії.

3. В якості натурних досліджень обрали наступні: коловий рух по єврокільцю, «поворот $R_{\Pi} = 35$ м», «поворот $R_{\Pi} = 25$ м», «переставка $S_{\Pi} = 20$ м», «переставка $S_{\Pi} = 16$ м», гальмування з переставкою, гальмування з маневром «ривок керма».

РОЗДІЛ 2

ВИХІДНІ ДАННІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНОСТІ
АВТОМОБІЛЯ

Загальний вид вантажного автомобіля DAF FAN XF 105 з геометричними параметрами представлено на рис. 2.1.

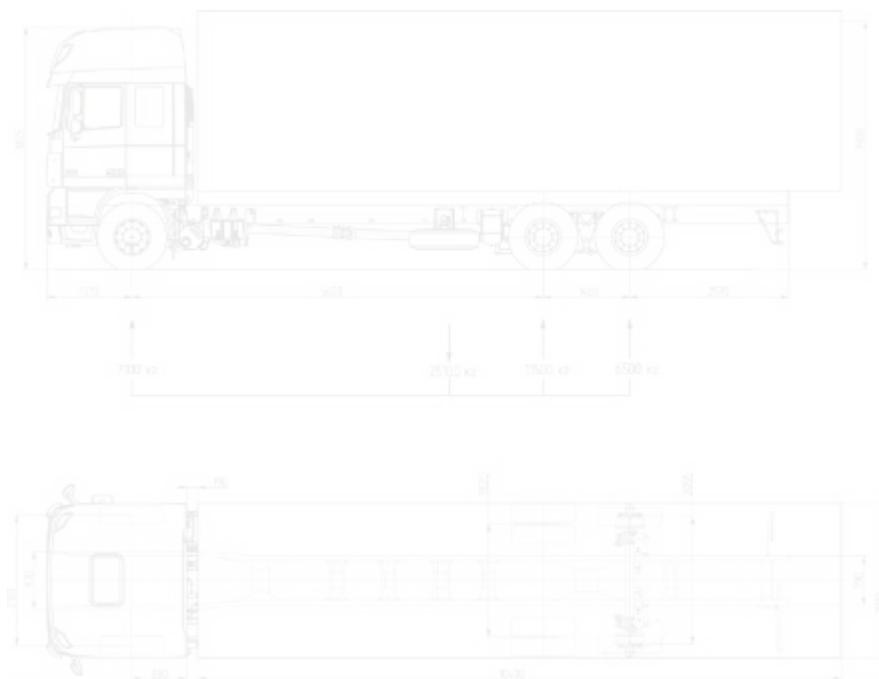


Рис. 2.1 Загальний вид автомобіля DAF FAN XF 105

Коротка технічна характеристика вантажного автомобіля DAF FAN XF 105 представлена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ DAF FAN
XF 105

Параметр	Характеристика параметра
Зовнішня частина кабіни	Механічно підресорена простора кабіна типу Space із сталевим бампером, тонованим склом, електричними склопідйомниками. Головне дзеркало і дзеркала заднього вигляду з електричним підігрівом. Електричне управління відкриття люка даху. Ширина кабіни 2490 мм; Електричний дверний замок з дистанційним контролем, 2 ключі.
Внутрішня частина кабіни	Сидіння водія: з пневматичним підресорюванням; сидіння пасажирів: зафіксовано. Складний люк даху з електронним управлінням; Допоміжний обігрівач кабіни; пилоловний фільтр; кондиціонування повітря.
Комунікація і допомога водієві	Тахограф цифровий, Siemens/VDO; обмежувач швидкості (85 км/год); Антена: AM/FM+GSM+GPS+CB; Круїз контроль.
Осі і підвіски	Передня вісь: 7,5 т, параболічна; Задня вісь: 11,5+7,5 т, пневматична підвіска; Без обмежувача навантаження на вісь; Осьовий коефіцієнт навантаження 11,5/7,5.
Колеса і шини	Передня вісь 1: 295/80R22.5; Задня вісь 1: 295/80R22.5; Задня вісь 2: 295/80R22.5; Сталевий диск колеса.
Двигун і трансмісія	Двигун 300 кВт (410 к.с.), MX300; Механічна коробка передач, 12 ступ.; Передавальне відношення коробки передач 15,57-1,0; Передавальне відношення головної передачі – 2,8; Механічне блокування диференціала; Регулювання тягового зусилля.

ПРОДОВЖЕННЯ ТАБЛ. 2.1

Параметр	Характеристика параметра
Гальмівна система	Гальмо-сповільнювач у випускній системі двигуна; два контурна пневматична гальмівна система. Дискові гальмівні механізми передньої і задньої осей (барабанні для задньої осі з колісним редуктором). Двоциліндровий повітряний компресор з осушувачем повітря, що підігривається, 670 л/хв. Електронна гальмівна система; АБС.

Підготуємо вихідні дані.

Розподіл повної маси по візкам автомобіля:

$$[m_1 \ m_2 \ m_3] = [7100 \ 11739 \ 6260.9], [\text{КГ}] \quad (2.1)$$

Повна маса автомобіля: $m = \sum_i m_i = 25100$, [КГ]

Звис та міжосьові відстані:

$$x_m = [1.37 \ 6.65 \ 1.4], [\text{М}] \quad (2.2)$$

Координати дії вертикальних реакцій на візки:

$$x_z = [x_{m1} \ x_{m1} + x_{m2} \ x_{m1} + x_{m2} + x_{m3}] = [1.37 \ 8.02 \ 9.42], [\text{М}] \quad (2.3)$$

Координата центру мас автомобіля:

$$x_c = \frac{\sum_i x_{zi} \cdot m_i}{m} = \frac{[1.37 \ 8.02 \ 9.42] \cdot [7100 \ 11739 \ 6260.9]^T}{25100} = 6.4881, [\text{М}] \quad (2.4)$$

Відстані прикладання вертикальних реакцій на візки:

$$r_c = x_c - x_z = 6.4881 - [1.37 \ 8.02 \ 9.42] = [5.1181 \ -1.5319 \ -2.9319], [\text{М}] \quad (2.5)$$

Момент інерції автомобіля у плані:

37

$$I = \sum_i m_i \cdot r_{Ci}^2 = [m_1 \quad m_2 \quad m_3] \cdot [r_{C_1}^2 \quad r_{C_2}^2 \quad r_{C_3}^2]^T =$$

$$= [7100 \quad 11739 \quad 6260.9] \cdot [5.1181^2 \quad (-1.5319)^2 \quad (-2.9319)^2]^T = 267350 \text{ [кг} \cdot \text{м}^2] \quad (2.6)$$

Поздовжні відстані від центру мас до коліс: $l_{ij} = x_C - \sum_i x_{mi}$, де $j=1,2$

$$I = \begin{bmatrix} 5.1181 & 0 & 0 & 5.1181 \\ -1.5319 & -1.5319 & -1.5319 & -1.5319 \\ -2.9319 & 0 & 0 & -2.9319 \end{bmatrix}, \text{ [м]}. \quad (2.7)$$

Поперечні відстані від центру мас до коліс:

$$k = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1.075 & 0.745 & -0.745 & -1.075 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \text{ [м]}. \quad (2.8)$$

Висновки до другого розділу

1. Для теоретичних досліджень обрано довгобазний вантажний автомобіль DAF FAN XF 105.

2. З довідкової літератури визначили як масові так і геометричні параметри довгобазного вантажного автомобіля DAF FAN XF 105, одразу сформувавши їх в зручній для програмування формі (матричне представлення).

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНOSTI
ОДИНОЧНОГО АВТОМОБІЛЯ

3.1. Кінематика повороту автомобіля з колісною формулою 6×2-4

При формуванні математичних моделей, через їх складність, доводиться вносити певні корективи – спрощення і припущення, які б давали можливість значно скоротити час розрахунків і зменшити похибку розрахунків.

Будемо вважати, що опорна поверхня, вздовж якої відбувається криволінійний рух вантажного автомобіля, горизонтальна і має покращене покриття, яке не створює значного опору рухові. Автомобіль розглядається як абсолютно жорстке тіло без урахування можливих внутрішніх деформацій пружних елементів, які входять до його складу, тому вертикальні переміщення центра мас ланок і нахил їх підресорених мас виключаються, тобто перерозподіл вертикальних реакцій на колесах різних бортів не враховується.

Відведення шин некерованих мостів автомобіля не враховується, тобто вважається, що вісь нейтральної поворотності проходить через вісь некерованого моста за умови, що він один для автомобіля, в інших випадках – через вісь, що проходить між некерованими мостами посередині.

Рух елементарної кінематичної ланки вважається обмеженим неголономним зв'язком, тобто напрямком швидкостей усіх точок автомобіля їй перпендикулярні.

Криволінійний рух довгобазного вантажного автомобіля характеризується відведенням і проковзуванням (ковзанням) окремих його коліс, що значно впливає на траєкторію його руху. Розглянемо кінематику повороту вантажного автомобіля з урахуванням відведення його керованих коліс, для цього, складемо розрахункову схему (рис. 3.1).

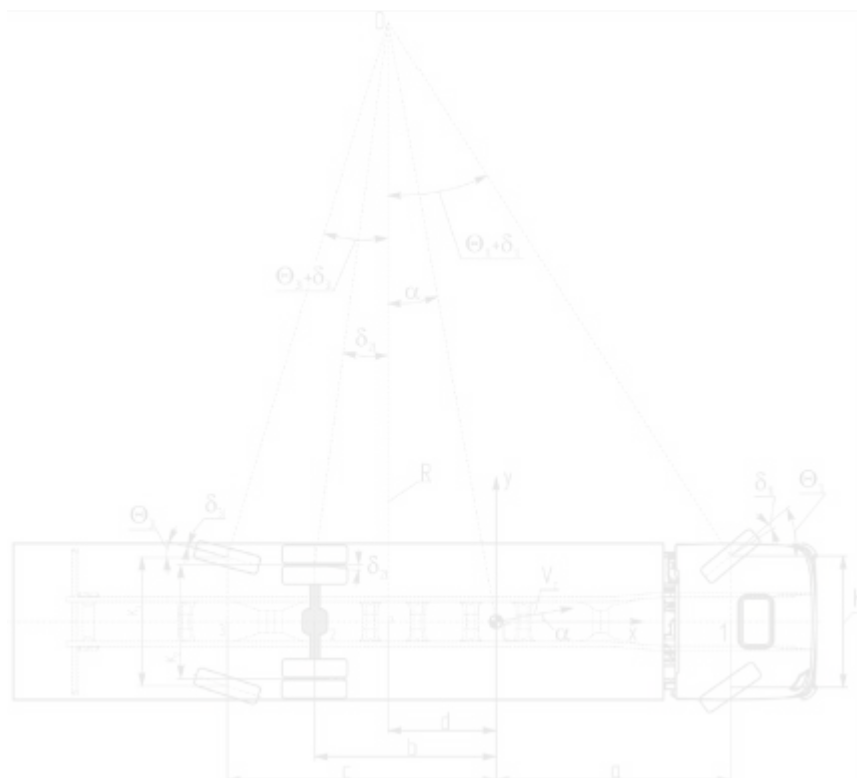


Рис. 3.1 Формування кінематичних параметрів при повороті

Процес повороту транспортних засобів багато в чому залежить від якості узгодження кінематики повороту коліс. Водночас, усі точки автомобіля за нескінченно малий проміжок часу повинні рухатися по елементарним дугам концентричних окружностей з єдиним центром. Ця точка є рухливим миттєвим центром швидкостей автомобіля. Але фактичний рух коліс не завжди співпадає з теоретичним, тобто за напрямком швидкості у точці контакту шини з дорожньою поверхнею – внаслідок цього та еластичних властивостей шин відбувається бічне відведення.

Введемо попередньо необхідні геометричні характеристики:

$$I = \begin{bmatrix} a & a & a & a \\ b & b & b & b \\ c & c & c & c \end{bmatrix}; k = \frac{1}{2} \cdot \begin{bmatrix} K_1 & K_1 & -K_1 & -K_1 \\ K_2 & K_2 & -K_2 & -K_2 \\ K_3 & K_3 & -K_3 & -K_3 \end{bmatrix}, \quad (3.1)$$

де l_i – поздовжня координата;

k_i – поперечная координата.

Розглянемо сукупні кінематичні характеристики повороту чотиривісного автомобіля.

$$\Theta = \begin{bmatrix} \Theta_{1l} & 0 & 0 & \Theta_{1r} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \Theta_{3l} & 0 & 0 & \Theta_{3r} \end{bmatrix} \text{ – матриця кутів повороту коліс;}$$

$$\delta = \begin{bmatrix} \delta_{1l} & 0 & 0 & \delta_{1r} \\ \delta_{2l}^{(e)} & \delta_{2l}^{(i)} & \delta_{2r}^{(i)} & \delta_{2r}^{(e)} \\ \delta_{3l} & 0 & 0 & \delta_{3r} \end{bmatrix} \text{ – матриця кутів відведення коліс;}$$

$$\Xi = \begin{bmatrix} \Xi_{1l} & 0 & 0 & \Xi_{1r} \\ \Xi_{2l}^{(e)} & \Xi_{2l}^{(i)} & \Xi_{2r}^{(i)} & \Xi_{2r}^{(e)} \\ \Xi_{3l} & 0 & 0 & \Xi_{3r} \end{bmatrix} \text{ – матриця кутів розташування коліс}$$

відносно радіуса R_{min} ; де індекси позначають борти (l,r - лівий та правий) та номер вісі (1,2,3).

Кути Ξ є суто геометричними і їх можна визначити через координати коліс автомобіля та зсув точки прилягання мінімального радіусу повороту, перпендикулярного поздовжній вісі автомобіля. Цей зсув e є змінним відносно місцевої системи координат, прив'язаної до центру мас автомобіля. Він може бути позитивним, нульовим або негативним та впливає на повертаємість автомобіля.

$$tg(\Xi_{1l}) = \frac{a+d}{R-K_1/2}; \quad tg(\Xi_{1r}) = \frac{a+d}{R+K_1/2}; \quad (3.2)$$

41

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_{2l}) = \frac{b+d}{R-K_2} \cdot \frac{1}{2}; \quad \operatorname{tg}(\varepsilon_{2r}) = \frac{b+d}{R+K_2} \cdot \frac{1}{2}; \quad (3.3)$$

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_{3l}) = \frac{b+d}{R-K_2} \cdot \frac{1}{2}; \quad \operatorname{tg}(\varepsilon_{3r}) = \frac{b+d}{R+K_2} \cdot \frac{1}{2}. \quad (3.4)$$

Виразимо зсув через компоненти V_x, V_y абсолютної швидкості центру мас автомобіля, розкладеної на рухому систему координат.

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{d}{R} = \frac{V_y}{V_x}; \quad d = \frac{V_y}{V_x} \cdot R; \quad (3.5)$$

$$V_x = R \cdot \omega; \quad d = \frac{V_y}{R \cdot \omega} \cdot R = \frac{V_y}{\omega}. \quad (3.6)$$

Підставляючи вираз для d у (3.2) і (3.3), будемо мати:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\varepsilon_{1l}) &= \frac{a+V_y \cdot \omega}{V_x \cdot \omega - K_{12}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{a \cdot \omega + V_y}{V_x - K_{12} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}; & \operatorname{tg}(\varepsilon_{1r}) &= \frac{a \cdot \omega + V_y}{V_x + K_{12} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}; \\ \operatorname{tg}(\varepsilon_{2l}) &= \frac{b+V_y \cdot \omega}{V_x \cdot \omega - K_{12}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{b \cdot \omega + V_y}{V_x - K_{12} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}; & \operatorname{tg}(\varepsilon_{2r}) &= \frac{b \cdot \omega + V_y}{V_x + K_{12} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}; \\ \operatorname{tg}(\varepsilon_{3l}) &= \frac{c+V_y \cdot \omega}{V_x \cdot \omega - K_{34}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{c \cdot \omega + V_y}{V_x - K_{34} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}; & \operatorname{tg}(\varepsilon_{3r}) &= \frac{c \cdot \omega + V_y}{V_x + K_{34} \cdot \omega} \cdot \frac{1}{2}. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Або у векторно-матричному вигляді:

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_i) = \frac{l_i + V_y \cdot \omega}{V_x \cdot \omega - k_i} = \frac{l_i \cdot \omega + V_y}{V_x - k_i \cdot \omega}, \text{ де } i = 1, 2, 3. \quad (3.8)$$

Звідси визначимо ε_i , зручніше у векторно-матричному вигляді:

$$\varepsilon = \arctg \left(\frac{l \cdot \omega + V_y}{V_x - k \cdot \omega} \right). \quad (3.9)$$

Кут відведення $\delta = \varepsilon - \Theta$.

3.2. Моделювання поздовжніх та поперечних сил

Будемо розглядати таку модель криволінійного руху автомобіля, що здійснює у точках контакту шини з дорожньою поверхнею три реакції: поздовжню по колесу F_x , поперечну (бічну) F_y та стабілізуючий момент (рис. 3.2). У дійсності ці силові фактори є дуже складними функціями з багатьма змінними: кут розвалу колеса, кут відведення, вертикальне навантаження на колесо, ступінь ковзання (буксування). Однак, отримати такі залежності можливо лише емпіричним шляхом, тому на практиці для попередніх розрахунків використовують нескладні лінійні або частково-лінійні залежності. Будемо користуватися для розрахунків моделями сил: лінійною та з обмеженням.

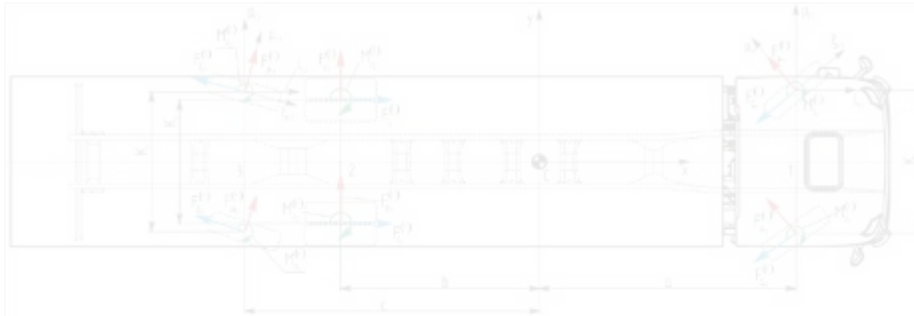


Рис. 3.2 Зовнішні силові чинники, що виникають при криволінійному русі

У разі лінійної моделі: $F_{\delta} \approx -c_{\delta} \cdot \delta$; $F_{\delta} \approx -c \cdot \delta$ $M_{\delta} \approx c_M \cdot \delta$.

У разі нелінійної моделі використовуються залежності, подібні встановленим Пасейкою X. [8]:

$$F_{\delta} = F_{\delta_{max}} \cdot \sin\left(2 \cdot \arctg\left(\frac{\delta \cdot 180}{\pi \cdot 10}\right)\right); \quad M_{\delta} = M_{\delta_{max}} \cdot \sin\left(2.1 \cdot \arctg\left(\frac{\delta \cdot 180}{\pi \cdot 2.75}\right)\right). \quad (3.10)$$

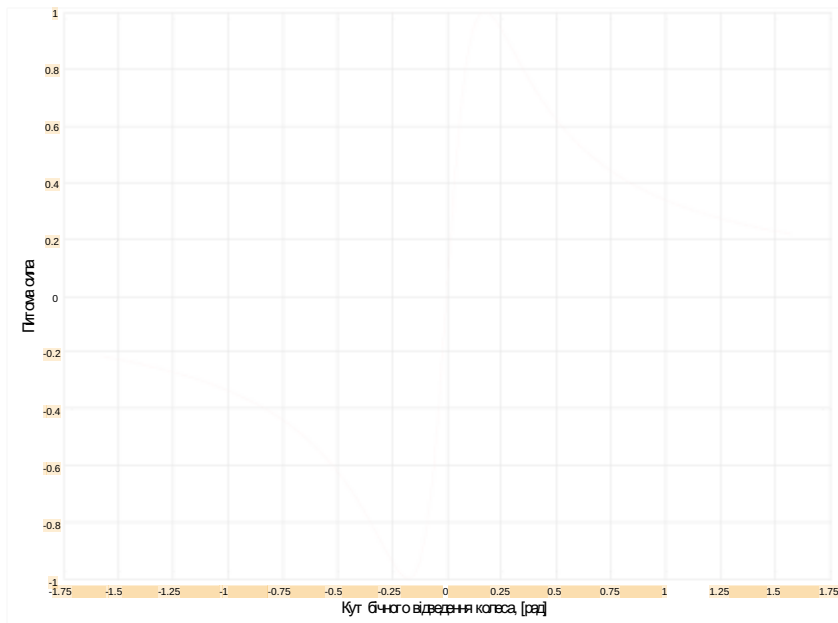


Рис. 3.3 Нормалізована сила бічного відведення колеса

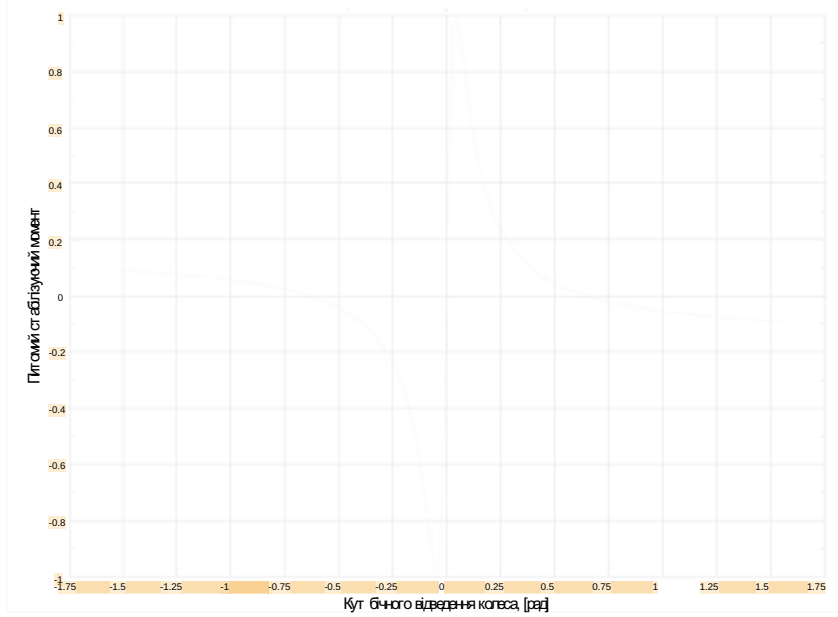


Рис. 3.4 Нормалізований стабілізуючий момент в шині

На кожному колесі введемо головні системи координат, у яких будемо визначати зовнішні сили. Позначимо матрицю поздовжніх F_m та матрицю поперечних сил.

Згідно теорії кочення автомобільного колеса, поздовжню реакцію будемо визначати як суму сили опору кочення та тягової сили.

$$F_{mi} = F_{Ti} - F_{Ri}, \quad (3.11)$$

$$F_{Ti} = \frac{M_E \cdot u_{TR}^{(j)} \cdot \eta_{TR}^{(j)}}{n_w \cdot r_D}, \quad (3.12)$$

де M_E – крутний момент двигуна, Н·м;

$u_{TR}^{(j)}$ – передавальне число трансмісії на j -тій передачі;

$\eta_{TR}^{(j)}$ – ККД трансмісії на j -тій передачі;

r_D – динамічний радіус колеса, м;

n_w – кількість ведучих коліс, що рівно поділяють крутний момент трансмісії.

$$F_{Ri} = m_i \cdot g \cdot \psi, \quad (3.13)$$

де m_i – маса, що приходить на i -те колесо, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

ψ – приведений сумарний коефіцієнт опору кочення.

$$\psi = i + f_0 + k_v \cdot V_x^2, \quad (3.14)$$

де $i = 0$ – підйом, %;

$f_0 = 0.02$ – коефіцієнт опору кочення на малих швидкостях;

$k_v = 7.0 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт впливу швидкості руху на опір коченню.

Введемо логічну матрицю наявності тягового зусилля на колесах автомобіля, згідно колісним формулам 6×2 , та матрицю розподілу долі маси автомобіля по колесах:

$$T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad P = \begin{bmatrix} m_1 & m_1 & m_1 & m_1 \\ m_2 & m_2 & m_2 & m_2 \\ m_3 & m_3 & m_3 & m_3 \end{bmatrix} \quad (4 \cdot m). \quad (3.15)$$

Тоді отримуємо

$$F_m = T \cdot F_T - P \cdot F_R, \quad (3.16)$$

Розглянемо формування гальмівних сил. Загальну гальмівну F_B силу можна виразити у матричному виді:

$$F_B = -R_Z \cdot \varphi_X \cdot (W_{B_1} \cdot C_{f_1} \cdot K_{\varphi_1} + W_{B_2} \cdot C_{f_2} \cdot K_{\varphi_2}), \quad (3.17)$$

де R_Z – матриця розподілу вертикальних реакцій по колесах автомобіля;

φ_X – коефіцієнт зчеплення шини з дорожньою поверхнею;

W_B – логічна формула першого контуру гальмівної системи;

W_{B_2} – логічна формула другого контуру гальмівної системи;

C_{f_1}, C_{f_2} – фактори працездатності контурів («0» або «1»);

$K_{\varphi_1}, K_{\varphi_2}$ – коефіцієнти зниження гальмівних сил при виникненні блокування коліс.

Далі, стосовно поперечних реакцій. Введемо для зручності матрицю кількості шин однакового типорозміру:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

Бічна реакція складається з пружної та непружної складових:

$$F_\delta = -c_\delta \cdot \delta; \quad {}_\delta F = -c \cdot d \delta \quad dt \quad (3.19)$$

У разі використання нелінійної моделі

$$F_n = -W \otimes \left(F_{\delta_{max}} \cdot \sin \left(2 \cdot \arctg \left(\frac{\delta \cdot 180}{\pi \cdot 10} \right) \right) \right). \quad (3.20)$$

Будемо зводити сили до місцевої системи координат, прив'язаної до центру мас автомобіля. Тоді F_x – складова зовнішньої сили на колесі у напрямку поздовжньої вісі автомобіля, F_y – складова зовнішньої сили на колесі у поперечному напрямку.

Тоді:

$$F_x = F_m \otimes \cos(\theta) - F_n \otimes \sin(\theta) \quad (3.21)$$

$$F_y = F_m \otimes \sin(\theta) + F_n \otimes \cos(\theta) . \quad (3.22)$$

3.3. Моделювання моментів зовнішніх сил

Поздовжні сили породжують на відстані половини колії коліс моменти M_x , а поперечні, у свою чергу, на відстані моста до центру мас - моменти M_y .

$$\text{Тоді} \quad M_x = -F_x \otimes k ; \quad M_y = F_y \otimes l . \quad (3.23)$$

Сумарні моменти від поздовжніх та поперечних сил

$$M_{\Sigma x} = \sum M_x = -\sum \sum F_x \otimes k ; \quad (3.24)$$

$$M_{\Sigma y} = \sum M_y = \sum \sum F_y \otimes l . \quad (3.25)$$

Сумарний момент від зовнішніх сил:

$$M_{\Sigma f} = M_{\Sigma x} + M_{\Sigma y} = \sum \sum F_y \otimes l - \sum \sum F_x \otimes k . \quad (3.26)$$

Однак, при відведенні колеса виникає також і стабілізуючий момент за рахунок зсуву бічної реакції від центру контакту шини з дорогою. Тому, введемо додатково матрицю стабілізуючих моментів.

$$M_{\delta} = M_{\delta \max} \cdot \sin \left(2.1 \cdot \arctg \left(\frac{180}{2.75} \right) \right) \quad (3.27)$$

Сумарний стабілізуючий момент:

$$M_{\Sigma s} = \sum \sum M_{\delta} . \quad (3.28)$$

При складуванні моментів сил на колесах та стабілізуючих моментів отримуємо зовнішній момент:

$$M_{\Sigma} = M_{\Sigma f} + M_{\Sigma s} \quad (3.29)$$

3.4. Загальні положення кінематики плоского руху

Введемо згідно з рис. 3.5 ортонормовані унітарні вектори, що орієнтують системи координат.

$\begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}$ – унітарні вектори глобальної системи координат;

$\begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}$ – унітарні вектори місцевої системи координат автомобіля,

прив'язаної до центру мас.

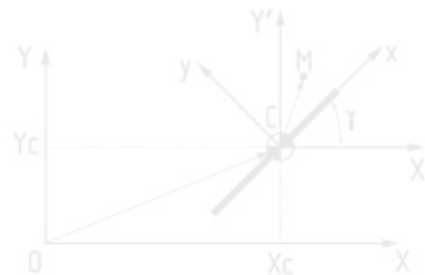


Рис. 3.5 Схема криволінійного руху плоскої моделі з трьома ступенями свободи

Унітарні вектори пов'язуються перехідною матрицею повороту:

$$\begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u'_x \\ u'_y \end{bmatrix} \quad \gamma = \begin{pmatrix} \cdot \\ \cdot \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u'_x \\ u'_y \end{bmatrix}, \quad (3.30)$$

де γ – курсовий кут автомобіля.

Переміщення центру мас у нерухомій глобальній системі координат:

$$OC = \begin{bmatrix} O \\ OC_y \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} x \\ u_y \end{bmatrix}, \text{ або, якщо } OC = R : R = \begin{bmatrix} R_x \\ R_y \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.31)$$

Аналогічно можна розкласти переміщення на рухому систему координат:

$$R = \begin{bmatrix} R_x \\ R_y \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.32)$$

Будь-яка інша точка M у глобальній системі координат:

$$OM = OC + CM = \begin{pmatrix} OC_x^T & CM_x^T \\ OC_y^T & CM_y^T \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} OC_x + CM_x \\ OC_y + CM_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix},$$

або

$$OM = R + r = \begin{pmatrix} R_x^T & r_x^T \\ R_y^T & r_y^T \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x + r_x \\ R_y + r_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.33)$$

Будь-яка інша точка M у рухомій системі координат:

$$OM = R + r = \begin{pmatrix} R_x^T & r_x^T \\ R_y^T & r_y^T \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_x + r_x \\ R_y + r_y \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.34)$$

Швидкість центру мас у глобальній системі координат:

$$V_C = \frac{d\bar{R}}{dt} = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix} \cdot \left| \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \right| = \begin{pmatrix} \frac{dR_x}{dt} \\ \frac{dR_y}{dt} \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.35)$$

Врахуємо, що:

$$\left. \begin{cases} \frac{du_x}{dt} = \frac{du_x}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma}{dt} \cdot u_y \\ \frac{du_y}{dt} = \frac{du_y}{d\gamma} \cdot \frac{d\gamma}{dt} = -\frac{d\gamma}{dt} \cdot u_x \end{cases} \right\}. \quad (3.36)$$

Тоді, швидкість центру мас у рухомій системі координат:

$$\begin{aligned} V_C &= \frac{d\bar{R}}{dt} = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix}^T \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \frac{dR_x}{dt} \\ \frac{dR_y}{dt} \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \frac{du_x}{dt} \\ \frac{du_y}{dt} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dR_x}{dt} \\ \frac{dR_y}{dt} \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \frac{d\gamma}{dt} \cdot u_y \\ -\frac{d\gamma}{dt} \cdot u_x \end{bmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \frac{dR_x}{dt} \\ \frac{dR_y}{dt} \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot \begin{pmatrix} -R_y \\ R_x \end{pmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dR_x}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot R_y \\ \frac{dR_y}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot R_x \end{pmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.37)$$

З іншого боку, можна використати запис

$$\vec{V}_C = \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.38)$$

Прискорення центру мас у глобальній системі координат:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \right) = \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \frac{d^2 R}{dt^2} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}. \quad (3.39)$$

Прискорення центру мас у рухомій системі координат:

$$\begin{aligned} a_C &= \frac{dV_C}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \right) = \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \frac{du_x}{dt} \\ \frac{du_y}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \frac{d\gamma}{dt} \cdot \begin{bmatrix} -u_y \\ u_x \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot \begin{bmatrix} -V_{Cy} \\ V_{Cx} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cy} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cx} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3.40)$$

3.5. Система диференціальних рівнянь криволінійного руху вантажного автомобіля

У разі плоского руху твердого тіла, яким моделюється автомобіль, маємо три степеня свободи: поступальний рух уздовж координат X та Y , та поворот навколо центру мас на кут γ . У глобальних координатах рівняння динаміки прийняли б вигляд:

$$\begin{cases} m \cdot \frac{d^2 X}{dt^2} = \sum F_x \\ m \cdot \frac{d^2 Y}{dt^2} = \sum F_y \\ I \cdot \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = \sum M_c \end{cases}. \quad (3.41)$$

50

де $\sum F_x$ – сума сил по осі X ; $\sum F_y$ – сума сил по осі Y ;

$\sum M_C$ – сумарний момент відносно центру мас.

Однак, враховуючи, що сили діють у головних координатах, прив'язаних до коліс автомобіля, зручніше використовувати рівняння динаміки по рухливим координатам. Це можливо завдяки властивості інваріантності законів механіки відносно систем координат.

$$\begin{cases} m \cdot a_C = \sum F^{(e)} \\ I \cdot \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = \sum M_C \end{cases} \quad (3.42)$$

де $F^{(e)}$ – зовнішні сили.

Помножимо перше векторне рівняння по черзі на u_x .

$$\begin{cases} m \cdot a_C \cdot u_x = \sum F^{(e)} \cdot u_x \\ m \cdot a_C \cdot u_y = \sum F^{(e)} \cdot u_y \\ I \cdot \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = \sum M_C \end{cases} \quad (3.43)$$

Отримуємо скалярні рівняння:

$$\begin{cases} m \cdot a_{C_x} \cdot \delta_r = \sum F_x^{(e)} \\ m \cdot a_{C_y} = \sum F_y^{(e)} \\ I \cdot \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = \sum M_C \end{cases} \quad (3.44)$$

За рахунок обертання мас трансмісії реальне прискорення уздовж поздовжньої осі автомобіля зменшується. Коефіцієнт $\delta_r \approx 1.2$ дозволяє враховувати вплив обертових мас на поступальне прискорення.

Підставляючи замість прискорення a_C їх вираз у рухомих координатах, отримаємо систему диференціальних рівнянь:

$$a_x = \frac{dV_{C_x}}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{C_y}; \quad a_y = \frac{dV_{C_y}}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{C_x} \quad (3.45)$$

51

$$\begin{cases} m \cdot \delta_r \cdot \left(\frac{dV_{Cx}}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cy} \right) = \sum F_x^{(e)} \\ m \cdot \left(\frac{dV_{Cy}}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cx} \right) = \sum F_y^{(e)} \\ I \cdot \frac{d^2\gamma}{dt^2} = \sum M_C \end{cases} \quad (3.46)$$

Виразимо прискорення:

$$\begin{cases} \frac{dV_{Cx}}{dt} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cy} = \frac{\sum F_x^{(e)}}{m \cdot \delta_r} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cx} = \frac{\sum F_y^{(e)}}{m} \\ \frac{d^2\gamma}{dt^2} = \frac{\sum M_C}{I} \end{cases} \quad (3.47)$$

Залишимо у лівій частині тільки вищі похідні:

$$\begin{cases} \frac{dV_{Cx}}{dt} = \frac{\sum F_x^{(e)}}{m \cdot \delta_r} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cy} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} = \frac{\sum F_y^{(e)}}{m} - \frac{d\gamma}{dt} \cdot V_{Cx} \\ \frac{d^2\gamma}{dt^2} = \frac{\sum M_C}{I} \end{cases} \quad (3.48)$$

Або у матричному вигляді:

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ m \cdot \delta_r & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sum F_x^{(e)} \\ \sum F_y^{(e)} \\ \sum M_C \end{bmatrix} + \frac{d\gamma}{dt} \cdot \begin{bmatrix} V_{Cy} \\ -V_{Cx} \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (3.49)$$

Так як

$$\begin{bmatrix} V_{Cy} \\ -V_{Cx} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \\ 0 \end{bmatrix},$$

то

$$\begin{bmatrix} \frac{dV_{Cx}}{dt} \\ \frac{dV_{Cy}}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{m \cdot \delta_r} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sum F_x^{(e)} \\ \sum F_y^{(e)} \\ \sum M_C \end{bmatrix} + \omega \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3.50)$$

Швидкісні кінематичні параметри отримуємо інтегруванням системи (3.50).

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \\ \omega \end{bmatrix}_{t+\Delta t} = \int_t^{t+\Delta t} \left(\begin{bmatrix} \frac{1}{m \cdot \delta_r} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \sum F_x^{(e)} \\ \sum F_y^{(e)} \\ \sum M_C \end{bmatrix} + \omega_t \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \\ 0 \end{bmatrix}_t \right) dt \quad (3.51)$$

Для подальшого інтегрування представимо поступальну швидкість розкладанням на глобальну систему координат:

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \quad (3.52)$$

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot C(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \quad (3.53)$$

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix}^T$$

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} = C^T(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix}$$

Тоді

$$\begin{bmatrix} V_{Cx} \\ V_{Cy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} = C^{-1}(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} = C^T(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{Cx} \\ \bar{V}_{Cy} \end{bmatrix} \quad (3.54)$$

Отримуємо

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} R_{CX} \\ R_{CY} \\ \gamma \end{bmatrix}_{t+\Delta t} &= \int_t^{t+\Delta t} \begin{bmatrix} V_{CX} \\ V_{CY} \\ \omega \end{bmatrix}_t \cdot dt = \int_t^{t+\Delta t} C^T(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} V_{CX} \\ V_{CY} \end{bmatrix}_t \cdot dt = \\ &= \int_t^{t+\Delta t} \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) \\ & \omega \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_{CX} \\ V_{CY} \end{bmatrix}_t \cdot dt \end{aligned} \quad (3.55)$$

Як бачимо, система диференціальних рівнянь добре пристосовані до чисельного інтегрування. Для його започаткування треба визначитися із початковими параметрами:

$$\begin{bmatrix} R_{X0} & V_{CX0} & R_{Y0} & V_{CY0} & \gamma_0 & \omega_0 \end{bmatrix}. \quad (3.56)$$

Для початкового моменту часу:

$$\begin{bmatrix} V_{CX} \\ V_{CY} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{CX,\gamma} \\ \bar{V}_{CY,\gamma} \end{bmatrix} = C(\gamma) \cdot \begin{bmatrix} \bar{V}_{CX} \\ \bar{V}_{CY} \end{bmatrix}. \quad (3.57)$$

Висновки до третього розділу

1. На базі попередньо розробленого теоретичного матеріалу складено програмний модуль розрахунку траєкторії руху моделі автомобіля DAF FAN XF 105 у пакеті MATLAB 7.11.

2. Обчислення виконується методами на базі алгоритмів Рунге-Кутта, що дозволило скоротити час розрахунків на 20% у порівнянні з моделюванням в аналітичному вигляді.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КЕРОВАНОСТІ
АВТОМОБІЛЯ

4.1. Тяговий режим руху

4.1.1. Рух по колу.

Для імітаційного моделювання руху по колу з різним зчепленням з дорожньою поверхнею приймаємо початкові дані: поточну швидкість руху – 10 км/год, час руху – 20 с, кут повороту керма фіксований – $3,2 \cdot \pi$. Аналізу підлягають траєкторії руху автомобіля по єврокільцю (рис. 4.1).

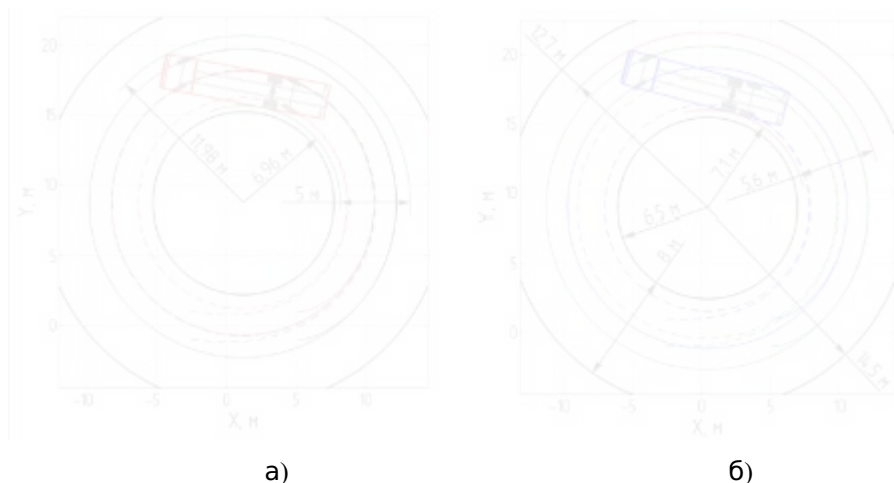


Рис. 4.1 Параметри маневреності автомобіля DAF FAN XF 105

при русі по колу:

а – з підкеруванням, б – без підкерування

4.1.2. Поворот $R_p = 35$ м.

Випробування проводять з метою визначення показників, що характеризують керованість і стійкість АТЗ в критичних режимах руху. Випробування «поворот $R_p = 35$ м» призначене для визначення максимальної

швидкості маневру при вході в поворот. Розмітку ділянок для випробувань «поворот $R_D=35$ м» здійснюють відповідно до схеми, приведеної на рис. 4.2.

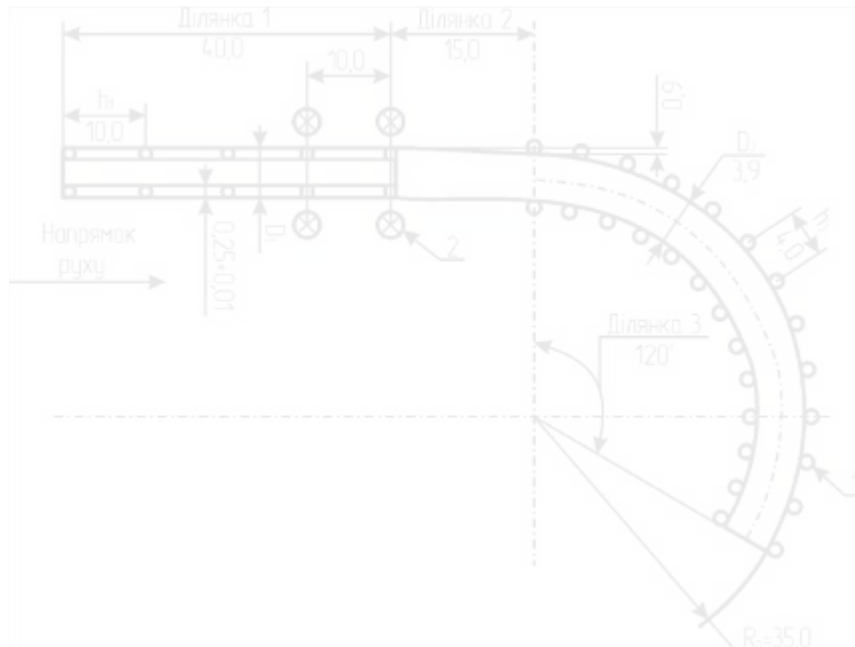


Рис. 4.2. Розмітка ділянки випробувань «поворот $R_D = 35$ м»:

1 – вертикальні обмежувачі розмітки коридорів руху на ділянках 1, 2 і 3;
2 – датчики виміру швидкості; h_1 – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянці 1; h_3 – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянці 3;
 D_1 – ширина коридору на ділянці 1; D_3 – ширина коридору на ділянці 3;
точність розмітки ширини коридору $D_1 \dots \pm 0,1$ м; точність розмітки ширини коридору $D_3 \dots \pm 0,05$ м.

Ширина D_1 коридору ділянки 1 для усіх варіантів випробувань «поворот», «переставка» і «розворот» наведено в табл. 4.1 залежно від максимальної ширини АТЗ, виміряної на висоті від 0 до 150 мм від опорної поверхні.

Таблиця 4.1

Максимальна ширина АТЗ	До 1,3	Понад 1,3 до 1,5	Понад 1,5 до 1,7	Понад 1,7 до 1,9	Понад 1,9 до 2,1	Понад 2,1 до 2,3	Понад 2,3 до 2,5	Понад 2,5
Ширина вхідного коридору D ₁	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	Додатково 0,5 до максимальної ширини АТЗ

При випробуваннях виконують заданий розміткою маневр (розмітка ділянки випробувань представлена на рис. 4.2) при поступовому збільшенні швидкості від заїзду до заїзду. АТЗ вводять в режим рівномірного прямолінійного руху. Передачу в коробці передач вибирають найвищу, яка забезпечує стійку роботу двигуна. Положення рук водія на рульовому колесі не регламентують.

При перетинанні передніми колесами автомобіля межі між ділянками 1 і 2 розмічені коридори (рис. 4.2) водій швидко знімає ногу з педалі газу і починає повертати кермо праворуч для виконання маневру. Положення усіх інших органів управління повинне залишатися постійним. Зовнішній спостерігач відмічає відрив коліс від дороги, виходи автомобіля за межі коридору і інформує про них водія.

Початкову швидкість залікових заїздів приймають на 10 % нижче за швидкість закінчення попередніх заїздів. У наступних заїздах швидкість збільшують з інтервалом 1 - 2 км/год, причому із збільшенням швидкості цей інтервал повинен зменшуватися.

При появі в заїзді відриву хоча б одного колеса від дороги або виході автомобіля за бічні межі коридору заїзд повторюють з попередньою швидкістю. Якщо явище не повторюється, швидкість збільшують. Якщо в трьох заїздах на одній швидкості відбувається відрив колеса від дороги або вихід за межі коридору, то випробування закінчують. У разі відсутності явищ, що обмежують

швидкість виконання маневру, випробування закінчують при швидкості АТЗ, на 5% що перевищує нормативне значення V_M .

В процесі випробувань реєструють швидкість V_M АТЗ на ділянці 1 і відмічають заїзди, в яких відбувається відрив коліс від поверхні дороги або вихід їх за межі розміченого коридору.

Додатково реєструють кут повороту рульового колеса, що дозволяє визначити максимальний кут повороту рульового колеса, момент початку маневру, наявність заносу, зносу або помилки водія.

Заїзд не зараховують, якщо відстань між межею ділянок 1 і 2 розмічених тракторії і точкою, що відповідає початку повороту керма, перевищує 1 м.

Форма графіку запису і величина кутів повороту керма дозволяють судити про наявність заносу або занесення в заїзді, про що роблять запис в протоколі.

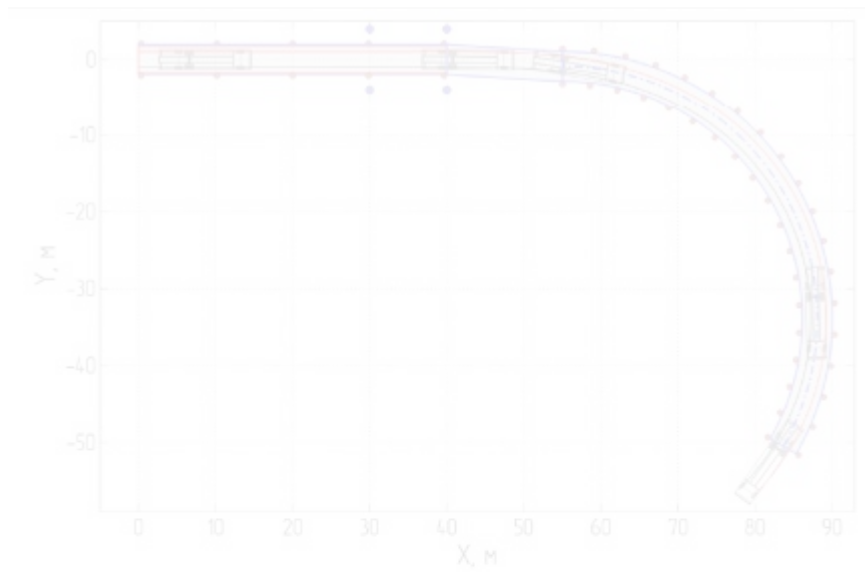
Результатом випробувань «поворот $R_{\Pi} = 35$ м» являється середня швидкість маневрів V_M .

Таблиця 4.2

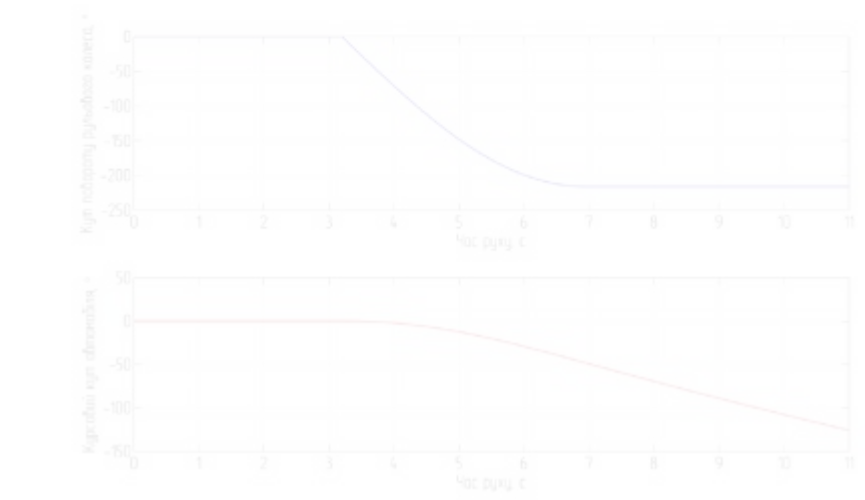
Нормативні значення V_M швидкостей маневру «поворот $R_{\Pi} = 35$ м».

Категорія АТЗ	N3 Повна маса до 20 т	N3 Повна маса понад 20 т	Сідельні автопоїзда N2
V_M , км/год	49	46	42
Нормативне значення V_M швидкості виконання маневру «поворот $R_{\Pi} = 25$ м» для АТЗ категорій N складає 45 км/год.			

58



а)



б)

Рис. 4.3 Результат випробувань «поворот $R_n = 35$ м» з підкеруванням:

а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

59

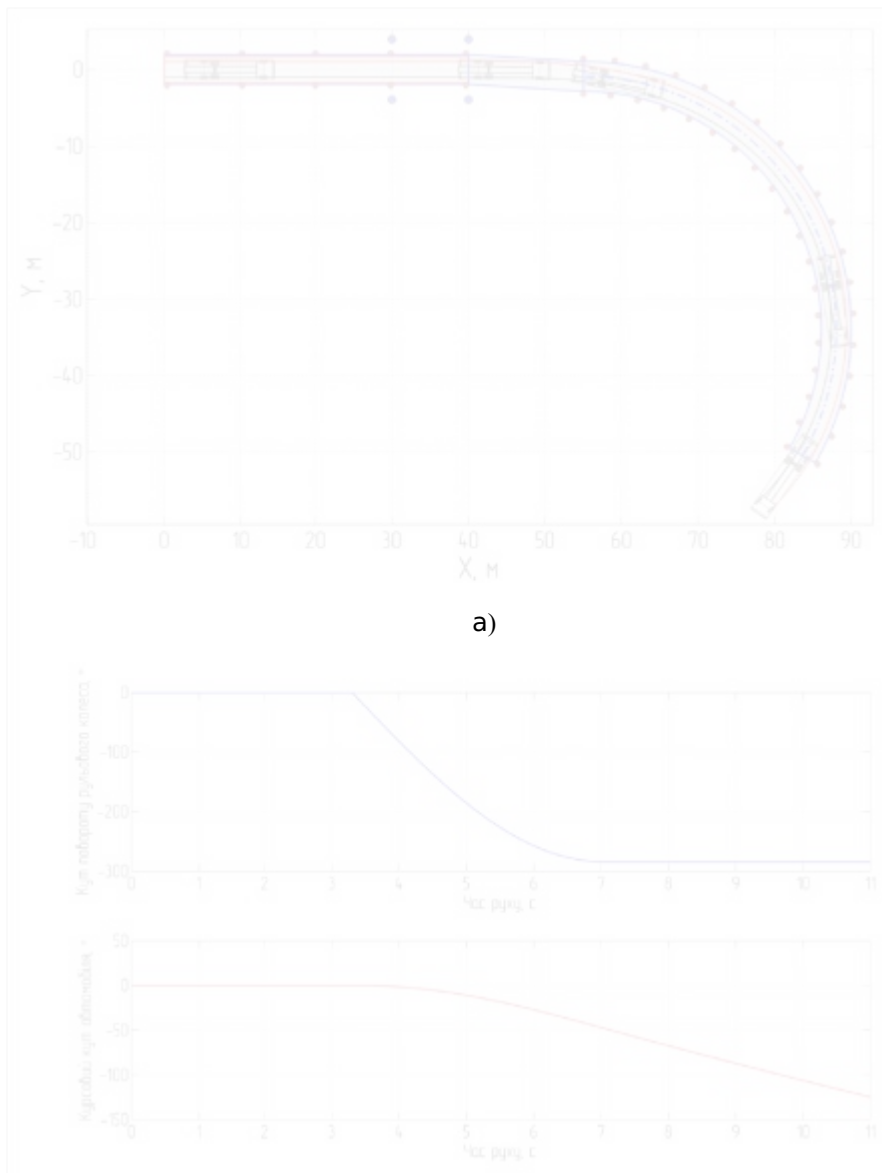


Рис. 4.4 Результат випробувань «поворот $R_d = 35$ м» без підкерування:
 а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

4.1.3. Розворот $R_{\text{п}} = 25$ м.

Допускається за узгодженням із замовником проведення випробувань «поворот $R_{\text{п}} = 25$ м» (рис. 4.5) замість випробувань «поворот $R_{\text{п}} = 35$ м» для автомобілів багатоцільового призначення категорії N.

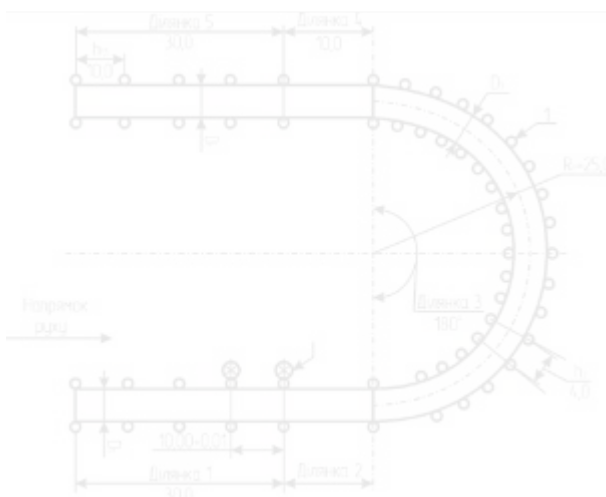


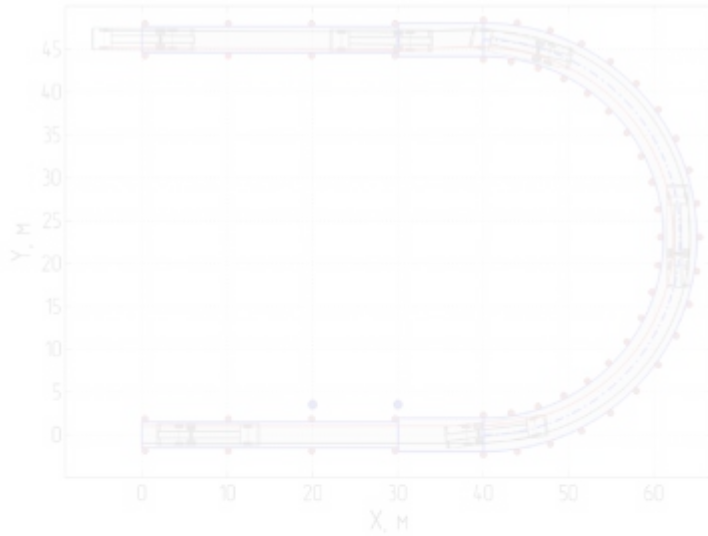
Рис. 4.5 Розмітка ділянки випробувань «поворот $R_{\text{п}} = 25$ м»

1 – вертикальні обмежувачі розмітки коридорів руху; 2 – датчики вимірювання швидкості руху; $h_{1,5}$ – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянках 1 і 5; h_3 – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянці 3; D_1 – ширина коридору на ділянках 1 і 5. Точність розмітки ширини коридору $D_1 \dots \pm 0,1$ м; точність розмітки ширини коридору $D_3 \dots \pm 0,05$ м; ділянки 4 і 5 розмічаються тільки при випробуванні автомобілів із задніми керованими колесами; розмір D_3 (ширина коридору на ділянці 3) і розміри, що визначають коридори руху на ділянках 2 і 4, встановлюються за узгодженням із замовником.

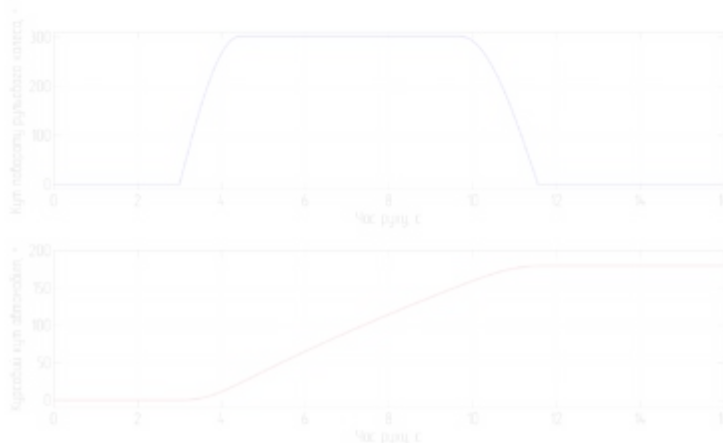
У випробуваннях «поворот $R_{\text{п}} = 25$ м» водій, на відміну від випробування «поворот $R_{\text{п}} = 35$ м», при перетині меж ділянок 1 і 2 не знімає ноги з педалі подачі палива, а підтримує швидкість руху постійною упродовж усього заїзду. Кут повороту керма не регламентується. У іншому методика випробувань

61

«поворот $R_d = 25$ м» не відрізняється від методики випробувань «поворот $R_d = 35$ м».



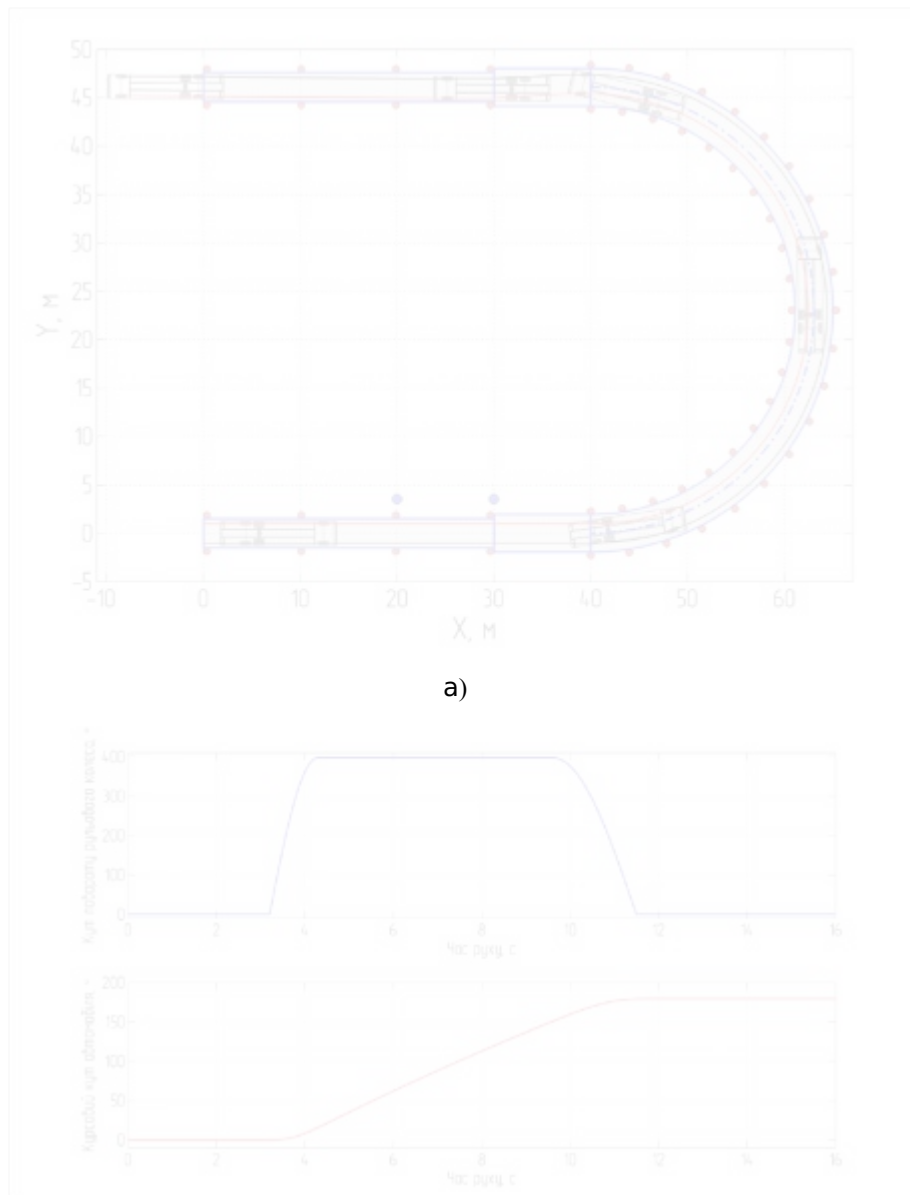
а)



б)

Рис. 4.6 Результат випробувань «поворот $R_d = 25$ м» з підкеруванням:
а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

62

Рис. 4.7 Результат випробувань «поворот $R_d = 25$ м» без підкерування:

а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

4.1.4. Випробування «переставка $S_n = 20$ м» і «переставка $S_n = 16$ м».

Випробування «переставка $S_n = 16$ м», «переставка $S_n = 20$ м» призначені для визначення максимальної швидкості маневру при зміні смуги руху на обмеженій ділянці шляху. Розмітку ділянок для випробувань «переставка» здійснюють відповідно до схем, приведених на рис. 4.8.

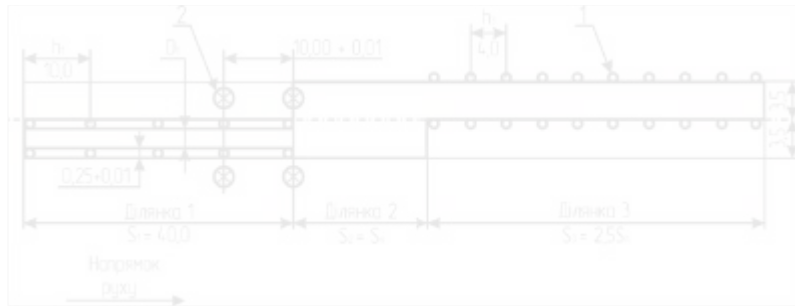


Рис. 4.8 Розмітка ділянки випробувань «переставка $S_n = 16$ м» і «переставка $S_n = 20$ м». 1 – вертикальні обмежувачі розмітки коридорів руху; 2 – датчики виміру швидкості; h_1 – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянці 1, h_3 – крок установки вертикальних обмежувачів на ділянці 3; D_1 – ширина коридору на ділянці 1; точність розмітки коридору на ділянках 1 і 3 ... $\pm 0,05$ м.

Випробування проводять на ділянці 2, що має довжину $S_n = 20$ м. Якщо на довжині $S_n = 20$ м максимальна швидкість виконання маневру не досягнута із-за обмеженої потужності двигуна, то випробування проводять при $S_n = 16$ м.

При випробуваннях виконують заданий розміткою маневр при поступовому збільшенні швидкості від заїзду до заїзду.

Автомобіль вводять в режим рівномірного прямолінійного руху. Передачу в коробці передач вибирають найвищу, яка забезпечує стійку роботу двигуна. Положення рук водія на рульовому колесі відповідає цифрам «3» і «9» циферблату годинника.

При перетині передніми колесами автомобіля межі між ділянками 1 і 2 розміченого коридору водій швидко знімає ногу з педалі подачі палива і починає виконувати маневр.

Перехват керма допускають тільки досягнувши кута повороту, при якому відбувається граничне перехрещення рук водія. Дії на інші органи керування не допускаються.

Зовнішній спостерігач відмічає відриви коліс від дороги, виходи автомобілем за межі коридору і інформує про них водія.

Перед заліковими заїздами виконують попередні заїзди, які допускаються проводити без реєстрації вимірюваних параметрів. Ці заїзди закінчують на швидкості, при якій водій вимушений коригувати поворотом керма занос, знесення, курсові коливання автомобіля або виникнення небезпеки перекидання.

Початкову швидкість залікових заїздів приймають на 10 % нижче за швидкість закінчення попередніх заїздів.

У наступних заїздах швидкість збільшують з інтервалом 1 - 2 км/год, причому із збільшенням швидкості цей інтервал повинен зменшуватися.

При появі в заїзді відриву хоча б одного колеса від дороги або виході автомобіля за бічні межі коридору заїзд повторюють з попередньою швидкістю. Якщо явище не повторюється, швидкість збільшують. Якщо в трьох заїздах на одній швидкості відбувається відрив колеса від дороги або вихід його за межі коридору, то випробування закінчують.

В процесі випробувань реєструють швидкість v автомобіля на ділянці 1 і відмічають ті заїзди, в яких відбувається відрив коліс (колеса) від поверхні дороги або вихід їх (його) за межі коридору.

Додатково реєструють кут повороту керма, що дозволяє визначити максимальний кут повороту керма, момент початку маневру, наявність заносу, знесення або помилки водія.

Заїзд не зараховують, якщо:

- відстань між межею ділянок 1 і 2 розмічених траєкторії (рис. 4.6) і точкою, що відповідає початку повороту керма, перевищує 1,0 м;
- на записі кута повороту керма є різкий стрибок у бік збільшення кривизни траєкторії на кут $d_H \geq 0,6 \cdot L \cdot i_p$,

де L – база автомобіля;

i_p – передавальне число рульового управління.

Результатом випробувань «переставка $S_D = 16$ м», «переставка $S_D = 20$ м» являється середнє арифметичне значення максимальної швидкості маневру V_{CM} .

Таблиця 4.3

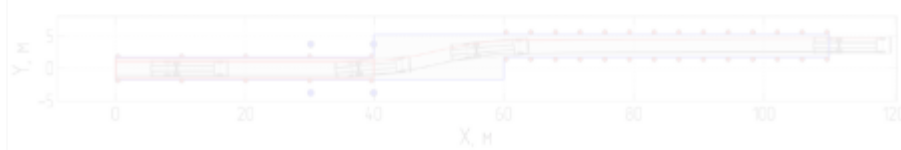
Нормативні значення V_{CM} швидкостей виконання маневру «переставка $S_D = 20$ м»

Категорія АТЗ	N3 Повна маса, т		Сідельні автопоїзда N2
	до 20	понад 20	
V_{CM} , км/год	56	54	48

Таблиця 4.4

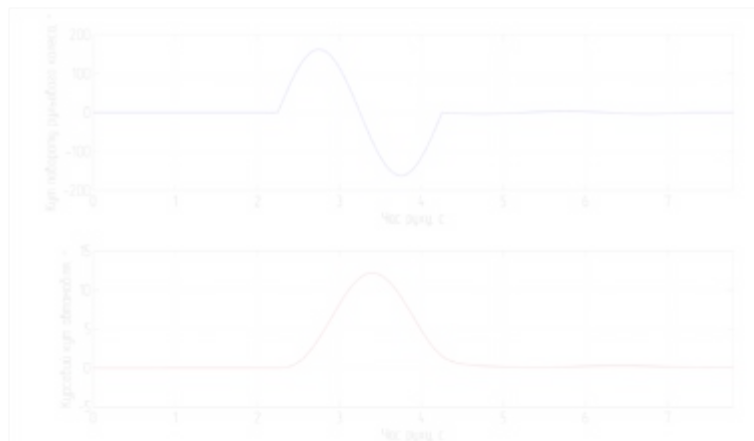
Нормативні значення V_{CM} швидкостей виконання маневру «переставка $S_D = 16$ м»

Категорія АТЗ	N3 Повна маса До 20 т	N3 Повна маса більше 20 т	Сідельні автопоїзда N2
	V_{CM} , км/год	46	



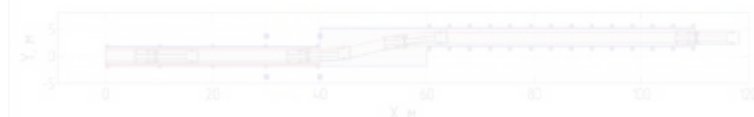
а)

66

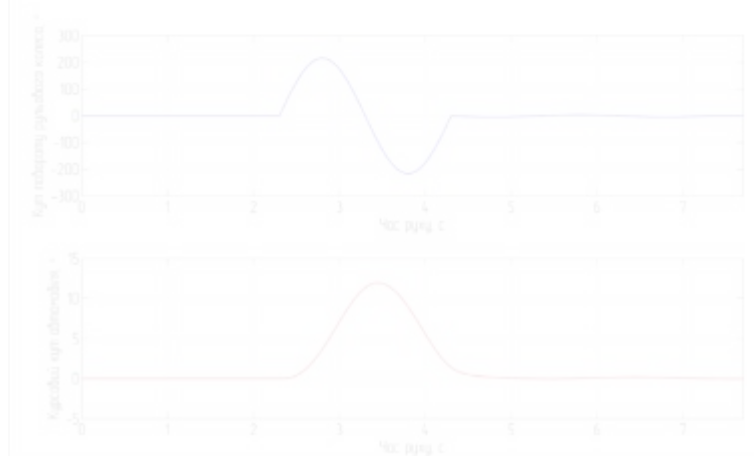


б)

Рис. 4.9 Результат випробувань «переставка $S_D = 20$ м» з підкеруванням:
а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри



а)



б)

Рис. 4.10 Результат випробувань «переставка $S_D = 20$ м» без підкерування:
а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри.

67

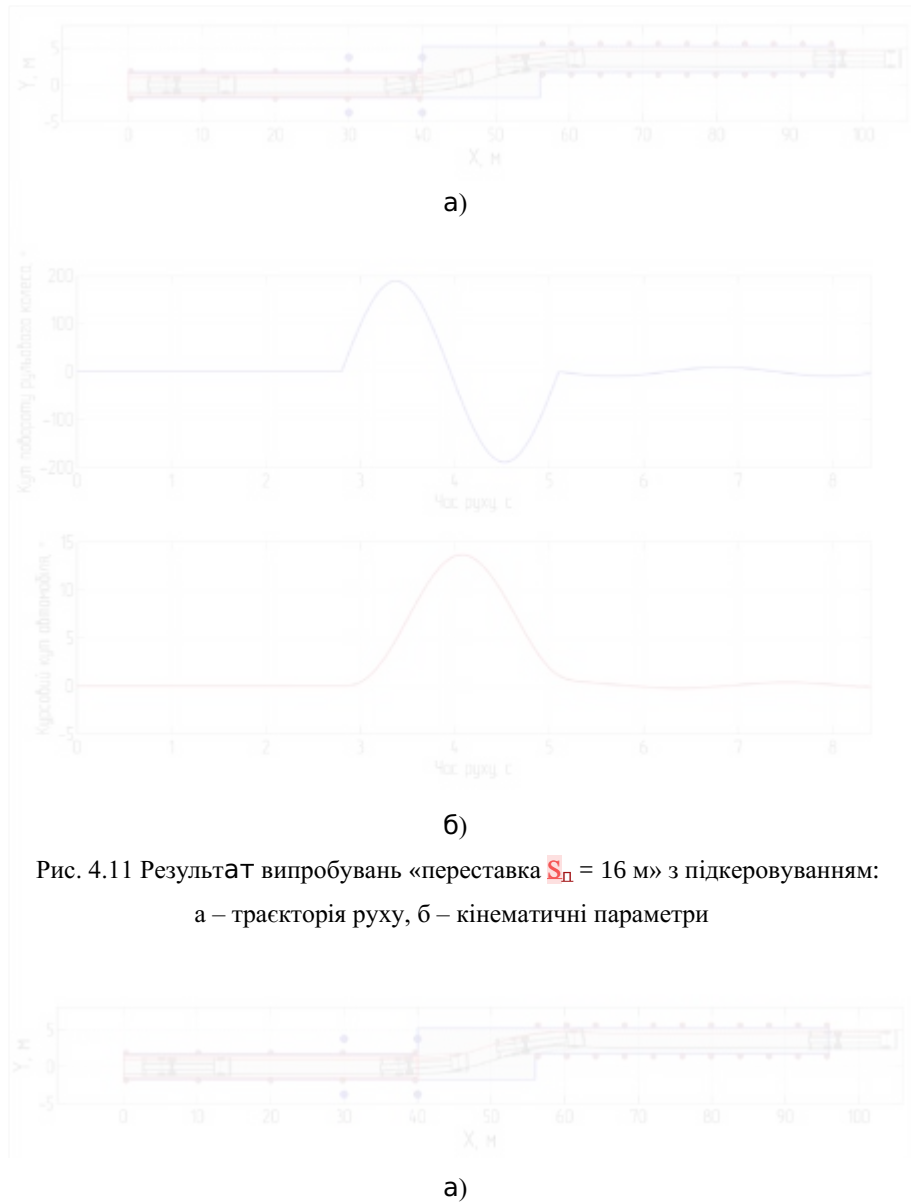
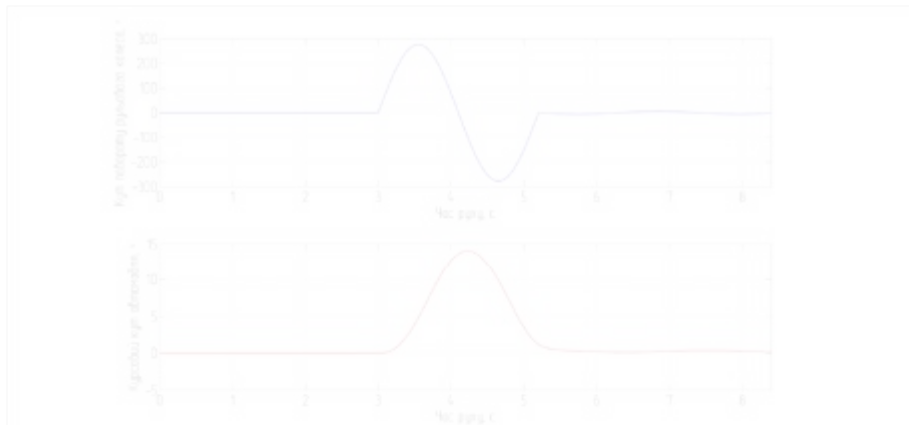


Рис. 4.11 Результат випробувань «переставка $S_D = 16$ м» з підкеруванням:
а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

68



б)

Рис. 4.12 Результат випробувань «переставка $S_{\Pi} = 16$ м» без підкерування:
а – траєкторія руху, б – кінематичні параметри

4.2. Гальмівний режим руху

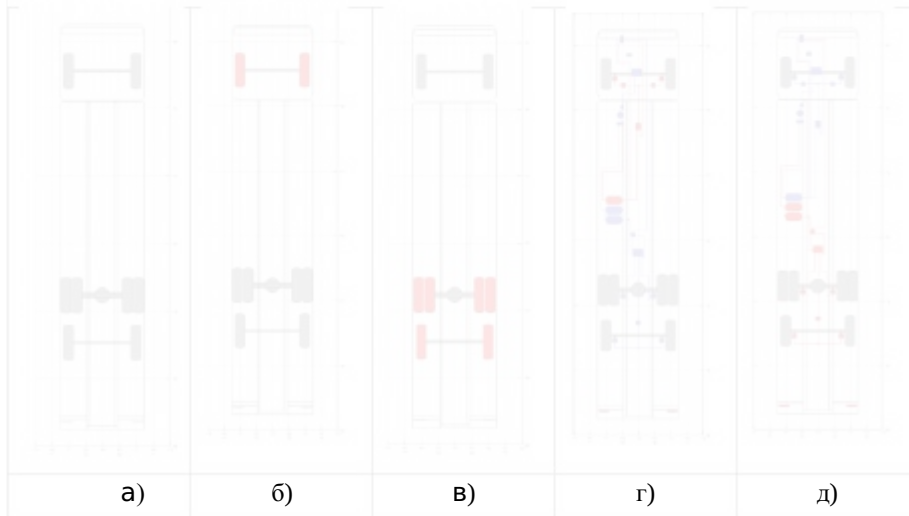


Рис. 4.13 Схеми, що позначають специфіку гальмування:
а – з працездатною гальмівною системою без ковзання; б – блокування

передніх коліс; в – блокування задніх коліс; г – відмова першого контуру;
 д – відмова другого контуру

4.2.1. Гальмування з переставкою.

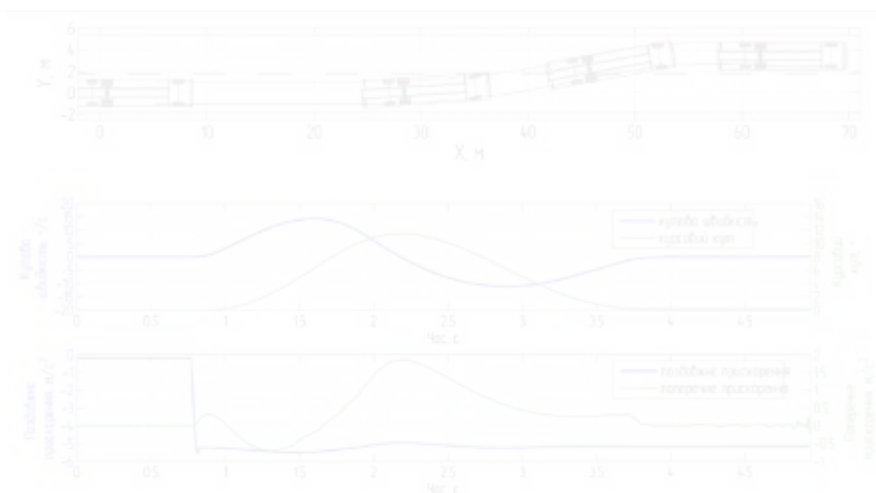


Рис. 4.14 Результат випробувань при гальмуванні з переставкою з працездатною гальмівною системою без ковзання

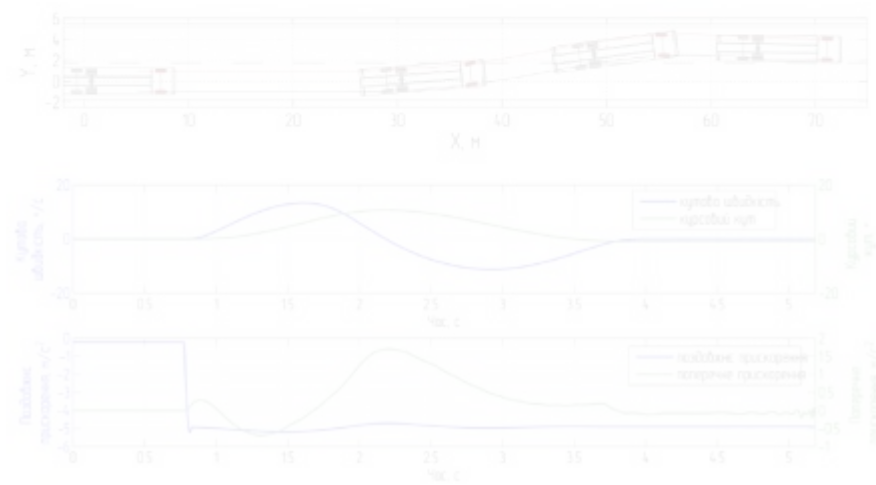


Рис. 4.15 Результат випробувань при гальмуванні з переставкою при блокуванні передніх коліс

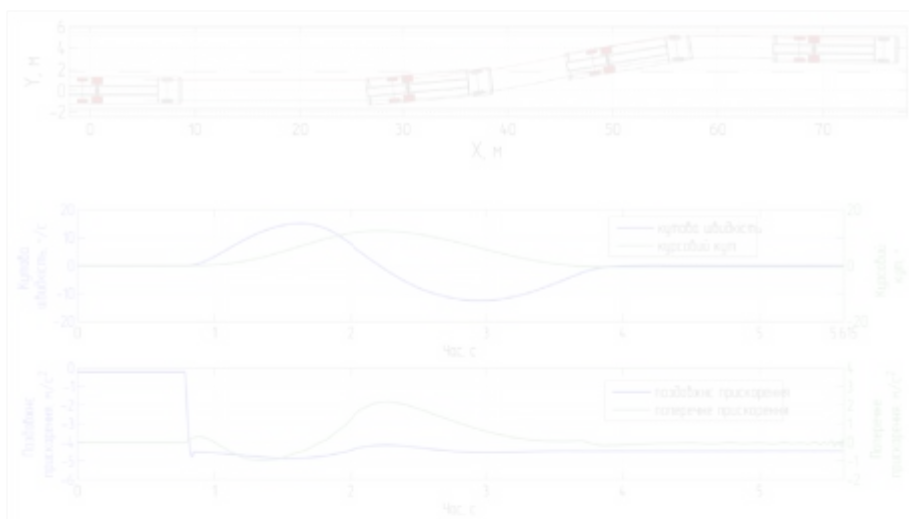


Рис. 4.16 Результат випробувань при гальмуванні з переставкою при блокуванні задніх коліс

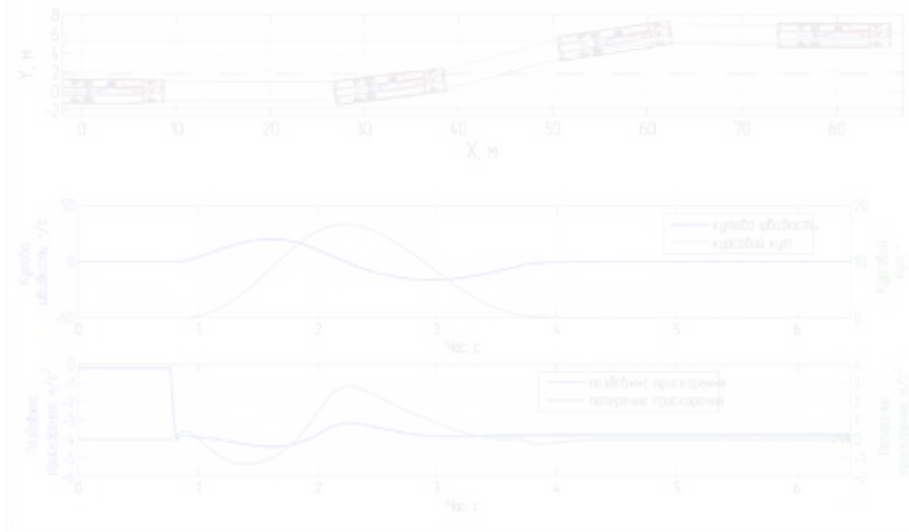


Рис. 4.17 Результат випробувань при гальмуванні з переставкою при відмові першого контуру

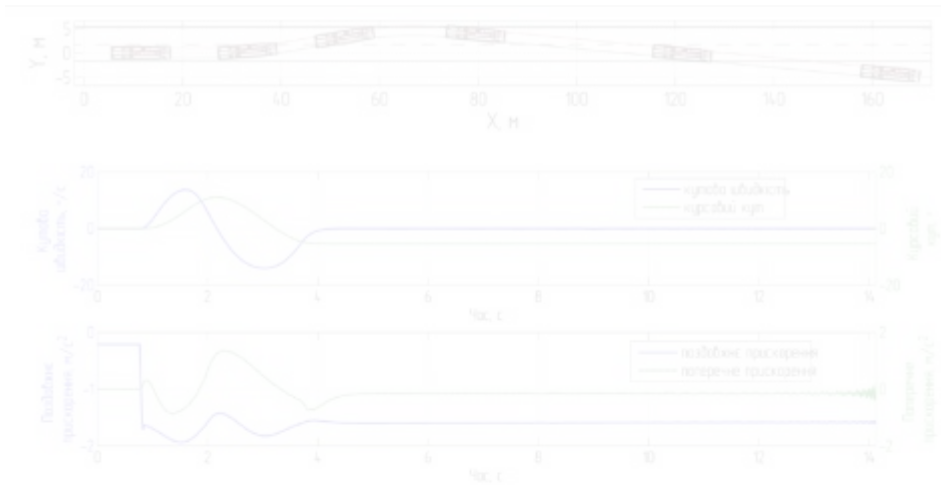


Рис. 4.18 Результат випробувань при гальмуванні з переставкою при відмові другого контуру

4.2.2. Гальмування з маневром «ривок рульового колеса».

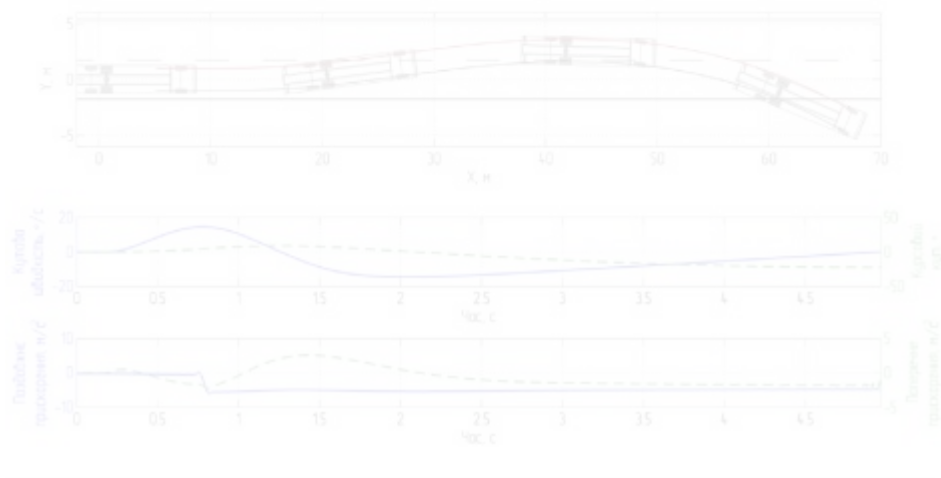


Рис. 4.19 Результат випробувань при гальмуванні з маневром «ривок рульового колеса» без ковзання ($\varphi = 0.9$)

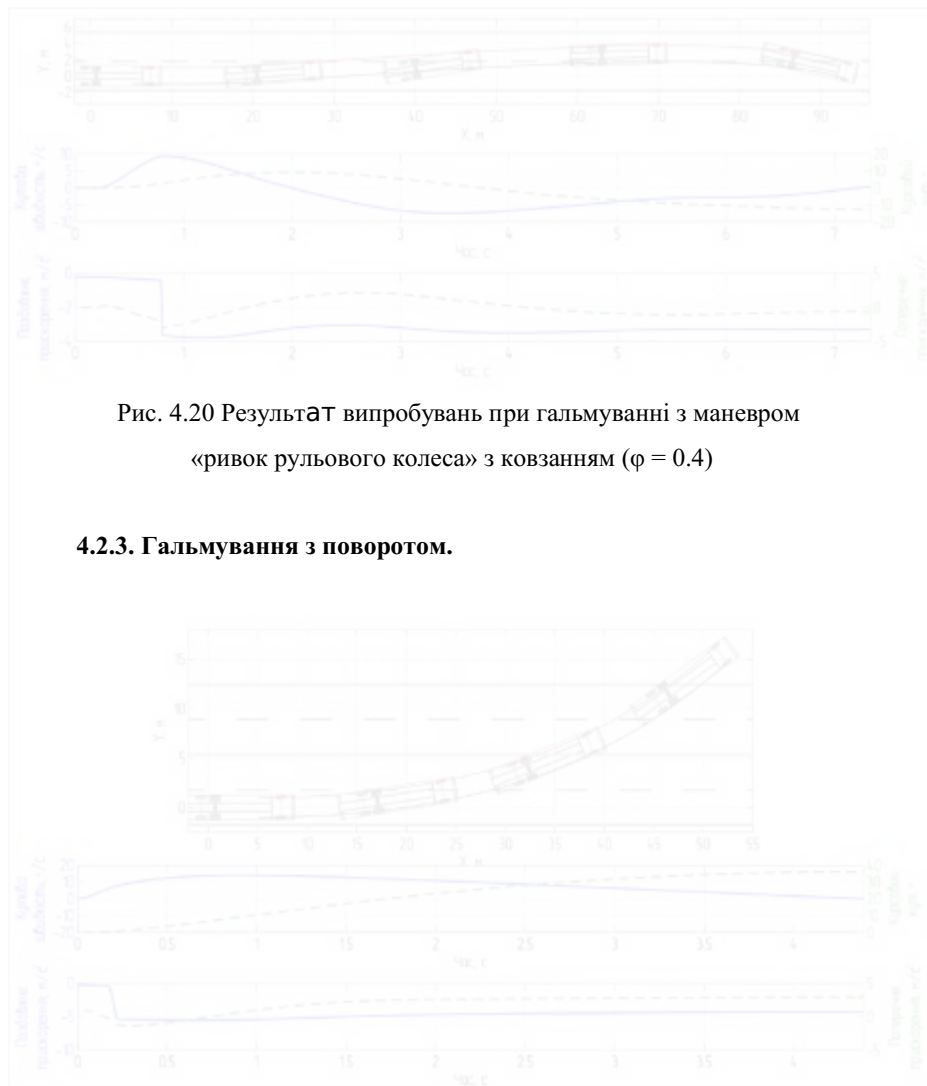


Рис. 4.20 Результат випробувань при гальмуванні з маневром «ривок рульового колеса» з ковзанням ($\varphi = 0.4$)

4.2.3. Гальмування з поворотом.

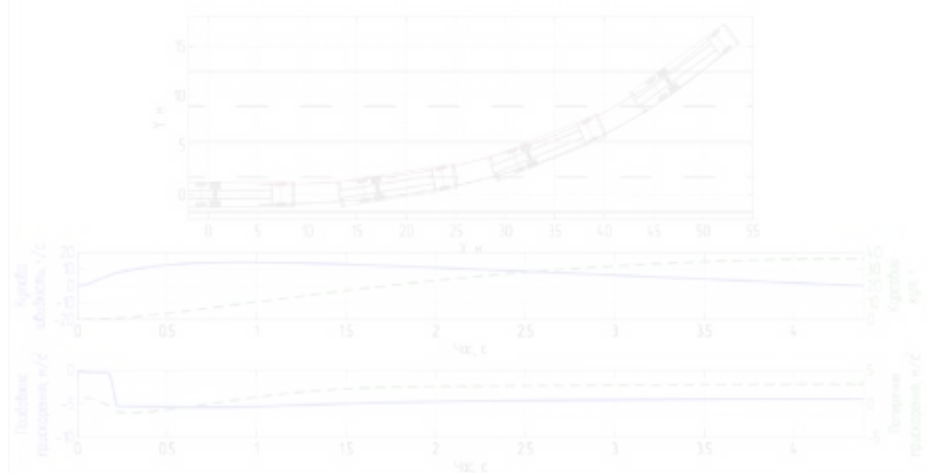


Рис. 4.21 Результат випробувань при гальмуванні з поворотом без ковзання ($\varphi = 0.9$)

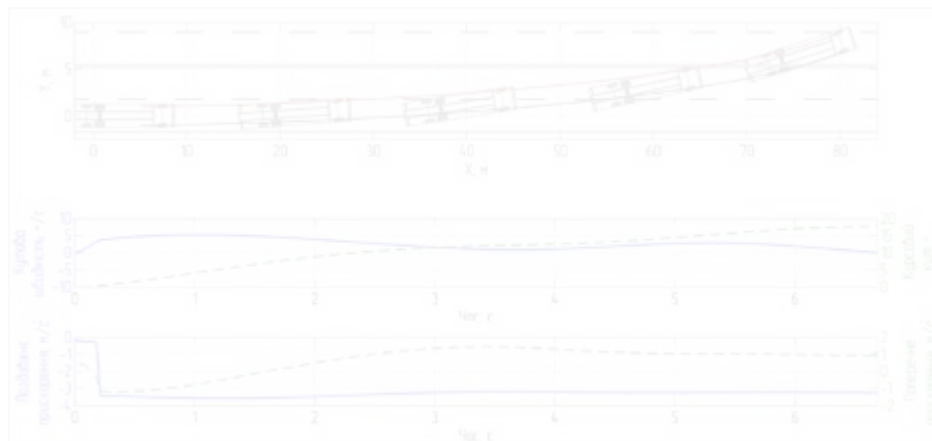


Рис. 4.22 Результат випробувань при гальмуванні з поворотом при ковзанні ($\varphi = 0.4$)

Висновки до четвертого розділу

1. У цілому забезпечується стійкий та прогнозований рух при тестуванні, не зважаючи на поздовжню габаритність. Значна перевага у використанні керованого заднього моста вантажного автомобіля спостерігається при рухові по єврокільцю. За цих умов габаритна смуга руху на 10,7% менша при застосуванні керованого моста у порівнянні з некерованим, також, зовнішній габаритний радіус на 1,5% більший за допустиме значення для вантажного автомобіля з некерованим заднім мостом.

Всі тести на керованість пройдено з незначним запасом по швидкості до 5%, що свідчить про добру конструктивну керованість транспортного засобу.

2. При блокованих керованих колесах заднього моста зберігалась курсова стійкість, але ускладнювалось керування автомобілем, збільшувались кути повороту керма, спостерігалось кочення керованих коліс із ковзанням.

3. При гальмуванні з переставкою автомобіля з працездатною гальмівною системою та у випадках блокування коліс чітко зберігаються курсова та траєкторна стійкості, що забезпечує розташування автомобіля на

проїзній частині заданого напрямку руху. У випадку втрати працездатності першого контуру гальмівної системи автомобіль не втрачає курсову стійкість, але збільшує коридор руху та виходить на смугу зустрічного руху. У випадку втрати працездатності другого контуру гальмівної системи автомобіль втрачає курсову стійкість, максимально збільшує гальмівний шлях та виходить за межу смуги руху, але майже не перетинає смугу зустрічного руху.

4. Гальмування з маневром «ривок керма» супроводжується стабільною поведінкою автомобіля, чітко підпорядкованою дією органів керування. При зменшенні коефіцієнта зчеплення шини з дорогою до 0,4 починає спостерігатися деякий занос заднього моста з невеликим коридором ризику, але курсова стійкість все ж зберігається. Гальмування з поворотом також підтверджує добру керованість автомобіля DAF FAN XF 105.

РОЗДІЛ 5**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ****5.1. Умови роботи водія вантажного автомобіля**

Несприятливими умовами роботи водія вважають наступні:

1. тривала дія коливань з урахуванням дії пікових навантажень із значними прискореннями. Дії коливань супроводжується тривалою напругою м'язів торсу, обумовленою протидією переміщенням тіла при коливаннях;
2. незручність пози. У положенні сидячи коливання передаються безпосередньо хребту, практично минувши нижні кінцівки, крім того, дугоподібна форма хребта в даному положенні менш сприятлива для пом'якшення коливань, чим його природна форма;
3. тривале нервово - психічна напруга під час роботи іноді в сполученні із значними м'язовими навантаженнями.

Шкідливі впливи коливань самоскиду полягає в появі попереково - сідничних болів (ішіас). Вирішальний вплив коливань автомобіля на появу ішіасу підтверджується тим, що у водіїв вантажних автомобілів, що працюють в середніх дорожніх умовах, ішіас зустрічається в 3 рази частіше, а у тих, що працюють в поганих дорожніх умовах в 5 разів частіше, ніж у водіїв легкових автомобілів.

Коливання, що сприймаються людиною, що знаходиться у вимушеному сидячому положенні, травмують хребет, його зв'язковий і суставний апарат. До найбільших дій схильні два - три нижних поперекових міжхребетних диски.

Кінозйомка черевної порожнини, людини, що вертикально коливається, підданої рентгенівському просвічуванню, дозволила спостерігати за поведінкою внутрішніх органів при коливаннях. Резонансні переміщення шлунку опинилися в два - три рази більше переміщень вібростала (резонансні частоти склали 4 - 5 Гц). Відомо також, що дія коливань уповільнює, якщо не

припиняє лікування запальних або виразкових процесів слизистої оболонки шлунку.

Тепер перерахуємо, які показники використовуються для визначення плавності ходу автомобіля: наближена шкала відчуттів по прискореннях, оцінка відчуттів по прискореннях і швидкостях коливань, оцінка відчуттів по потужності коливань, оцінка відчуттів по прискореннях коливань і тривалості їх дії.

Якщо коливання перевищують допустимі межі, то удаються до засобів захисту, зазвичай до так званого вторинного підресорювання. Воно може бути виконане у вигляді: спеціальної додаткової підвіски вантажу, що перевозиться, до кузова, пружних сидінь для пасажирів, віброзахисних пристроїв і прокладок. Розглянемо особливості вторинного підресорювання на прикладі пружного сидіння.

Основні вимоги до віброзахисних сидінь:

1. сидіння повинне по можливості мати лише вертикальні **КОЛИВАННЯ**;
2. хід підвіски повинен бути не менше 80 мм, але не більше 150 мм;
3. частота власних коливань повинна бути не більше 1.5 - 2 Гц;
4. у підвісці сидіння повинен бути демпфер з коефіцієнтом загасання 0.2;
5. сидіння повинне забезпечувати оглядність для оператора, а також забезпечувати безпеку оператора при їзді автомобіля по **нерівностях**;
6. сидіння повинне мати розміри, що забезпечують зручну посадку оператора і мати пристрої для регулювання по масі оператора, висоті і інше;
7. сидіння повинне мати місця кріплень ременів безпеки;
8. механізми регулювань повинні забезпечувати надійну фіксацію встановленого положення, керування регулюваннями повинне бути простим.

Сидіння автомобіля є тим додатковим пристроєм, який повинен забезпечувати зручне положення водія і пасажирів, а також зменшувати коливання, що передаються від кузова. Сидіння бувають двох видів: повністю підвішені і з роздільною підвіскою спинки і сидіння. Повністю підвішене сидіння має три пристрої підвіски: направляючий, пружний і таке, що гасить. Такий тип сидінь використовується в автомобілях з вельми жорсткою підвіскою коліс. Найбільш поширено сидіння з роздільно виконаною подушкою і спинкою. Водій коливається на сидінні, випробовуючи значне тертя об спинку. Подушка і спинка володіють певною пружністю і здатністю гасити коливання водія. Пружність подушки створюється пружинами, губчастою гумою.

У конструкції віброзахисних сидінь можна виділити три основних функціонально зв'язаних вузли (рис. 5.1): посадочне місце; механізми і пристрої регулювання положення посадочного місця і його елементів; підвіска сидіння.

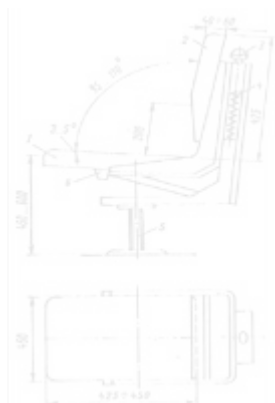


Рис. 5.1 Сидіння вантажних автомобілів:

1-подушка; 2-спинка; 3-регулювальний пристрій; 4-підвеска; 5-стійка, обмежувальний упор.

Для зменшення середнього тиску тіла водія на подушку, поглинання вібрацій і шуму конструкцію подушки доповнюють матрацем. Для

забезпечення загасання коливань в сидінні встановлюють пружини в чохлах і щільний матрац, а в днищі сидінь роблять невеликі отвори, через які проходить повітря при коливаннях водія. Подушки існуючих автомобілів мають зазвичай жорсткість 8 -12 кГ/см у легкових автомобілів і 15 - 20 кГ/см у вантажних і автобусах. Власна частота водія на роздільному сидінні складає 2 - 3 Гц, а на повністю підвішених сидіннях може бути зменшена на 1 - 1.5 Гц. Величина відносного загасання за відсутності спеціального амортизатора складає 0.06 - 0.18.

До підвіски сидіння пред'являються наступні вимоги. Власна частота малих коливань водія на сидінні повинна відповідати вузькою, цілком певній смузі. Якщо частота підвіски буде близька до власної частоти коливань людини (3-5 Гц), то сидіння підсилуватиме коливання, найнеприємніше, що переноситься людиною, а якщо близька до власних коливань кузова, то підсилуватиме коливання кузова. Сидіння, як і підвіска автомобіля, повинні грати роль фільтру, проникного раніше всього коливання певної частоти. При виконанні цієї вимоги збільшуються переміщення самого водія, що ускладнює керування автомобілем.

Необхідність поєднувати задану жорсткість сидіння з малими переміщеннями водія примушує добиватися нелінійної пружної характеристики сидіння, при якій після порівняно малих переміщень жорсткість істотно зростає.

Окрім вертикальних чоловік на сидінні випробовує подовжні і кутові коливання, захистити його від яких за допомогою зміни конструкції і параметрів сидіння важко. Прискорення сидячого водія істотно залежать від положення сидіння по довжині і висоті автомобіля. Дослідження показують, що сидіння доцільно розміщувати усередині бази автомобіля, ближче до м'якшої підвіски коліс. По висоті, особливо для вантажних автомобілів, сидіння повинне бути по можливості ближче до центру тяжіння, оскільки це зменшує амплітуди горизонтальних коливань, які гірше переносяться.

Вибір параметрів вторинного підресорювання інших елементів автомобіля

багато в чому аналогічний вибору параметрів для сидінь: необхідно стежити за тим, щоб власна частота підвішеного елемента не співпадала з іншими частотами, щоб пружний елемент мав нелінійну характеристику, а загасання було достатнім. При розробці підвіски кабіни вантажного автомобіля виникли додаткові труднощі, пов'язані з її кутовими коливаннями і подовжніми коливаннями водія. Розроблена в результаті підвіска кабіни до рами мала листову ресору і два гідравлічні амортизатори.

Інтервал вібраційних частот автомобіля вельми великий: нижня межа 10 - 12 Гц, а верхня 300 - 350 Гц. Вібрації можуть збуджуватися нерівностями дороги або роботою агрегатів і механізмів самого автомобіля. Прискорення від вібрацій направлені уздовж всіх трьох головних координатних осей автомобіля і можуть досягати помітної величини.

Для зменшення вібрацій балансують деталі, підвищують точність їх обробки і збірки, збільшують жорсткість віброуючої деталі і створюють умови, що виключають виникнення резонансів. З-за малої амплітуди і високої частоти вібрацій виявляються вельми ефективними вібропоглинаючі прокладки і покриття.

Елементи вторинного підресорювання виконують зазвичай так, щоб забезпечити захист від вібрацій, що діють уздовж двох, трьох осей.

5.2. Динамічний розрахунок віброзахисного сидіння

Розрахункова схема системи представлена на рис. 5.2. Пунктирною лінією показані контури сидіння і людини-оператора. Вісь Z оператора співпадає з напрямом вібрацій.

Кінематичне збудження основи є випадковим. Спектральна щільність абсолютного віброприскорення основи:

$$S\ddot{y}(\omega) = \frac{2\alpha\sigma_0(\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)}{\pi\{[\omega^2 - \alpha^2 - \beta^2]^2 + 4\alpha^2\omega^2\}} \quad (5.1)$$

Прийmemo наступні числові дані:

маса сидіння $m_c = 16.5$ кг;

80

маса людини $m_{\text{ч}} = 90 \text{ кг};$
 жорсткість пружини $c = 6520 \text{ Н/м};$
 коефіцієнт демпфування $b = 35 \text{ кг сек/м};$
 параметри спектральної щільності:

$$\alpha = 1.9 \text{ 1/сек} \quad \beta = 18 \text{ 1/сек}, \quad \sigma_0 = 2.7 \text{ м/сек}^2.$$

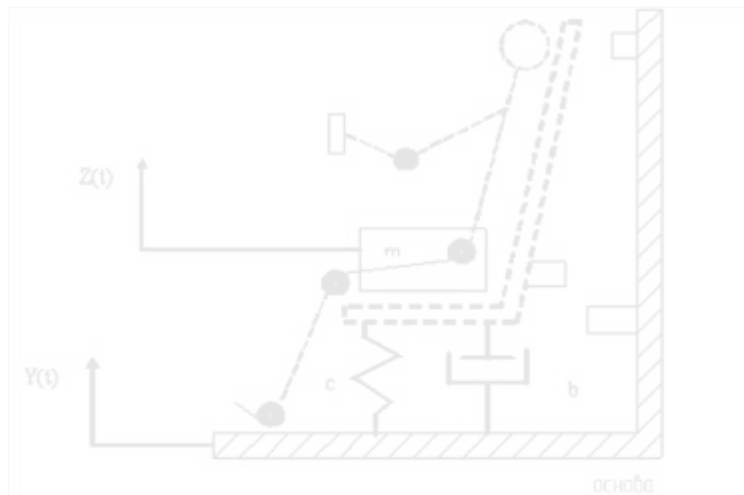


Рис. 5.2 Розрахункова схема системи віброізоляції крісла водія

Розрахунки проводимо за допомогою вбудованої програми MATHCAD на ПЕОМ, використовуючи наступний алгоритм:

1. Квадрат частоти вільних коливань системи без урахування загасання

$$\omega_0^2 = \frac{c}{m_{\text{ч}} + m_{\text{с}}} = \frac{6520}{90 + 16.5} = 61.221 \text{ 1/сек}^2; \quad (5.2)$$

2. Коефіцієнт загасання

$$D = \frac{b}{2(m_{\text{ч}} + m_{\text{с}})\omega_0} = \frac{35}{2 \cdot (90 + 16.5) \cdot 61.221} = 0.021; \quad (5.3)$$

3. Розлад

$$\gamma = \frac{\omega}{\omega_0}; \quad (5.4)$$

4. Квадрат відносного коефіцієнта передачі

$$Tx^2(\omega) = \frac{\gamma^4}{(1-\gamma^2)^2 + (2D\gamma)^2}; \quad (5.5)$$

5. Квадрат абсолютного коефіцієнта передачі

$$Tz^2(\omega) = \frac{1 + (2D\gamma)^2}{(1-\gamma^2)^2 + (2D\gamma)^2}; \quad (5.6)$$

6. Спектральна щільність входу.

а) Спектральна щільність абсолютного віброприскорення основи

$$S\ddot{y}(\omega) = \frac{2\alpha\sigma_0(\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)}{\pi\{(\omega^2 - (\alpha^2 + \beta^2))^2 + 4\alpha^2\omega^2\}} \quad (5.7)$$

б) Спектральна щільність абсолютної віброшвидкості основи

$$S\dot{y}(\omega) = \frac{1}{\omega^2} S\ddot{y}; \quad (5.8)$$

в) Спектральна щільність абсолютного вібропереміщення основи

$$Sy(\omega) = \frac{1}{\omega^4} S\ddot{y}; \quad (5.9)$$

7. Спектральна щільність виходу.

а) Спектральна щільність відносного вібропереміщення сидіння

$$Sx(\omega) = \frac{1}{\omega^4} Tx^2(\omega) S\ddot{y}; \quad (5.10)$$

б) Спектральна щільність абсолютного вібропереміщення сидіння

$$Sz(\omega) = Tz^2(\omega) S\ddot{y}(\omega); \quad (5.11)$$

в) Спектральна щільність абсолютної віброшвидкості сидіння

$$S\dot{z}(\omega) = \omega^2 Tz^2(\omega) \frac{1}{\omega^4} S\ddot{y}(\omega); \quad (5.12)$$

г) Спектральна щільність абсолютного віброприскорення СИДІННЯ

$$S\ddot{z}(\omega) = \omega^4 Tz^2(\omega) \frac{1}{\omega^4} S\ddot{y}(\omega); \quad (5.13)$$

Розрахунок проведемо для середньо геометричного значення частот 8-ми октавних смуг і отриманий результат представимо у вигляді табл. 5.1, в якій будуть вказані вхідні і вихідні параметри даної системи.

Таблиця 5.1

Результати обчислень

Параметри розрахунків	№ октави							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Граничні значення частотних смуг Гц.	0,7 – 1,4	1,4 – 2,8	2,8 – 5,6	5,6 – 11,2	11,2 – 22,0	22,0 – 44,0	44,0 – 88,0	88,0 – 177,0
Частота возбуждення, 1/сек ² (Гц)	6.597 (1.05)	13.195 (2.1)	26.389 (4.2)	52.779 (8.4)	105.56 (16.8)	208.60 (33.2)	414.69 (66)	829.38 (132)
Розпод.	0.843	1.686	3.373	6.745	13.49	26.66	53	106
Коефіцієнт загасання, D	0,021							
Квадрат відносного коефіцієнта передачі, T _{x2}	1.741	-4.398	-12.5	-46.6	-183.3	-713.0	-2.815 × 10 ³	-1.126 × 10 ⁴
Квадрат абсолютного коефіцієнта передачі, T _{z2}	11.807	0.295	9.474 × 10 ⁻³	5.455 × 10 ⁻⁴	4.032 × 10 ⁻⁵	4.474 × 10 ⁻⁶	7.553 × 10 ⁻⁷	1.65 × 10 ⁻⁷

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Спектральна щільність абсолют. віброприс., $S \ddot{y}$	1.053	1.427	2.941	9.303	40.49	351.6	1.346×10^3	66.69
Спектральна щільність абсолют. віброшвид., $S \dot{y}$	24.19	8.197	4.223	3.34	3.634	8.08	7.83	9.695×10^{-2}
Спектральна щільність абсолют. віброп., $S y$	5.559×10^{-11}	4.708×10^{-12}	6.065×10^{-13}	1.199×10^{-13}	3.261×10^{-14}	1.857×10^{-14}	4.553×10^{-15}	0
Спектральна щільність виходу (сидіння)								
Спектральна щільність відносит. віброп., S	9.678×10^{-11}	-2.071×10^{-11}	-7.578×10^{-12}	-5.588×10^{-12}	-5.979×10^{-12}	-1.324×10^{-11}	-1.282×10^{-11}	-1.586×10^{-13}
Спектральна щільність абсолют. віброп., $S z \times 10^{-10}$	1.243×10^4	4.212×10^2	27.87	5.075	1.633	1.573	1.017	1.1×10^{-2}
Спектральна щільність абсолют. віброшвид., $S \dot{z}$	2.857×10^{-8}	2.42×10^{-10}	4.001×10^{-12}	1.822×10^{-13}	1.465×10^{-14}	3.615×10^{-15}	0	0
Спектральна щільність абсолют. віброприс., $S \ddot{z}$	1.243×10^4	4.212×10^2	27.87	5.075	1.633	1.573	1.017	1.1×10^{-2}

Згідно з отриманими результатами побудуємо графіки залежностей віброприскорення, віброшвидкості і вібропереміщення від технічних частот.

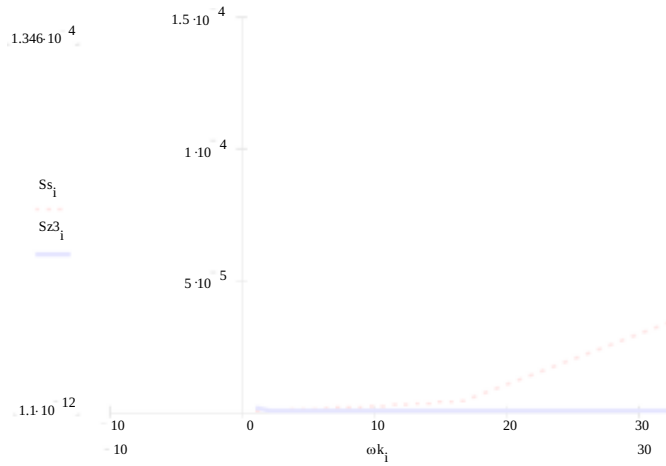


Рис. 5.3 Графік залежності віброприскорення від частоти коливань

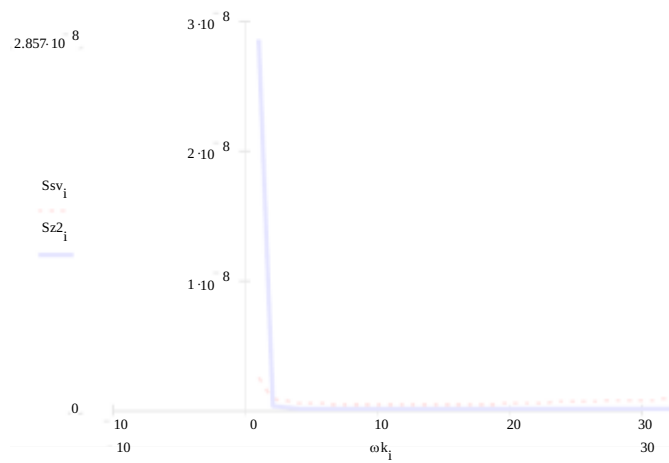


Рис. 5.4 Графік залежності віброприскорення від частоти коливань

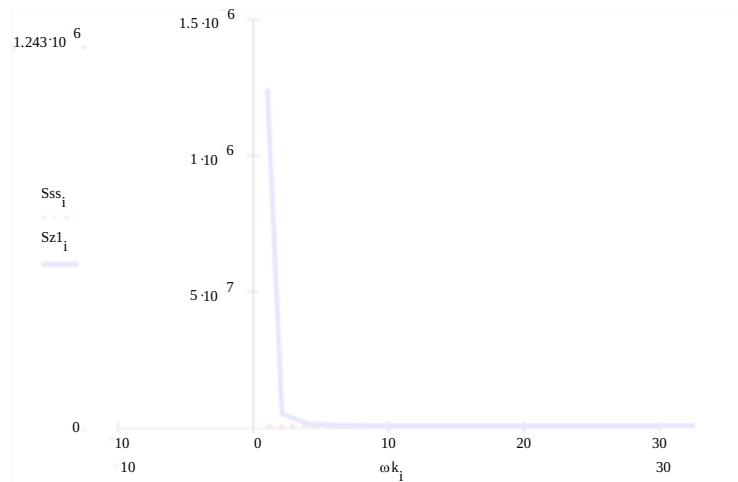


Рис. 5.5 Графік залежності вібропереміщення від частоти коливань

д) Середньоквадратичні значення віброшвидкості для кожної октавної смуги.

Значення граничних октавних кругових частот випишемо з [16, стор. 19] в табл. 5.2.

Середньоквадратичні значення віброшвидкості визначасмо по наступній формулі:

$$\sigma_v^i = \sqrt{\int_{\omega_n^i}^{\omega_s^i} S\dot{z}(\omega) d\omega} = \sqrt{\int_{\omega_n^i}^{\omega_s^i} \frac{2\alpha\sigma_0 \left(1 + \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right) (\omega^2 + \alpha^2 + \beta^2)}{\omega^2 \left(\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) \left((\omega^2 - (\alpha^2 + \beta^2))^2 + 4\alpha^2\omega^2 \right)} d\omega};$$

(5.14)

Розрахунки проведемо так само за допомогою програми MATHCAD, результати яких занесемо в табл. 5.2.

Таблиця 5.2.

Результати обчислень

Параметри	№ октави						
	1	2	3	4	5	6	7
Граничні значення частотних смуг Гц.	0,7 – 1,4	1,4 – 2,8	2,8 – 5,6	5,6 – 11,2	11,2 – 22,0	22,0 – 44,0	44,0 – 88,0
Граничні значення частотних смуг сек ⁻¹ .	4.39 – 8.72	8.72 – 17.56	17.56 – 35.2	35.2 – 70.3	70.3 – 140.5	140.5 – 280.9	280.9 – 561.9
Середньоквадратичне значення віброшвидкості (знайдене), м/сек	0.057	0.051	0.029	1.192 × 10 ⁻³	1.631 × 10 ⁻⁴	2.717 × 10 ⁻⁵	4.731 × 10 ⁻⁶
Середньоквадратичне значення віброшвидкості (допустиме), м/сек	0.2	0.071	0.025	0.013	0.011	0.011	0.011

5.3. Оздоровлення повітряного середовища

До самохідних машин відносять будівельні і дорожні машини, а також технологічний транспорт на будівництві – вантажні автомобілі і трактори. Робоча швидкість цих машин не перевищує 6 км/год, а транспортна – 80 км/год. Вантажні автомобілі працюють у всіх кліматичних зонах країни. Кабіни мають велику площу зашкленіх поверхні і складають приблизно 0,2...0,6 площ всієї поверхні кабіни. Машиною управляє одна людина.

Для забезпечення в кабінах мікроклімату і гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі відповідно до норм ГОСТ 12.1.005-

90, 12.1.007-90, 12.2.019-90 і 12.2.023-90 влаштовують природну вентиляцію (люки, кватирки скло, що опускаються) і примусову, а також пиловловлювачі, повітроохолоджувальні кондиціонери і нагрівники. Приклад таких систем представлені на рис. 5.6.

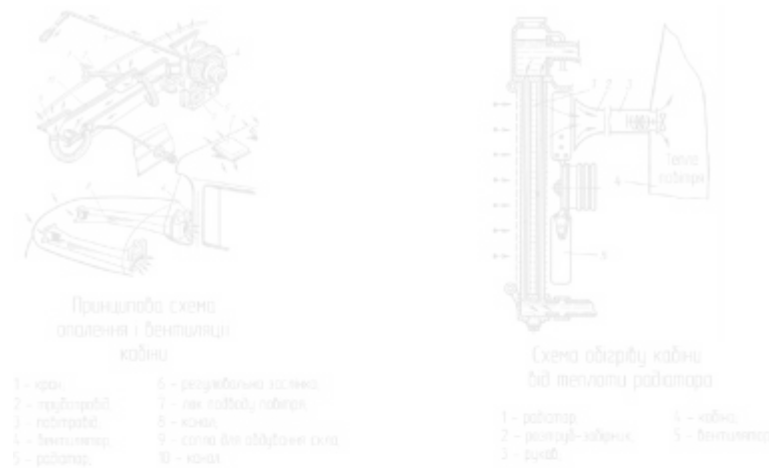


Рис. 5.6 Схема систем вентиляції і опалювання

5.4. Визначення наслідків аварії на магістральному газопроводі

Визначимо розміри зон руйнування при аварії на газопроводі з розривом труби $d = 1200$ мм з робочим тиском $P = 1,1$ МПа, час витoku $t = 120$ секунд.

1) Визначимо розміри осередку ураження і зон руйнування:

$$R_1 = \sqrt[3]{37,5 \cdot \frac{d^2 \cdot V \cdot t_{cp}}{\beta}}; \quad (5.15)$$

$$R_{1(н)} = \sqrt[3]{37,5 \cdot \frac{1,4^2 \cdot 120 \cdot 120}{2,31}} = 77 \text{ м}; \quad (5.16)$$

$$R_{1(в)} = \sqrt[3]{37,5 \cdot \frac{1,4^2 \cdot 120 \cdot 120}{9,5}} = 48 \text{ м}. \quad (5.17)$$

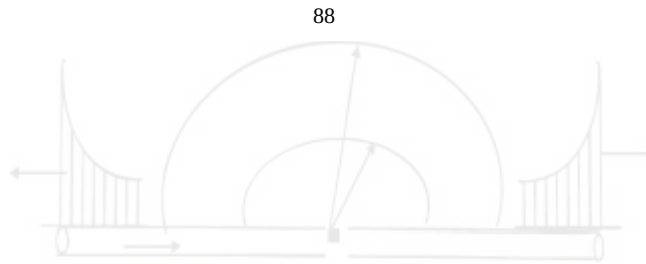


Рис. 5.7 Схема розподілу ударної хвилі

2) Визначимо радіус зони ураження:

$$R_u = 1.7 \cdot R_i = 1.7 \cdot 77 = 131 \text{ м.} \quad (5.18)$$

Надмірний тиск у цій зоні:

$$\Delta P_u = 1300 \left(\frac{R_i}{R_u} \right)^3 + 50 = 1300 \left(\frac{77}{131} \right)^3 + 50 = 314 \text{ кПа.} \quad (5.19)$$

3) Визначення відстані від центра вибуху до зовнішніх меж руйнування:

$$R_i = \frac{\Psi_i \cdot R_i}{0.24} : \quad (5.20)$$

- зона слабого руйнування:

$$R_{10} = \frac{2.825 \cdot 77}{0.24} = 906 \text{ м} = 0,9 \text{ км;} \quad (5.21)$$

- зона середнього руйнування:

$$R_{20} = \frac{1.749 \cdot 77}{0.24} = 561 \text{ м} = 0,56 \text{ км;} \quad (5.22)$$

- зона сильного руйнування:

$$R_{30} = \frac{1.317 \cdot 77}{0.24} = 423 \text{ м} = 0,42 \text{ км;} \quad (5.23)$$

- зона повного руйнування:

$$R_{50} = \frac{1.015 \cdot 77}{0.24} = 326 \text{ м} = 0,3 \text{ км.} \quad (5.24)$$

4) Визначення площі зон руйнування:

- зона повного руйнування:

$$S_{50} = \pi R_{50}^2 = 3,14 \cdot 0,3^2 = 0,28 \text{ км}^2; \quad (5.25)$$

89

- зона сильного руйнування:

$$S_{30} = \pi R_{30}^2 - S_{50} = 3,14 \cdot 0,42^2 - 0,28 = 0,27 \text{ км}^2; \quad (5.26)$$

- зона середнього руйнування:

$$S_{20} = \pi R_{20}^2 - S_{30} = 3,14 \cdot 0,56^2 - 0,27 = 0,43 \text{ км}^2; \quad (5.27)$$

- зона слабого руйнування:

$$S_{10} = \pi R_{10}^2 - S_{20} = 3,14 \cdot 0,9^2 - 0,43 = 1,56 \text{ км}^2. \quad (5.28)$$

5) Визначення надмірного тиску:

$$\psi = 0,24 \frac{R}{R_1} = 0,24 \frac{700}{77} = 2,18; \quad (5.29)$$

$$\psi \leq 2;$$

$$\Delta P_{\Phi} = \frac{700}{3 \left(1 + 29,8 \cdot \psi^3 - 1 \right)} = \frac{700}{3 \left(1 + 29,8 \cdot 2,18^3 - 1 \right)} = 13,3 \text{ кПа}. \quad (5.30)$$

6) Визначення ступінню ураженості об'єкта у залежності від об'єму руйнування:

$$D = \frac{N_{\text{пор}}}{N_{\text{общ}}} = \frac{2}{12} = 0,17 < 0,2. \quad (5.31)$$

Приймаємо $D < 0,2$; ступінь руйнування – слабка, об'єм руйнування – окремі елементи.

5.5. Пожежна безпека

Для попередження пожеж, кожен працюючий водій у гаражі повинен виконувати наступні правила:

- не палити і не запалювати сірників; куріння допускається тільки в спеціально відведених місцях;
- не заставляти сировиною, напівфабрикатами або готовою продукцією підступи до верстатів;
- не залишати на робочому місці промаслений спецодяг, а також в кишенях її промаслені кінці;
- не зберігати легко займисті рідини у відкритих ємкостях, в скляному посуді і не проливати їх на підлогу.

Для швидкого виявлення пожежі у разі її виникнення кожен робочий повинен добре знати наступні ознаки, що свідчать про це:

- відкриті пожежі легко виявити за зовнішніми ознаками, оскільки для них характерне значне виділення диму і поява полум'я;

- приховані пожежі, що виникають в порожнечах перекриттів і перегородок виявити значно важче. Їх можна виявити за появою гару, потріскування, зміні кольору або розтріскування штукатурки, здуттю масляної фарби, якою пофарбована стіна або перегородка.

При виявленні ознак пожежі необхідно негайно викликати пожежну команду. Виклик здійснюється завдяки телефону, за допомогою електричної пожежної сигналізації ручної або автоматичної дії, а також подачею звукових сигналів тривоги.

При виклику пожежної команди завдяки телефону потрібно назвати адресу об'єкту, місце виникнення пожежі і своє прізвище.

Для того, щоб повідомити в пожежну охорону за допомогою електричної пожежної сигналізації треба розбити скло сповіщувача, натиснути кнопку і чекати у відповідь гудок – це означає, що сигнал тривоги прийнятий.

До прибуття пожежної команди або заводської добровільної пожежної дружини (ДПД), вживати заходів до гасіння пожежі і зустрічі пожежних підрозділів. Робочі цехи спільно з членами відділення цехової ДПД повинні:

- відключити силову, а при достатньому освітленні і світлову електромережу.

- Це обумовлюється тим, що пошкодження електромереж і електроустаткування при пожежі викликають короткі замикання і виникнення нових вогнищ пожежі;

- вимкнути припливно-витяжну вентиляцію. При роботі припливно-витяжної вентиляції можливе розповсюдження вогню по воздуховодам на інші ділянки, а у вогнище пожежі поступає удосталь свіже повітря, сприяюче його розвитку.

Наступним етапом дій під час пожежі є використання для його гасіння наявних в цеху засобів, а також евакуація в безпечне місце людей і матеріальних цінностей.

Для гасіння пожеж використовують такі засоби, як воду, хімічну або легко механічну піну, інертні гази і сипкі матеріали, покривала (важкі азбестові або шерстяні тканини).

На більшості підприємств є внутрішній водопровід з кранами, обладнаними рукавами і стовбурами. Порядок використання внутрішнього пожежного крана для гасіння пожежі наступний: зірвати пломбу, відкрити дверцята, розвернути у напрямку вогнища горіння пожежний рукав; потім, якщо він не приєднаний до крана, а стовбур не приєднаний до нього, провести з'єднання, відкрити повністю вентиль крана і пустити воду в рукав, після чого направити струмінь на вогнище пожежі.

Висновки до п'ятого розділу

Запропоновані інженерні рішення значно покращать умови праці водія вантажного автомобіля, а саме: розроблені заходи по зменшенню вібронавантаженості водія на робочому місці. З результатів розрахунків видно, що в третій октаві параметри вібрації сидіння перевищують норми на допустимому рівні. Що стосується графіків, то можна відмітити зниження вібронавантаженості водія при використанні даного типу сидінь. Окремо розглянули питання мікроклімату у кабіні вантажного автомобіля.

Всі ці заходи запропоновані за результатами виконаного аналізу шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що впливають на водія.

При надмірному тиску 13,3 кПа, що утворюється у наслідку вибуху магістрального газопроводу незахищені люди ділянки діагностики можуть отримати легку контузію організму, короткочасне пошкодження слуху, удари і вивихи кінцівок.

При цьому ж тискові будівля діагностичної ділянки отримують середнє руйнування. Зберуться коробки будівель і інші конструкції, елементи споруди (несучі стіни, з./б. перекриття). У внутрішній частині будівлі здійсниться вогонь, місцеві завали і суцільні пожежі. З рятувальних робіт необхідне гасіння пожеж і порятунок людей із завалів, зруйнованих будівель, що горять. Також потрібні значні роботи щодо відновлення силами спеціальних організацій.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота виконана на достатньому науково-практичному рівні з використанням сучасних програмних продуктів таких як MATLAB, Corel Draw. Основні результати, що отримані в процесі теоретичних досліджень, полягають у наступному.

1. Для заданого вантажного автомобіля в якості способу покращення маневреності обираємо застосування заднього керованого моста. Безперервне оновлення математичних моделей та програмних продуктів, а також підвищення можливості обчислювальної техніки, дають можливість скоротити кількість припущень при моделюванні руху транспортних засобів по криволінійній траєкторії в умовах, максимально наближених до реальних. Це, в свою чергу, веде до ускладнення моделі, необхідності застосування сучасних розрахункових методів, використання систем віртуального аналізу.

2. Запропонована методика моделювання та інструментарій для визначення параметрів маневреності довгобазного вантажного автомобіля дозволили скоротити час розрахунків на 20% у порівнянні з моделюванням в аналітичному вигляді.

3. Значна перевага у використанні керованого заднього моста вантажного автомобіля спостерігається при рухові по єврокільцю. За цих умов габаритна смуга руху на 10,7% менша при застосуванні керованого моста у порівнянні з некерованим, також, зовнішній габаритний радіус на 1,5% більший за допустиме значення для вантажного автомобіля з некерованим заднім мостом.

Отримані результати теоретичного дослідження параметрів криволінійного руху довгобазного вантажного автомобіля свідчить про добрий потенціал керованості автомобіля DAF FAN XF 105, а недостатня безпека системи гальмівного керування може бути скомпенсована застосуванням EBS та систем автоматичного контролю.

В розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» розглянуті питання щодо організації робочого місця водія вантажного

автомобіля. Запропоновані інженерні рішення значно покращать умови праці водія вантажного автомобіля, а саме: розроблені заходи по зменшенню вібронавантаженості водія на робочому місці. Також розглянуті питання пожежної безпеки. Окремим питанням визначено об'єми руйнування будівель та ступінь ураженості людей, що працюють у відділенні діагностики при вибуху газопроводу на відстані 700 м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М.: Машиностроение, 1971, 416 с.
2. Эллис Д.Р. Управляемость автомобиля. Пер. с англ. - М., «Машиностроение». 1975, 216 с.
3. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: Учебник для машиностроит. спец. вузов. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Машиностроение, 1990. – 352с.: ил.
4. Работа автомобильной шины. Под ред. В.И. Кнороза. М., «Транспорт», 1976. 238 с.
5. Т. Леви-Чевита, У. Амальди. Курс теоретической механики. Пер. с итал. Д. И. Кутилина. – М.: Издательство иностранной литературы, 1951.
6. Цветной иллюстрированный альбом ВАЗ-2108, -2109 и их модификации устройство и эксплуатация. Игнатов А. П., Новокшенов К. В., Пятков К. Б. – Издательство «Третий Рим», 1996 – 90 с.
7. Современные грузовые автотранспортные средства. Справочник / Пойченко В. В., Кондрашов П. В., Потемкин С. В., Пойченко О. В., Хабарова Т. С. - М.: агентство «Доринформсервис», 2004 г. - 592 с. с табл., рис.
8. Pacejka H. B. Tyre and vehicle dynamics. SAE, Warrendale, 2002. - 622 p.
9. Rajamani R. Vehicle dynamic and control. University of Minesota, USA, 2006. - 485 p.
10. Schofield B. Model-based vehicle dynamic control for active safety. PhD thesis, Lund University, Department of automatic control, Lund, 2008.
11. Peter W. A. Zegelaar. The dynamic response of tyres to brake torque variations and road unevenness. PhD thesis, Delft University of Technology, Delft, 1998.
12. Оптимизация конструктивных параметров неразрезной рулевой трапеции автомобиля / М.В. Дячук, А.С. Лиходей // Вісник Придніпровської

державної академії будівництва та архітектури. - Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2007. - №12.

13. Краткий автомобильный справочник. - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1982. - 464 с. - (Гос. науч.-исслед. ин-т автомоб. трансп.).

14. Динамика системы дорога - шина - автомобиль - водитель / Хачатуров А.А., Афанасьев В.Л., Васильев В.С. и др.; Под ред. Хачатурова А.А. - М.: Машиностроение, 1976. - 535 с.

15. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.: ил.

16. Испытания автомобиля: Учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение»/ Балабин И.В., Б.А. Куров, С.А. Лаптев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. - 192 с.: ил.

17. О. Lykhodii. The maneuverability improvement of long-base trucks by means of structural changes. / О. Lykhodii, V. Vasilenko // Тези доповідей: Наука і техніка: перспективи ХХІ століття: Міжвузівська науково-практична конференція молодих вчених. - Дніпро: Видавництво ДВНЗ ПДАБА, 2019, С. 158-159.

18. Сафонов В. В. Инженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник, К.: Основа, 2011, - 480 с. - ISBN 978-966-699-615-3.

19. Пушин Л. П. «Прогнозирование инженерной, химической и радиационной обстановки при авариях на потенциально опасных объектах», методические указания, ПГАСА, 2000.

20. Методичні вказівки до підготовки та виконання кваліфікаційної роботи студентів ступеня магістра спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / Г. В. Заяць, Ю. І. Коноваленко, О. В. Татарчук. - Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2018, - 45 с.

Формат	Лист	Позначення	Назва	Кількість	М. екс.	Примітка
			<u>Загальна документація</u>			
A4	1	МКР.ЕРМ.19.13034.00.ПЗ	Пояснювальна записка	97	1	
A4	2	МКР.ЕРМ.19.13034.01	Загальні положення кваліфікаційної роботи	2	1	Слайд №1, 3
A4	3	МКР.ЕРМ.19.13034.02	Актуальність теми кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд №2
A4	4	МКР.ЕРМ.19.13034.03	Технічна характеристика транспортного засобу	1	1	Слайд №4
A4	5	МКР.ЕРМ.19.13034.04	Аналіз розрахункових моделей для дослідження керуваності автомобіля	1	1	Слайд №5
A4	6	МКР.ЕРМ.19.13034.05	Моделювання руху довозбазного автомобіля по криволінійній траєкторії	2	1	Слайди №6, 7
A4	7	МКР.ЕРМ.19.13034.06	Тести для вивчення керуваності автомобіля	1	1	Слайд №8
A4	8	МКР.ЕРМ.19.13034.07	Результати теоретичних досліджень параметрів керуваності довозбазного автомобіля	2	1	Слайди №9, 10
A4	9	МКР.ЕРМ.19.13034.08	Загальні висновки	1	1	Слайд №11
МКР.ЕРМ.19.13034.00.ВМР						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Василенко В.В.				Літ.	Аркуш
Перевір.	Гатарчук О.В.					97
Керівник Н. в.контр.	Гатарчук О.В.				Аркуши	1
Затвер.					ДВНЗ «ГДАБА», ар. АТ-17/м	
				Теоретичні дослідження криволінійного руху довозбазних транспортних засобів. Відомість МКР		

Совпадения

Совпадения с источниками из Интернета

397

1	https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/2402/1/dis_Lykhodii_2018.pdf	19 Источник	7.69%
2	http://4ua.co.ua/transport/xb3bc78a4d43b89421316c27_1.html	2 Источник	2.5%
3	http://uk.x-pdf.ru/5mehnika/1311948-46-udk-6313-0014-problema-terminologii-mehanizovanogo-zemlerobstva-mazorenko-d...		0.65%
5	http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/4329/1/M06998.pdf		0.37%
6	https://studres.ru/product/pokrashchennya-pokaznik-v-kursovo-st-ykost-legkovogo-avtomob-lya-z-urakhuvannyam-	3 Источник	0.33%
7	https://www.ets.org/s/gre/pdf/practice_book_lit.pdf	61 Источник	0.32%
8	https://docplayer.net/74148130-Ministerstvo-osviti-i-nauki-ukrayini-nacionalniy-tehnichnyy-universitet-harkivskiy-po	15 Источник	0.3%
9	http://matan.kpi.ua/public/files/Posibnyk%20LA+AG.pdf		0.3%
10	http://diser.ntu.edu.ua/Yefimenko_dis.pdf	20 Источник	0.26%
11	http://www.issp.ac.ru/ebooks/books/open/Topics_in_Adaptive_Optics.pdf	45 Источник	0.26%
12	https://pgasa.dp.ua/literatures/bzh	4 Источник	0.24%
13	https://docplayer.net/51741038-Viznachennya-koeficianta-oporu-kochennyu-kolesa-z-elasticnoyu-shinoyu-po-nedeformovaniy		0.21%
14	https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7793/Polishchuk_Slabkiy_PTM.pdf?sequence=1&isAllowed=y	2 Источник	0.2%
15	http://www.oecd.org/site/progresskorea/44129936.pdf	4 Источник	0.2%
16	https://its.nntu.ru/docs/student/lecture/lect_avto/sbornik.pdf	16 Источник	0.18%
17	https://www.completergate.com/2017022864/blog/deep-machine-learning-images-lenet-alexnet-cnn/all-pages	67 Источник	0.17%
18	http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/10256/1/%D0%94%D1%8F%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf	3 Источник	0.17%
19	https://StudFiles.net/preview/4494258/page:8	2 Источник	0.16%
20	http://www.sopromat.org.ua/sopromat_files/LEC_11_TR_FEM.pdf		0.15%
21	https://zavantag.com/docs/7/index-2036926.html?page=16		0.15%
22	http://www.dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/4979/1/%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80_%D0%9A%D1%80...		0.13%

23	http://window.edu.ru/resource/782/78782/files/mami_auto94.pdf	0.13%
24	http://uapatents.com/5-82643-inventarne-kriplennya-stinok-transhe.html	0.11%
25	https://spectrum.library.concordia.ca/982468	2 Источник 0.11%
26	http://um.co.ua/8/8-2/8-28932.html	0.09%
27	https://spbib.ru/en/catalog/-/books/4393971-ispytania-avtomobilej	2 Источник 0.08%
28	https://www.logistics-gr.com/index.php?option=com_content&id=4276&c=72&Itemid=99	0.08%
29	http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/10994/1/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81_%D0%BB%D0%B5%D0%B	3 Источник 0.07%
30	https://docplayer.net/58786922-Pro-rozrahunkoviy-sposib-viznachennya-visoti-koordinati-centru-vagi-tipovih-avtomobiliv.html	0.07%
31	http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/29869/1/avt_Yaremko.pdf	0.07%
32	https://mydisser.com/ua/catalog/view/11392.html	30 Источник 0.07%
33	https://petsu.ru/files/user/6e07d22be1742f09c8daf1b643f7d52b/%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%8	5 Источник 0.07%
34	http://transstroyug.org.ua/sites/default/files/library/archive/chastuna1_ruhu_do140pas_%20do_120ref_do_90vantajr	24 Источник 0.07%
35	https://pnu.edu.ua/inst/phys_che/start/pcss/vol4/0401-02.pdf	0.07%
36	https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/bitstream/123456789/1863/1/Monografiya_%202_16.pdf	0.07%
37	http://static.3plearning.com/mathletics/www/PrintableMaterials/AUS/F_volume_student_AUS_Jan11.pdf	25 Источник 0.07%
38	https://docplayer.net/75343116-Ministerstvo-osviti-i-nauki-ukrayini-harkivskiy-nacionalniy-universitet-miskogo-gosp	10 Источник 0.07%
39	https://StudFiles.net/preview/2426281	5 Источник 0.06%
40	http://baumanpress.ru/books/522/522.pdf	0.06%
41	http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/12500/contents	0.06%
42	https://eprints.kname.edu.ua/11545/1/2009_%D0%BF%D0%B5%D1%87_%D0%B2%D0%B0%D1%80_%D0%9A%D0%BE	3 Источник 0.05%
43	https://www.bestreferat.ru/referat-211626.html	0.05%
44	http://dspace.univer.kharkov.ua/bitstream/123456789/5854/2/Dyukarev,%20Litvinova%20Diff..pdf	0.05%
45	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/19537/1/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%...	0.05%

46	http://www.sfu.ca/~rpyke/Modelling.pdf	2 Источник	0.05%
47	http://vtn.ztu.edu.ua/article/download/86511/82937		0.05%
48	https://b-ok.org/book/2395795/5c36ac		0.05%
49	http://eprints.zu.edu.ua/12531/1/%D0%93%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%8F%D1%94%D0%B2%D0%B0.pdf		0.05%
Текстовые совпадения по Библиотеке аккаунта		34	
4	Студенческая работа ID файла: 1000653089 Institution: Prydniprovsk State Academy of Civil Engineeri	34 Источник	0.63%

Автор работы:
Толкачова Олена Василівна

ID проверки:
1000641796

Дата проверки:
26.11.2019 08:13:18 GMT+0

Тип проверки:
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:
27.11.2019 13:41:33 GMT+0

ID пользователя:
85538

Название файла: ЕРМ-Диплом магістра-науковця-2019

ID файла: 1000653049 Количество страниц: 76 Количество слов: 12965 Количество символов: 99976 Размер файла: 4.10 MB

17.6% Совпадения

Наибольшее совпадение: 2.66% с источник http://reff.net.ua/1891-Tehnika_bezopasnosti_v_promyshlennosti.html

17.6% Совпадений с Интернет источниками 193 Page 78

Не найдено ни одного источника в Библиотеке

0% Цитат

Не найдено ни одной цитаты

6.12% Исключений

Источников меньше, чем 8 слов автоматически исключено

5.88% Исключений из Интернета 176 Page 79

0.4% Исключенного текста из Библиотеки 30 Page 79

Подмена символов

Замена символов 21

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»

Інститут, факультет *механічний*
Кафедра *експлуатації та ремонту машин* _____
Рівень вищої освіти *магістр* _____
Спеціальність *274«Автомобільний транспорт»*
(шифр і назва)
Освітня програма *освітньо-наукова* _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
“ _____ ” _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Пищиді *Вадиму* Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розробка концепції рециклінгу автомобілів в Україні**

керівник роботи *Заяць Георгій ВолодимирОВИЧ*, канд. техн. наук, **ДОЦЕНТ**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від _____.20 р. № _____

2. Строк подання студентом роботи *14 травня 2019 р.*

3. Вихідні дані до роботи *Існуючі, діючі, та проекти по утилізації та рециклінгу автомобілів; рециклінг 90% складових автомобілів ; огляд технологій на існуючих підприємствах.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.Вступ. Огляд існуючих програм з утилізації складових частин автомобілів, а також існуючих впроваджених рішень. Постановка завдання дослідження 2.Визначення та обґрунтування основних етапів рециклінгу автомобілів. Загальна технологія утилізації автомобіля неспеціалізованому підприємстві. 3. Застосування новітніх і безпечних технологій по утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів і автомобільних шин. 4. Застосування процесів рециклінгу і утилізації автомобілів в Україні. 5.Оцінювання діючих програм по утилізації автомобілів на території України. 6. Концепція утилізації автомобілів в Україні з урахуванням передового міжнародного досвіду.

5. Перелік презентаційного матеріалу _____

1. Загально-інформаційний слайд. 2. Актуальність теми, мета досліджень, завдання досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, і практичне значення. 3. Основні етапи рециклінгу автомобілів.4.Застосування новітніх і безпечних технологій по утилізації відпрацьованих мастильних матеріалів і автомобільних шин.5.Огляд існуючої технології від НАММЕЛ Україна.6.Структурно логічне представлення концепції рециклінгу автомобілів.7. Загальні висновки.

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»

механічний

(повне найменування інституту, факультету)

кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *Розробка концепції рециклінгу автомобілів в Україні*

Виконав: студент 2 курсу, групи *АТ-18мн* напрямку підготовки (спеціальності)

274 – «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Піщіда Вадим Дмитроович

(прізвище ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник _____ *к.Т.Н., проф. Заяць Георгій Володимирович*

(підпис)

(посада, звання, прізвище ім'я по батькові)

Консультанти: _____ *к.Т.Н,доц. Заяць Георгій Володимирович*

(підпис)

(посада, звання, прізвище ім'я по батькові)

Дніпро – 2019

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМ З РЕЦИКЛІНГУ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН АВТОМОБІЛІВ, А ТАКОЖ ІСНУЮЧИХ ВПРОВАДЖЕНИХ РІШЕНЬ. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.

1.1 Існуючі програми по утилізації і рециклінгу автомобілів ведучих країн світу.

Німеччина. Німеччина - одна з перших країн, де була введена утилізаційна премія (2 500 євро.), і одна з небагатьох, де ця програма дала серйозний ефект (40 000 чоловік вирішили замінити старий автомобіль на новий). Парк приватних автомобілів в Німеччині на сьогоднішній день складає близько 47 млн. І приблизно з них щороку «вмирає» 3,5 млн. Основна маса цих автомобілів йде на смітник, число яких в останні роки неухильно скорочується через те, що в країні працюють потужні дробильні установки - шредери.

Етапи автомобільного рециклінгу.

1-й етап. Приймання підприємством автомобіля на утилізацію і видача сертифіката (безкоштовно) про утилізацію власнику автомобіля.

Пункти з прийому автомобілів для утилізації є в радіусі кожних 50 км;

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

3-й етап. Автомобіль надходить на попереднє розбирання, де з нього знімають колеса і акумулятор, зливають паливо і експлуатаційні рідини; потім вони проходять мийку, сортування по маркам.

Те, що залишається, піддається остаточній розбирання: кузов складують в накопичувачі, звідки він у міру потреби надходить в шредер.

Подрібнений продукт піддається сортуванню. Спочатку повітряним струменем видують «легкий сміття» - неметалева фракція (скло, гума, шкіра, текстиль, дерево і ін.), Маса якого для одного автомобіля може бути більше 250 кг. З решти маси магнітні пастки витягають практично весь чорний метал, а потім методом флотації - кольоровий. 15% «легкого сміття» становить скло, а 32% - гума. В даний час в Німеччині працюють близько 40 шредерів, вони переробляють на рік 1,5 млн. т матеріалів, в тому числі до 900 000 т автомобільного брухту.

У Німеччині працює Федеральний Закон «Про економічний рециклінг Німеччини», який спрямований не тільки на формування правових інструментів з проведення рециклінгу, але, що набагато важливіше, на створення умов, коли виробники вже на стадії проектування і виготовлення автомобілів домагалися зменшення кількості майбутніх відходів. Встановлено жорстку вимогу до автомобільних виробників та імпортерів автомобілів на території Німеччини.

Сенс вимоги полягає в наступному - ті підприємства, які хочуть торгувати автомобілями на території Німеччини, повинні побудувати мережу пунктів з прийому автомобілів для утилізації свого виробництва, а підприємства, які бажають легально займатися авторециклінгом (АР), повинні бути ліцензовані цими підприємствами.

Великобританія.

У Великобританії збором і демонтажем автомобілів припинивши експлуатацію (АПЕ) займаються близько 2500 невеликих підприємств, остаточна переробка відбувається на 37 шредерних заводів. У Великобританії витрати на осушення рідин і демонтаж АК, а також подальше транспортування для АР складають в середньому 250 ... 350 євро на один автомобіль. В даний час майже всі АПЕ надходять на утилізацію, близько 3/4 з них проходять систему попередньої обробки і демонтажу на спеціальних підприємствах, а 1/4 - потрапляє прямо на шредерні заводи. У країні щорічно на шредерних заводах переробляється близько 1,8 млн. т АПЕ, при цьому

виробляється приблизно 1,3 млн. Т залізного продукту (72%), 72 000 т продукції кольорових металів (4%) і 428 000 т шредерних залишків (24%).

Франція.

У Франції з 2006 р діє Постанова, що пропонує всі АПЕ передавати на майданчики фірм по утилізації, мають державний сертифікат. Підприємство з утилізації має: прийняти АПЕ безкоштовно (за винятком особливих випадків); видати власнику автомобіля сертифікат про утилізацію; провести обов'язковий демонтаж і направити на рециклінг все АК; щорічно направляти звіт до Міністерства з охорони навколишнього середовища, повідомляючи про фактичні результати своєї діяльності.

Після прийняття даної Постанови у Франції тільки в 2006 р близько 1,6 млн. АПЕ було направлено на утилізацію. В системі АР задіяно близько 3 тис. Підприємств з демонтажу АПЕ і 40 шредерних заводів з подрібнення та сепарації. У Франції витрати підприємств по демонтажу та обробці одного АПЕ складають в середньому 330 євро, а вартість проданих деталей, демонтованих з нього, - в середньому 490 євро.

США.

У США переробляється до 95% зношених автомобілів (14 ... 15 млн. Автомобілів загальною масою понад 20 млн. Т), які приносять доходи підприємствам (понад 7000 підприємств з числом працюючих близько 46 000 чол.), Зайнятих їх утилізацією, більше 25 млрд. доларів на рік . Крім цього збором і підготовкою зношених автомобілів до утилізації займаються ще 20 тис. Малих підприємств, на яких відбувається вибір придатних до експлуатації АК, і тільки після цього кузов автомобіля передається на шредерні заводи (200 шредерів), на яких здійснюється подрібнення і видова сепарація продуктів його дроблення. Всього в цьому секторі задіяні близько 40 тис. Чол., А щорічний обсяг 26 виробництва оцінюється в 4 млрд. доларів. Рециклінг у США дозволяє заощадити 85 млн. барелів нафти, яка інакше могла б бути витрачена на виробництво нових матеріалів для автомобільної промисловості. За даними Асоціації переробників автомобілів штату Аризона

(березень 2004 р), автомобільний рециклінг з річним оборотом понад 5 млрд. Доларів посів 16-е місце серед найбільших галузей промисловості Сполучених Штатів.

Японія.

В Японії щорічно знімаються з реєстрації автомобілів в середньому близько 5 млн., з яких близько 1 млн. Становить експорт уживаних автомобілів в інші країни, інші залишаються в країні і надходять в систему переробки та утилізації. Обсяг УА 2005 року сягнув 88%, а до 2015 р складе 95% . Деякі японські фірми, наприклад, Тойота, в 2010 р збільшили в 10 разів у порівнянні з 2002 р продаж відновлених вузлів і деталей. В Японії закон про УА вступив в дію в 2005 р, в ньому встановлено, що: виробники автомобілів зобов'язані забрати і переробити: - три спеціальних компонента - фтор-хлор-вуглеводні (торгова назва - фреони), які використовуються в системах кондиціонування і впливають на озоновий шар землі при попаданні в повітря; - надувні подушки безпеки, які є вибухонебезпечними і мають проблеми з утилізацією; - шредервалішки (ШЗ), які у великій кількості залишаються після переробки АПЕ; власники автомобілів сплачують збори, необхідні для авторециклінгу (АР) автомобілів припинивши експлуатацію (АПЕ), достатні, щоб демонтувати і переробити системи надувних подушок безпеки і фреони, а також утилізувати ШЗ, які стягуються при покупці нових автомобілів або коли автомобілі проходять обов'язкові періодичні огляди; після завершення експлуатації автомобіля власники повинні направити АПЕ в сертифіковані центри прийому АПЕ; виробники автомобілів ще на стадії проектування повинні враховувати аспекти їх подальшої утилізації, в тому числі, розробляючи і застосовуючи нові конструкційні рішення, АК і матеріали, щоб скоротити витрати на АР. Виробники автомобілів також зобов'язані надавати компаніям УТИлізаторам детальну інформацію про АК і матеріалах, щоб полегшити їх АР.

Процедура АР наступна: збір та доставка АПЕ на підприємства по демонтажу, де відбуваються: оцінка їх технічного стану; видалення бензину,

масла, рідини та інших шкідливих речовин, які заборонені для розміщення на звалищах; з АПЕ демонтуються АК, що представляють цінність як запчастини. В середньому це близько 20 ... 25% маси АПЕ. АК демонтується як запчастини для подальшого продажу відразу або після відновлення. Демонтаж компонентів, встановлених законом (системи кондиціонування і системи надувних подушок безпеки), оплачується виробником автомобілів. Близько 15% маси АПЕ демонтується для вторинної переробки матеріалів; АК направляються на сертифіковані підприємства по УА, (в середньому 60 ... 65% маси АПЕ) для подрібнення і подальшої переробки на шредерних заводах.

ШЗ що залишилися піддаються тепловому рециклінгу (витяг енергії) або захоронення на звалищах. Вартість розміщення 1 т ШЗ на звалищах Японії висока і становить 20 ... 25 тис. єн в залежності від префектури. Крім того, існує проблема браку полігонів для розміщення відходів, тому все більшого розвитку отримують різні технології вторинної переробки ШЗ.

1.2 Постановка завдання дослідження.

Необхідність утилізації і рециклінгу викликана наступним.

Конструкція автомобіля є набором вузлів, агрегатів і систем, ресурс яких повинен бути кратним або рівним терміну служби автомобіля в цілому. Таким чином, повністю зношений автомобіль, що не представляє цінності як транспортний засіб, але що має цінність як утиль, повинен бути використаний для переробки в цілях повторного використання складових його матеріалів.

Повністю зношеним автомобілем є набір резервуарів для зберігання експлуатаційних рідин - консистентних мастил, масла, бензину або дизельного палива, електроліту акумуляторних батарей, рідини системи **ОХОЛОДЖУВАННЯ** силової установки і інших небезпечних матеріалів, неконтрольована утилізація яких завдає непоправної шкоди флорі і фауні. У одному автомобілі подібних матеріалів може знаходитися від 20 до 70 літрів. Якщо врахувати, що в Європі щорічно потрібна утилізація близько десяти

мільйонів автомобілів, то вийде значна цифра – близько 300 мільйонів літрів відпрацьованих матеріалів. Таким чином, ці матеріали винні централізований витягуватися з систем автомобіля і перероблятися або знищуватися без шкоди для навколишнього середовища. На сьогоднішній день термін експлуатації автомобіля становить 12,4 року, а через 5-10 років ці автомобілі просто фізично стануть непридатними для використання. Та й законодавство сприятиме процесу «омолодження» автопарку, і головна причина таких змін - інтеграція України в країни Європи. Виходячи з цього можна передбачити, що заміна автомобілів з часом почастишає, а нормативний термін їх експлуатації зменшиться з 8, як встановлено у нас тепер, до 4-5 років, як в країнах Європи. В результаті експлуатації, а також фізичних і хімічних процесів, що відбуваються в автомобілі, його вузли і механізми поступово зношуються, технічний стан погіршується, і як наслідок - збільшується кількість шкідливих викидів в атмосферу. Відпрацьовані гази, продукти зносу механічних частин і автомобільних шин, а також дорожнього покриття складають близько половини атмосферних викидів антропогенного походження. Найбільш дослідженими є викиди двигуна і картера автомобіля. У всьому світі на звалищах щорічно накопичується близько 15 млн. Т неперероблених відходів. Така величезна їх кількість пояснюється тим, що автомобілі, призначені для утилізації, були сконструйовані і виготовлені ще 15-20 років тому, коли автомобільні фірми питаннями переробки і вторинного використання матеріалів практично не займалися. Невід'ємна частина утилізації - вторинна переробка матеріалів, або іншими словами - рециклінг. Схему рециклінгу необхідно враховувати ще на стадії проектування автомобіля, шляхом присвоєння індексу рециклінгу, який би відображав легкість заміни, переробки і вторинного використання його частин. Рециклінг - надання матеріалам необхідних властивостей, які дозволять використовувати їх вдруге. Іншими словами, рециклінг - вторинне використання. Тенденції приросту парку автомобілів і інтеграція України в країни Європи свідчать про необхідність впровадження концепції утилізації

автомобілів в Україні вже сьогодні і ставлять проблему утилізації в ряд актуальних проблем сьогодення. Так що ж таке утилізація **АВТОМОБІЛІВ** і до чого вона зводиться? Спробуємо це пояснити на прикладі спеціалізованого підприємства-утилізатора, розташованого у Франції. Підприємство оснащено сучасним обладнанням і розрахований на переробку до 200 авто на день. Тут зі старих автомобілів спочатку знімають колеса і акумуляторні батареї, зливають рідини, демонтують великі агрегати і неметалеві частини. Потім кузов з рештою вузлів і агрегатів пресується і направляється на лінію дроблення і розмелювання. Отриманий матеріал сортується методами магнітної і масової (повітряної і рідинної) сепарації.

Після цього отриманий матеріал упаковується і продається підприємствам металургійної та хімічної промисловості. Непридатну для вторинної переробки частину матеріалу спалюють для отримання енергії, а залишки вивозять на звалище. Придатні до експлуатації деталі реалізуються через магазини, які продають уживані запасні частини. Таким чином у Франції утилізується більшість старих автомобілів. Як бачимо, утилізація автомобілів включає в себе і комерційну діяльність, яка приносить значний прибуток. Деякі люди вважають утилізацію невдячним і збитковою справою, але це не так. Звичайно, Україна не має грошей на будівництво спеціалізованої станції по утилізації, тоді єдиний вихід - утилізацією повинні займатися самі виробники.

Зношений автомобіль може містити в собі окремі деталі, які після відповідного контролю придатності, можуть бути повторно використані як запасні частини – деталі інтер'єру салону, вітрові стекла, освітлювальні прилади і інше. Таким чином, виключатиметься знищення придатних деталей, які знайдуть споживача і зможуть виробити весь ресурс.

1.3 Висновки до першого розділу.

Всі передові країни – автовиробники розробили і впровадили програми з утилізації і рециклінгу непридатних до експлуатації автомобілів. На сьогоднішній день ці програми вигідні як для підприємств які займаються рециклінгом, так і для власників які здають свій автомобіль на утилізацію, а **ТАКОЖ** це зменшує вплив на довкілля.

Виходячи з цього ставимо задачу нашого дослідження, а саме :

1. На основі розглянутих програм розробити власну програму з утилізації і рециклінгу автомобілів.
2. Розглянути передові і безпечні технології з рециклінгу автомобільних **КОМПОНЕНТІВ**.
3. Дослідити доцільність рециклінгу автомобілів в Україні.

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕТАПІВ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Основні етапи рециклінгу автомобілів.

Як же відбувається сучасна утилізація. Цей процес складається з 11 технологічних операцій, які включають: огляд, складання калькуляції і технологічної карти; знешкодження піротехніки, розташованої відповідно до креслень в аїрбегах (повітряних мішках - подушках) і преднатягувачів ременів безпеки. Якщо почати розбирання без попереднього знешкодження цих піропатронів, то може статися біда. Тому фахівці проводять **КОНТРОЛЬОВАНИЙ** підрив зарядів, при цьому «пороховий» дим обов'язково відсмоктується в витяжку, фільтрується і тільки потім викидається в атмосферу; злив експлуатаційних рідин; зняття: - найбільш екологічно шкідливих компонентів: акумуляторів, балансувальних тягарців, галогенних лампочок і т.п. Вклеєні склопакети виріжуть по периметру, знімуть оббивні матеріали і їх розсортують за видами майбутньої вторсировини (ось для чого складається технологічна карта утилізації); - силового агрегату і відділення від випускної системи містить дорогі метали нейтралізатора.

Взагалі переробку автомобілів, що відслужили термін, можна розділити на чотири етапи.

Перший етап – видалення масла і технічних рідин. Автомобіль встановлюється на стенд, і з нього зливаються всі рідини. Кожен різновид в окрему ємність, щоб не допустити їх змішування для забезпечення можливостей їх регенерації. Тут же проводиться демонтаж акумуляторної батареї, яка надалі може бути використана як сировина при виготовленні **НОВИХ** акумуляторів. Дніпропетровський акумуляторний завод має досвід рециклінгу акумуляторів, що відслужили термін. Проте, до теперішнього часу не вирішено питання утилізації електроліту.

Другий етап – демонтаж деталей, які можна використовувати повторно як запасних частин. Багато заводів по переробці живуть саме реалізацією запасних частин, знятих із старих машин і продають їх як старі деталі. У Європі до цих пір багато старих автомобілів, для яких цілком підійдуть не нові деталі (наприклад, для заміни пошкоджених в легкій аварії бамперів і освітлювальних приладів).

Потім демонтуються ті деталі, які можуть бути направлені в переробку. До таких відносяться чистосортні пластмаси, гума, скло. Сортування проводиться в основному вручну і це самий трудомісткий процес. Проте, є вітчизняний досвід в розробці приладів для розпізнавання пластмас за допомогою інфрачервоної спектроскопії. Після сортування пластмас по видах можлива їх високоякісна переробка з подальшим виробництвом нових деталей.

Третій етап - подрібнення і пресування каркаса кузова. Автомобіль подрібнюється на гідравлічних пресс-ножницях, із загальної маси витягуються чорні і кольорові метали. Метал далі сортується, пресується і відправляється на переплавлення.

Четвертий етап - утилізація залишків після попереднього, третього етапу. Після третього етапу залишається близько 15% маси автомобіля - так звана "легка фракція". При спалюванні ця суміш виділяє стільки ж тепла, скільки утворюється при спалюванні бурого вугілля. Тому, цю фракцію можна використовувати як паливо на теплових електричних станціях. Цей останній етап рециклінгу називається хімічним рециклінгом.

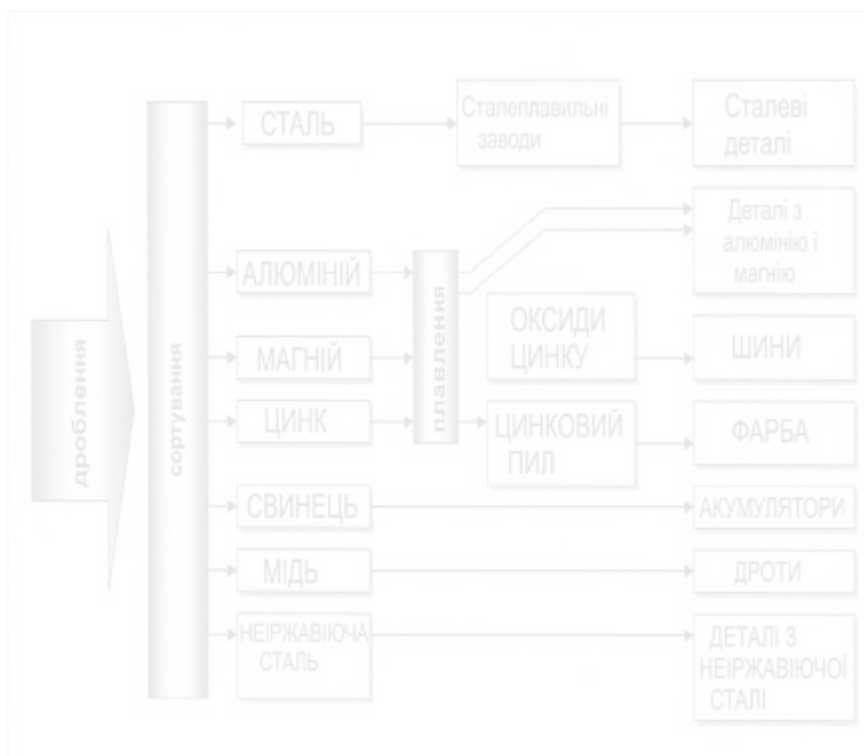


Рис.2.1. Схема переробки старих автомобілів

Якщо досвід використання залишків автомобіля як паливо пройде успішно, то з користю для справи можна буде переробити до 95 % маси автомобіля, що відслужив свій термін. Природно, не всі перероблені матеріали можуть бути використані знов при виробництві автомобілів. Сумнівно, щоб для кузовного виробництва використовувався металопрокат, отриманий з вторинної сировини, або проводилося виготовлення гальмівних колодок з вживаних матеріалів. В даний час, кращі автомобільні фірми навчилися робити з вторинної сировини лише невідповідальні деталі: бампери, оббивку багажника, килимки і тому подібне. Велика частина матеріалів, що витягують при переробці, може бути використана при виготовленні різних господарських товарів.

Доцільно, щоб підприємства по рециклінгу, створені на базі станцій технічного обслуговування виконували роботи по реанімації придатних до експлуатації автомобілів і реалізовувало їх як вживані.

Корпорація **BMW** намагається ввести в ранг закону обов'язкову утилізацію автомобілів. При цьому, при придбанні нового автомобіля покупець матиме знижку в ціні, а підприємство-виготівник зможе підвищити свій рейтинг на світовому ринку автомобільної техніки.

Якщо підійти до цього питання більш конкретно, то слід виділити не етапи взагалі, а більш конкретні особливості утилізації.

2.2 Висновки до другого розділу.

Маємо чотири основні етапи рециклінгу автомобіля, в процесі яких отримуємо два основних напрямки рециклінгу частин автомобіля :

1) Деталі які мають запас ресурсу і можуть бути встановлені повторно на автомобіль відправляються на реалізацію як вживані **запчастини**, це вигідно як підприємствам з рециклінгу так і покупцям.

2) Деталі які не можуть бути використані повторно відправляються на підприємства які займаються переробкою певних матеріалів (скла, пластику, гуми, металу) з яких потім виготовляють нові деталі .

РОЗДІЛ 3

ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ І БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З РЕЦИКЛІНГУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН.

3.1 Рециклінг відпрацьованих мастил

Загальна характеристика рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів: кількість утилізованого масла в світі - 1,5 млрд. Л; в світі загальна частка масел, одержуваних вторинної переробкою, - 5%; загальне споживання нафтових масел в ЄС - 5,2 млн. т / рік; кількість відпрацьованих масел в ЄС: - збираються - 1,6 млн. т / рік; - що використовуються як паливо або знищується - 50%; кількість в РФ відпрацьованого масла: - збирається - 1,7 млн. т / рік; - утилізованого - 0,25 млн. Т / рік (15%); середній вихід регенерованого масла з відпрацьованого, що містить близько 2 ... 4% твердих забруднюючих домішок і воду, до 10%, а палива 70 ... 80%; загальний вміст небажаних домішок в маслі може становити в залежності від терміну та умов експлуатації масел - 5 ... 30%; вартість відновлених масел щодо вартості Свіжих масел при практично однаковій їх якості - 40 ... 70%. З 1 л відпрацьованого моторного масла можна отримати стільки ж мастила, скільки з 42 л сирої нафти. Відпрацьовані нафтопродукти - це: моторні масла (відпрацювання) - масла, злиті з ДВС; трансмісійні масла - масла, злиті з різних трансмісій (коробок передач); гідравлічні масла (гальмівна рідина) з систем і устаткування, що мають гідравлічні приводи і пристрої роботи (гідравлічна гальмівна система); індустриальні масла - різні нафтопродукти промислового застосування; мастила - солідол і йому подібні.

Відпрацьоване масло відноситься до відходів III класу небезпеки. Відпрацьовані нафтопродукти: не розчинні, хімічно стійкі і можуть містити токсичні хімічні сполуки і важкі метали; в природних умовах розкладаються протягом тривалого часу; в силу своєї в'язкості липнуть до всього: від піску до пір'я птахів; є основним джерелом забруднення питної води. Одного літра

моторного масла досить для того, щоб зробити непридатним для пиття один мільйон літрів води. При зборі відпрацьованих нафтопродуктів повинно бути виключено попадання в них пластичних мастил, корозійно-агресивних і токсичних речовин, органічних розчинників, жирів, лаків, фарб, хімічних речовин і забруднень, а також має бути виключено змішання з нафтою, бензином, гасом, дизельним паливом, мазутом. Для збору відпрацьованого моторного масла в місцях утилізації автомобілів організуються спеціалізовані пости, укомплектовані резервуарами (смністю) для збору відпрацьованих нафтопродуктів, а також обладнанням та інвентарем. Смності для збору відпрацьованих масел і обладнання повинні бути захищені від забруднення механічними домішками і мати маркування з найменуванням відходу. Місця збору та тимчасового зберігання відпрацьованих масел повинні бути огорожені, захищені від атмосферних опадів, обладнані пристроями і пристроями, що виключають потрапляння в НАВКОЛИШНЕ середовище відпрацьованих нафтопродуктів під час їх збирання, зберігання і транспортування. Територія місць збору та зберігання відпрацьованих нафтопродуктів повинна міститися в чистоті, не мати нафтових забруднень. Обладнання повинно бути справним і виключати протоки нафтопродуктів при виконанні технологічних операцій. Мета рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів - це позбавлення від продуктів старіння і забруднюючих домішок.

Методи рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів: фізичні методи. Дозволяють видаляти з масел тверді частинки забруднень, мікрокраплі води і частково-смолисті і коксоутворення речовини, а за допомогою випарювання - легкокиплячі домішки. До фізичних методів рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів відносяться: - відстоювання. Найбільш простий метод, який заснований на процесі природного осадження механічних частинок і води під дією гравітаційних сил. Недолік - велика тривалість процесу осідання частинок до повного очищення, видалення тільки найбільш великих часток розміром 50 ... 100 мкм; - фільтрація. В основу методу покладено процес

видалення частинок механічних домішок і смолистих з'єднань шляхом пропускання масла через сітчасті або пористі перегородки фільтрів (металевими та пластмасові сітки, повсть, тканини, папір, композиційні матеріали і кераміку). Використовують грубу і тонку очистку; - відцентрове очищення. Очищення масел здійснюється за допомогою центрифуг і є найбільш ефективним і високопродуктивним методом видалення механічних домішок і води. Заснований на поділі різних фракцій неоднорідних сумішей під дією відцентрової сили. Застосування центрифуг забезпечує очистку масел від механічних домішок до 0,005% по масі і зневоднення до 0,6% по масі.

Фізико-хімічні методи. До фізико-хімічних методів рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів відносяться: - коагуляція. Метод заснований на укрупненні частинок забруднень, що знаходяться в маслі в колоїдному або дрібнодисперсному стані, здійснюється за допомогою спеціальних речовин - коагуляторів (електроліти неорганічного і органічного походження, поверхнево-активні речовини (ПАР), що не володіють електролітичними властивостями, колоїдні розчини ПАР і гідрофільні високомолекулярні сполуки).

Процес залежить від кількості введеного коагулянту, тривалості його контакту з маслом, температури, ефективності перемішування і т.д. Тривалість 20 ... 30 хв, після чого проводять очистку масла від збільшених забруднень за допомогою відстоювання, відцентрової очищенням або фільтруванням

- адсорбційна очищення. Метод заснований на використанні здатності речовин, службовців адсорбентами (речовини природного походження: відбілюючі глини, боксити, природні цеоліти або штучного походження: силікагель, оксид алюмінію, алюмосилікатні сполуки, синтетичні цеоліти), що утримують забруднюючі маслопродукти на зовнішній поверхні гранул і на внутрішній поверхні пронизують гранули капілярів. Здійснюють методами: контактним - масло перемішується з подрібненим адсорбентом;

перколяційні - масло пропускається через адсорбент; методом протитоку - масло і адсорбент рухаються назустріч один одному;

- іонно-обмінне очищення; метод заснований на здатності іонів (іонообмінних смол) затримувати забруднення, диссоціюючі в розчиненому стані на іони. Іоніти - це тверді гігроскопічні гелі, одержувані шляхом полімеризації і поліконденсації органічних речовин і не розчиняються у воді і вуглеводнях. Здійснюють контактним методом при перемішуванні відпрацьованого масла з зернами іоніту розміром 0,3 ... 2,0 мм або при пропусканні масла через заповнену іонітом колону. Дозволяє видаляти з масла кислотні забруднення, але не забезпечує затримки смолистих речовин.

- селективна очищення; метод заснований на виборчому розчиненні окремих речовин, що забруднюють масло: кисневих, сірчистих і азотних сполук. Селективні розчинники - це фурфурол, фенол і його суміш з крезолу, нітробензол, різні спирти, ацетон, метил етиловий кетон і ін. Рідини. Різновидом очищення є обробка відпрацьованого масла пропаном, при якій вуглеводні масла розчиняються в пропані, а асфальтосмолисті речовини, що знаходяться в маслі в колоїдному стані, випадають в осад;

Хімічні методи. Методи засновані на взаємодії речовин, що забруднюють відпрацьовані масла, і вводяться в ці масла реагентів. В результаті хімічних реакцій утворюються сполуки, що легко видаляються з масла. До хімічних методів належать: - сірко-кислотного очищення. В результаті такої очистки утворюється велика кількість кислого гудрону - важко утилізованого і екологічно небезпечного відходу. Очищення не забезпечує видалення з відпрацьованих масел поліциклічних аренів і високотоксичних сполук хлору. За кількістю установок і обсягом сировини, що переробляється стоїть на першому місці в світі; - гідроочищення. У даного методу великі можливості отримання високоякісних масел, збільшення їх виходу і з великою екологічною чистотою в порівнянні з кислотною і адсорбційної очищеннями. Недолік - це потреба у великих

кількостях водню. Поріг економічно доцільною продуктивності 30 ... 50 тис. т / рік ;

- процеси із застосуванням натрію і його сполук; при використанні даного методу використовується металевий натрій. Утворюються полімери і солі натрію з високою температурою кипіння, що дозволяє відігнати масло. Вихід очищеного масла перевищує 80%. Процес не вимагає тиску і каталізаторів, не пов'язаний з виділенням хлоро-сірководню; термохімічний метод (термічний крекінг). У приймальні ємності відпрацьоване масло перемішується і нагрівається, а потім подається в випарної апарат відділення зневоднення, в якому при температурі 110 ° С і вакуумі відбувається відділення масла від води і легкокиплячих вуглеводнів (в основному, фракції бензину). Пари води і бензину після конденсації розділяються в відділенні очищення водного дистиляту. Бензин і вода після додаткової доочищення реалізуються як товарні продукти. Обезводнений масло з вмістом води не більше 1% подається в відділення термічного крекінгу, де в казані при температурі 380 ... 420 ° С без доступу повітря відбувається деструкція молекул висококиплячих вуглеводнів з утворенням більш легких вуглеводнів, що входять до складу пічного палива і бензину, і їх випаровування . Одночасно з цим процесом з котла безперервно видаляються нерозчинні висококиплячі вуглеводні, утворюють бітумну фракцію в кількості 8 ... 12% маси масел переробляються. Технологія характеризується високою ефективністю виходу цільового продукту, який досягає 75 ... 85% кількості сировини, що переробляється. Єдиний відхід - це невелика кількість коксу (близько 0,5%), який періодично видаляється з котла крекінгу. Переваги: простота технологічного процесу і його апаратурного оформлення; можливість переробки широкого спектра відпрацьованих масел; маловідходних і екологічна безпека виробництва; отримання з високим виходом основного товарного продукту - пічного палива; обмежена площа розміщення виробництва і його повна автоматизація; порівняно невеликий обсяг капіталовкладень.

3.2 Рециклінг зношених шин

Директивами Європейського парламенту і Ради з 2005 р. в ЄС прийнята програма, що забороняє поховання зношених шин, заохочується тільки їх екологічна переробка.

Щорічно в світі виходять з вживання ще понад 10 млн. тонн автомобільних шин. У розвинених країнах останніми роками рівень переробки шин наближається до 100% (Японія, Німеччина, скандинавські країни), а середній рівень переробки в Європі складає 82%. Велика частина зібраних старих шин спалюється для отримання енергії - майже 40%. Декілька менший об'єм переробляється в крихту - більше 30%, більше 20% шин відновлюються або експортуються для повторного використання або поховання.

В рамках Європейського співтовариства розроблена програма, відповідно до якої поставлені і вирішуються наступні завдання:

- кількість шинних відходів повинна бути понижено на 10%;
- частка шин з відновленим протектором повинна зрости до 25-30%;
- переробка автомобільних шин з отриманням гумової крихти повинна зрости до 60%;
- вивіз на звалища повинен практично припинитися.

Важливо відзначити, що європейський ринок активно йде у бік збільшення частки застосування механічної технології переробки: якщо в 1992 році дробилося всього 5% зібраних шин, то в 2008 році - вже 34%. Крім того, швидко ростуть об'єми спалювання шин, особливо, із створенням екологічного устаткування з високим ККД.

3.3 Основні підходи до переробки шин

В даний час намітилися два принципово різних шляхи переробки покришок:

- 1) Електромеханічне подрібнення з використанням ріжучого інструменту (з охолодженням або в еластичному стані) з

подальшою переробкою гумової крихти в гумотехнічні вироби і регенерат;

2) Переробка із зміною хімічної структури гуми методом термодиструкції або піролізом гуми з отриманням рідких продуктів розкладання схожих з нафтопродуктами, придатними для отримання паливно-мастильних матеріалів, антикорозійних мастик і так далі.

Існують наступні напрями утилізації зношених автомобільних шин:

-отримання вторинної сировини для виробництва автомобільних шин;

-ВИГОТОВЛЕННЯ виробів з гумової крихти: покрівельного матеріалу, плитки для спортивних і дитячих майданчиків, злітно-посадочних смуг;

-використання при дорожньому будівництві у вигляді гумової крихти, для тієї, що підсипає дороги під асфальтове покриття (резиноасфальт);

-спалювання для отримання теплоти і електроенергії;

-Термічна обробка з отриманням цінних хімічних продуктів.

3.4 Висновки до третього розділу.

1) Відпрацьовані мастильні матеріали при попаданні в навколишнє середовище сильно забруднюють його, а отже на підприємствах з утилізації та рециклінгу автомобілів з посиленою увагою проводити етап зливу експлуатаційних рідин автомобіля, а також зберігати і транспортувати тільки в спеціально призначених для цього резервуарах. Мета рециклінгу відпрацьованих нафтопродуктів - це позбавлення від продуктів старіння і забруднюючих домішок.

2) Головною метою рециклінгу зношених автомобільних шин є переробка на резинову крихту, яку в свою чергу можна використовувати в багатьох галузях будівництва, в тому числі і будівництва автомобільних доріг, а також заборонити спалювання автомобільних шин.

РОЗДІЛ 4

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РЕЦИКЛІНГУ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

4.1 Рециклінг акумуляторних батарей.

У справі переробки відпрацьованих акумуляторних батарей (АКБ) основними проблемами є організація їх збору;

використання ефективних технологічних методів витягання свинцю; дотримання екологічних норм на всіх етапах переробки.

Екологічні проблеми ускладнює присутність в акумуляторних батареях, окрім свинцю, кількість якого в загальній їх масі складає 55-68%, і пластмаси (15-20%), екологічно шкідливих сурми (1-3%) і сірчаної кислоти (10-15%).

За даними фахівців, щорічно в Естонії виходить з експлуатації близько трьох тисяч тонн свинцевих акумуляторів. У місті Силламяе побудований завод по утилізації відпрацьованих акумуляторів. Потужність заводу розрахована на переробку 15 тисяч тонн старих акумуляторів в рік і випуск близько 10 тисяч тонн свинцевих злитків. Вага стандартного злитка - 25 кілограмів. Метал з приладів, що відслужили свій термін в автомобілях, в промисловості і в телефонному зв'язку, переплавляється в роторній електричній печі при температурі близько 600 градусів.

Утилізувалися і корпуси приладів, а продукт переробки пластмаси надалі відправляється до Європи на підприємства, що виготовляють корпуси для нових акумуляторів. Кислота нейтралізується на Силламяєському заводі.

Отже, залишається 7 або 8 відсотків шкідливих відходів, які вивозяться на Вайвараське звалище, побудоване по нормах ЄС і призначене для складування небезпечних відходів.

Відпрацьовані АКБ відносяться до відходів II класу небезпеки. Основним продуктом рециклінгу відпрацьованих АБ є свинець. АБ

надходять на переробні підприємства з електролітом, на якому він нейтралізується і переробляється в супутній продукт - сульфат натрію і гіпс.

Більшість відпрацьованих АБ переробляють за технологією, яка включає попередню оброблення та сепарацію брухту і забезпечує роздільне отримання свинцю з вмістом сурми і м'якого свинцю. Відходи АБ включають: металевий свинець і його сплави, які використовують в промисловості, в т.ч. у виробництві нових АБ; поліпропілен, який використовують для виготовлення нових корпусів АБ і інших промислових виробів; електроліт, який застосовують для розкладання деяких мінералів, при травленні сталевих виробів, для регенерації іонообмінних смол і т.д.

Після очищення використовують в нових АБ або нейтралізують.

Технології рециклінгу АБ:

- ручна обробка АБ в пунктах приймання та збору;
- механізована обробка АБ.

Методи переробки акумуляторного брухту(АБ) : шахтна плавка АБ. Процес універсальний, автоматизований і механізований, управління процесом здійснюється спеціальною електронною системою. Дозволяє переробляти металеву фракцію АБ і вторинне свинцеве сировина практично будь-якого складу.

Процеси:

1. У верхніх горизонтах печі АБ поступово прогрівається потоками гарячих газів, що відходять і в міру опускання шихти і підвищення температури відбувається виплавлення металеві частини брухту.
2. У зоні високих температур (фурмені поясі) протікають процеси дисоціації і відновлення оксидів і сульфатів свинцю (120 ... 1300 ° С).
3. Свинцевий сплав стікає вниз і концентрується на дні ванни. Шлаки розташовується над свинцевою ванній.
4. Відпрацьовані гази органічних речовин (пластмаса, ебоніт, сепаратори) окислюються в камері допалювання.

5. Гази, що відходять, містять пил, змішуються з холодним повітрям з метою зниження температури до 120 ... 200 ° С для подальшого очищення в рукавних фільтрах. Очищені газы після фільтра надходять в димову трубу;



Рис 4.1.1 Ручна розбірка АБ в пунктах приймання та збору

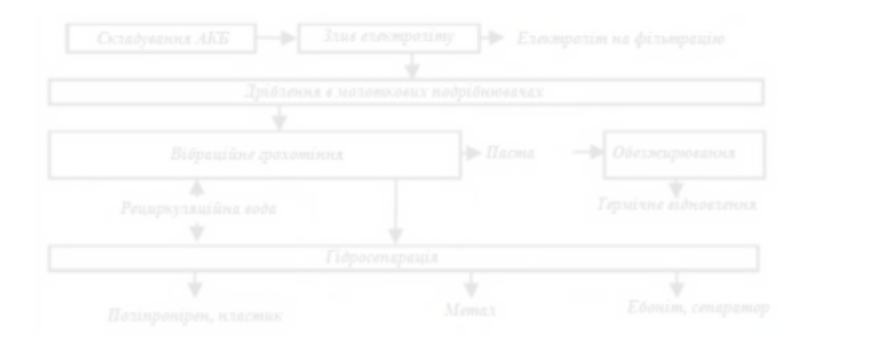


Рис 4.1.2 Механізована розбірка АБ

4.2 Методи рециклінгу відпрацьованих автомобільних шин.

В даний час всі відомі методи переробки автомобільних шин (АШ) можна розділити на дві групи - це фізичний і хімічний методи переробки (АШ).

Фізичні методи переробки (АШ). В даний час все більшого значення набуває напрям використання відходів у вигляді дисперсних матеріалів (гумової крихти). Найбільш повно первісна структура і властивості гуми зберігаються при механічному подрібненні. Процес подрібнення, незважаючи на уявну простоту, дуже складний не тільки по визначенню характеру, величини і напрямки навантажень, але і за складністю кількісного обліку результатів руйнування. Залежно від температури способи подрібнення бувають при негативних і позитивних температурах, а по механічній дії: ударом, стиранням, стисненням, стисненням із зсувом, різанням.

Існують три умовні категорії технологій комерційної переробки(АШ): подрібнення, піроліз (високо- і низькотемпературний), розкладання за допомогою хімічних розчинників.

Подрібнення; при подрібненні використовують кілька методів: механічний, озоновий, вибуховий, вакуумний, комбінований і ін. На виході виходять гумова крихта різного ступеня грубості і металевий (текстильний) корд. Метод механічного дроблення (безвідходний і екологічно чистий). В основу технології переробки закладено принцип механічного подрібнення ІШ до невеликих шматків з подальшим механічним відділенням металевого і текстильного корду. Метод базується на принципі «підвищення крихкості» гуми при високих швидкостях зіткнень і отримання тонкодисперсних гумових порошків шляхом екструзійного подрібнення отриманої гумової крихти. При механічному способі ІШ попередньо миють, просушують і нарізають. Далі вони проходять різні етапи - подрібнення, відділення металевого і текстильного корду. У підсумку виходить гумова крихта, сфера подальшого застосування якої залежить від розміру її частинок. Напрями використання: гумової крихти фракції: - 0,6 ... 1 мм - в якості добавки в: гумові суміші для виготовлення нових автомобільних шин (5 ... 20%) або гумового взуття (до 50 ... 70%); композиційні покрівельні матеріали (рулонна покрівля та гумовий шифер); підкладки під рейки; резинобітумногі мастики;

вулканізовану і вулканізовані рулонні гідроізоляційні матеріали; модифікації нафтового бітуму в асфальтобетонних сумішах, а також в якості сорбенту для збору сирої нафти і рідких нафтопродуктів з поверхні води і ґрунту, для тампонування нафтових свердловин, гідроізоляції зелених шарів і т.д. ; - 1 ... 2 мм - для виробництва футбольного поля зі штучним трав'яним покриттям; в якості наповнювача в деяких спортивних виробках; - 2 ... 4 мм - для виробництва підлогових гумових покриттів; шумо- і віброізоляційних матеріалів; тротуарної плитки; наповнювача в деяких спортивних виробках; текстильного корду - як теплоізоляційного матеріалу для виробництва сендвіч-панелей; при виробництві фибробетона як фібри;

металлокорда - йде на переплавку для отримання сталі і подальшого використання в промисловості.

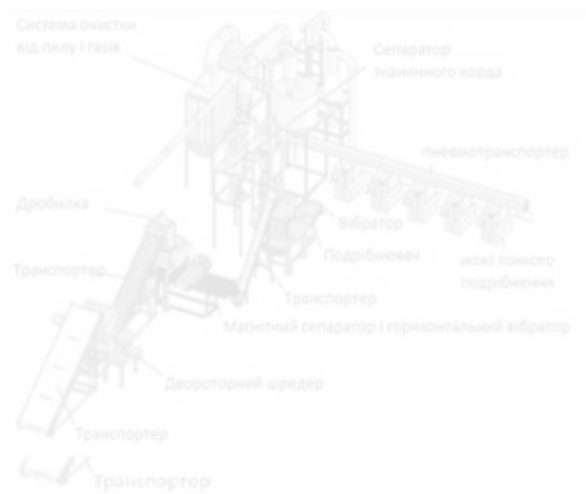


Рис. 4.2.1 Загальна схема технології переробки АШ

Технологічний процес (рис. 4.2.1) включає наступні етапи: етап 1. Попереднє подрібнення. Вступники зі складу АШ подаються на ділянку їх підготовки, де вони миються і очищаються від сторонніх включень. На установці попереднього подрібнення (агрегати трехкаскадного ножовий дробарки) АШ нарізаються роторними ножицями на смуги шириною приблизно 70 ... 100

мм. За допомогою дискового сита великі шматки АШ відокремлюються і ще раз подаються на роторні ножиці. В результаті кожен шматок АШ проходить цю машину в середньому 2 ... 3 рази. Шматки АШ, які досягли необхідного кінцевого розміру (приблизно 10x15 см), доставляють за допомогою відвального транспортера в бункера тимчасового зберігання для легкових або вантажних шматків АШ в залежності від пропонованого матеріалу; етап 2. Гранулювання. АШ, попередньо розрізані на шматки розміром 10x15 см, на установці гранулювання (молотковій дробарці) в два етапи подрібнюють в гумовий гранулят розміром ≤ 10 мм. Даний гранулят пневматично подається на ножові дробарки, де попередньо подрібнені гранули до розміру 10 мм подрібнюють в гранули розміром ≤ 4 мм. При дробленні шматків маса розділяється на гуму, металевий корд, бортову дрiт і текстильне волокно. Металеві відходи брикетують за допомогою преса для брикетування; етап 3. Очищення грануляту. В процесі очищення гранулят за допомогою барабаних магнітів (магнітних сепараторів) і розділових столів очищують від металевих, текстильних і мінеральних домішок. Текстильні нитки пневматично відсмоктуються і централізовано відокремлюються в фільтраційну установку. Сталеві елементи виводяться за допомогою транспортерів назовні в контейнер. Мінеральні домішки, а також немагнітні метали збираються в малих контейнерах. Після цього відбувається поділ на фракції. Розмір зерна у фракціях може вільно вибиратися за рахунок установки піддонів з різними наборами сит. Перевага даного методу - це отримання на виході високорозвиненою і активної поверхні крихти, низька собівартість, низьке енергоспоживання в порівнянні з кріогенними технологіями. Недоліками є одержувана форма частинок гуми («кудлата»), яка підсилює процес оксидації і знижує якість крихти, а також підсилює значний знос ріжучого і розмелюють обладнання. Виробництво пов'язано з утворенням шкідливих газових викидів.

Метод переробки гумовмісних Відходів в середовищі вуглеводневого теплоносія, розроблений «НВП термолізом»

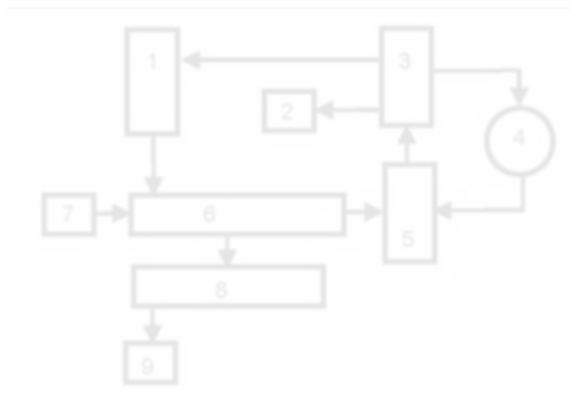


Рис. 4.2.2 Технологічна схема з переробки гумовмісних відходів: 1- випарювач; 2- синтетична нафта; 3- ретифікаційна колона; 4- компресор; 5- фільтр; 6-реактор «Р-1»; 7- гумова кришка; 8- реактор «Р2»; 9- сажа

В основу технологічного процесу покладено спосіб переробки резіносодержащих відходів в середовищі вуглеводневої теплоносія. Етапи технологічного процесу: АШ попередньо подрібнюється в крихту розміром до 5 мм і очищається від металевого і текстильного корду; крихта надходить в реактор (Р1), в якому циркулює вуглеводневий теплоносій. Просуваючись по реактору, крихта нагрівається і відбувається її розкладання (термоліз) на тверду (технічний вуглець) і газоподібну (вуглеводневий газ) фракції; тверда фракція подається в реактор облагородження технічного вуглецю (Р2), а газоподібна через фільтр направляється в колону ректифікації, де розділяється на синтетичну нафту, бензинову фракцію і газ. Бензинова фракція, будучи теплоносієм, направляється на циркуляцію, а синтетична нафта надходить на склад. Залишки газу стискаються в компресорі і служать для регенерації фільтра; технічний вуглець, пройшовши стадію облагороджування, направляється на пакувальну машину і далі на склад. Кінцеві продукти: технічний вуглець - високодисперсний продукт чорного кольору, що володіє високими сорбційними властивостями. Технічний вуглець використовується в гумотехнічної, полімерної і лакофарбової промисловості. У гумотехнічної галузі вуглець найчастіше застосовується в

якості підсилює компонента або інертного наповнювача. Близько 70% всієї продукції, що випускається сажі використовується у виробництві шин, близько 20% у виробництві гумотехнічних виробів. Інша кількість знаходить своє застосування в якості чорного пігменту (лакофарба, копіювальна техніка і т.п.), сповільнювача «старіння» пластмас; компонента, що додає пластмасам спеціальні властивості (електропровідні, здатність поглинати ультрафіолетове випромінювання, випромінювання радарів); синтетична нафта утворюється в результаті термічної деструкції відпрацьованих автомобільних покришок і гумотехнічних виробів. За в'язкості одержуваний продукт порівнюємо з тракторним гасом, має різкий запах, обумовлений присутністю ароматичних вуглеводнів, володіє чорним кольором з відтінками коричневого, температура застигання - близько - 27 ° С. Застосування синтетичної нафти може здійснюватися різними способами: від розгону на фракції (бензин, солярка, мазут) до простого спалювання в якості пічного палива. Важка фракція може бути використана при виробництві автопокришок (пластифікатор). Синтетичну нафту також застосовують в якості заміни дизельного палива для обігріву виробничих приміщень і в якості добавки в звичайну нафту для збільшення температури застигання останньої.

4.3 Рециклінг скла.

З одного боку, склобій - це стратегічна сировина, але, з іншого - він вважається найбільш важко утилізованим відходом.

Для виробництва тони скла потрібно використовувати 400 кг кальцинованої соди і 700 кг піску, в той же час для цього можна використовувати 50 ... 60% склобою; використання склобою в виробництві скла сприяє зменшенню енерговитрат на 30 ... 40%; автомобільне скло складають 3% загальної ваги автомобіля; автомобільне скло є багатопаровими і відносяться до розряду безпечних виробів, що складаються з двох склянок, міцно скріплених між собою за допомогою поливинилбутиральної плівки. При руйнуванні подібного скла, виготовленого за технологією «триплекс», його осколки не

розлітаються в сторони, а залишаються прикріпленими до плівки. Це підвищує безпеку виробів, але ускладнює процес отримання кондиційного склобою і сприяє накопиченню його в великих обсягах на підприємствах; на оснащення одного автомобіля середнього класу йде близько 4 м² або 33 кг скла. На переробку щорічно може надійти, наприклад, в Німеччині близько 60 тис. Т. Автомобільного скла, включаючи 20 ... 30 тис. Т триплекса.

У всьому світі основним напрямком застосування склобою є виробництво нової тари (банок, пляшок), так як це найбільш масове виробництво, що має найменш жорсткі вимоги до стабільності хімічного складу скломаси і дозволяє використовувати вторинний склобий, що відрізняється за кольором і **складом**. Найбільш значущим напрямком використання склобою в усьому світі є виробництво **піноматеріалів**, які можна застосовувати для ізоляції стін, перекриттів, покрівлі, при виготовленні сендвіч-панелей, для утеплення Трубопроводів, теплових і холодильних агрегатів, а також використовувати як легкий заповнювач бетону. З конструкційної точки зору піноматеріал може випускатися в трьох принципово відрізняються видах: блоках або плитах, гранулах у вигляді будівельного піску або гравію і безформних шматках у вигляді будівельного щебеню.

При переробці великих обсягів (8 ... 10 т / год) автомобільного триплекса, здійснюваної на лініях рециклінгу, скло, як правило, проходить 9 етапів обробки:

етап 1. Попереднє дроблення триплекса в багатовалковій установці. Тут порушується жорстка структура скла і скло мнеться без відділення більшості осколків від плівки;

етап 2. Складування склобою. У період цього тимчасового зберігання протягом декількох днів з триплексу починає частково сходити пластикове покриття, що позитивно позначається на подальших операціях переробки скла;

етап 3. Повторне дроблення триплекса в багатовалковій дробарці;

етап 4. Первинна магнітна сепарація;

етап 5. Ручне сортування;

етап 6. Остаточне подрібнення і просівши;

етап 7. Повторна магнітна сепарація;

етап 8. Часткове видалення легких обривків плівки за допомогою систем аспірації (вентиляції);

етап 9. Оптична сепарація. При остаточному подрібненні триплекса в молотковій дробарці утворюється багато дрібних шматочків плівки, які неможливо видалити повністю сортуванням. Цей склобій не може використовуватися для виробництва флоат-скла і склотари, оскільки не відповідає вимогам за кількістю домішок (в склобій 1-го і 2-го сорту не допускається наявність триплекса).

Малі обсяги автомобільного скла триплекса (5 ... 8 т на добу) доцільно переробляти на більш простому обладнанні, що виконує тільки функції дроблення і просівання. Для цих цілей підходить, наприклад, дробильно-Просівна установка (Мал. 4.3.1), розроблена ЗАТ «Стройизмеритель»

У початковому стані скло триплекс 2 лежить на приймальному столі 1, оснащеному механізмом 3 транспортування з електроприводом, що виключений. Якщо утилізоване скло має плоску форму, то регульований зазор між стаціонарно встановленим ребристим валом механізму 3 транспортування і переміщуються по вертикалі рухомим ребристим валом 4 становить кілька міліметрів і коливається в залежності від товщини матеріалу, що переробляється скла від 5 до 10 мм. Якщо ж скло має вигнуту форму, то перед початком дроблення співвісно встановлений ребристий вал 4 з допомогою системи управління підводиться, забезпечуючи можливість заходу скла з криволінійною поверхнею в зазор між ребристими валами.

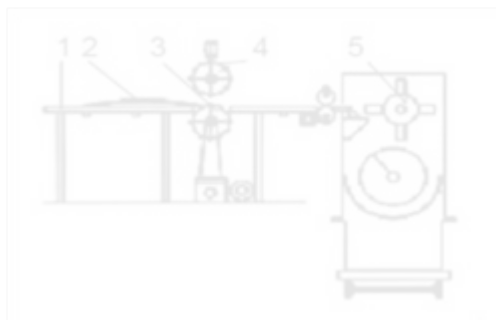


Рис.2. Дробарно-просівна установка: 1-

Робота установки починається після включення оператором електроприводів всіх механізмів і подачі скла в зазор між ребристими валами 3 і 4. Плоске скло триплекс захоплюється цими валами і транспортується до вузла подачі скла в роторну дробарку 5. Під час транспортування скло за рахунок ребристої поверхні валів 3 і 4 сильно розтріскується, перетворюючись в напівжорстку структуру, що складається з осколків скла різної форми, скріплених між собою клейкою полівинилбутиральною плівкою. Автомобільне скло зігнутої форми також подається в зазор між ребристими валами 3 і 4. При цьому вал 4 спочатку піднятий. Вал 4 попередньо руйнує скло без відділення утворилися осколків скла від плівки на 10 ... 15 см. При заході вигнутого скла в зазор між ребристими валами 3 і 4 по сигналу системи управління опускається ребристий вал на скло 2 і мнє його, надаючи плоску форму (Мал. 4.3.1). Після попереднього руйнування скло 2 по мірі його транспортування заходить в зазор між пружними роликівими валами 6, які захоплюють скло і подають його далі в зону дробильного бруса 7. Безпосереднє дроблення і інтенсивне відділення скла від плівки здійснюється при ударах обертових бив дробарки по кромці скла в зазорах між валами і дробильним брусом. Підпружинені роликіві вали 6 надійно утримують скло від його різкого захоплення валами дробарки і стабілізують подачу скла в зону дроблення. Після дроблення скла і відділення його від плівки плівка розривається на окремі шматочки за допомогою обертових бив і ножів, встановлених під дробильним брусом. Під час розриву плівки залишки

невідділеною від плівки скла відокремлюються і склобій зсипається в сепаратор 8, в якому чистий склобій 9 розміром не більше 10 ... 15 мм відділяється від обривків плівки, що мають більший розмір, ніж частки відокремленого від неї скла. Частинки склобою провалюються через отвори перфорованого днища 11 в контейнер 12, встановлений на транспортний візку, а обривки плівки за допомогою гвинтового живильника 10 транспортуються по ходу обертання гвинта і вивантажуються в готельний контейнер, встановлений на транспортний візку. У міру заповнення склобом і плівкою контейнери відкочуються в сторону для розвантаження або замінюються на нові.

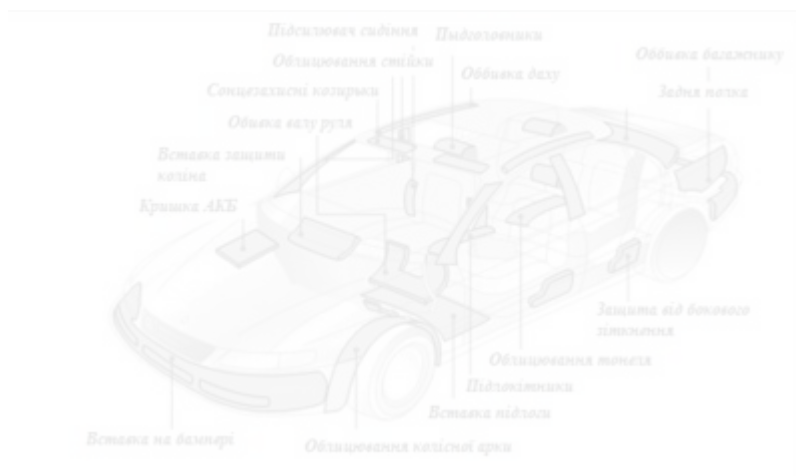
4.4 Рециклінг пластику

Автопластик є полімер, температурний режим плавлення якого становить понад 130 ° С.

Виділяють два види автопластика:

Високотемпературний - це кришки двигуна, пластикові перехідники, корпус термостата, лопаті вентилятора, повітропроводи, масляний бачок, захист картера самого двигуна, кришки на розширювальний бачок і т.д. Всі ці деталі автомобіля вимагають використання якісних полімерів;

Звичайний - це бампери, обважування, спойлери і т.д., ті деталі, які не схильні до температурного впливу. Чи знаєте ви, що: 15 ... 18% відходів пластмас в даний час припадає на транспорт; в автомобілебудуванні пластмаси залишаються другим за значимістю конструкційним матеріалом після металів; пластик розкладається за 100 ... 200 років; близько 10% (≈ 150 кг) ваги автомобіля припадає на пластик.



Малюнок 4.4.1 застосування пластикових деталей в конструкції автомобіля.

Більшість пластиків не можна змішувати з метою переробки, отже, постає питання про правильну їх сортування. Утилізація пластика є досить складне завдання. Особливо це стосується тих випадків, коли пластик: забруднений нафтопродуктами, різними технічними рідинами і т.д. ; засмічений металевими скріпками, шурупами, наклейками, залишками і т.д.

Найбільш перспективним є переробка відходів у вторинну полімерну сировину. У переважній більшості випадків це сировина значно поступається за своїми характеристиками вихідного і використовується у виробництві продуктів нижчої якості. Область застосування вторинного пластика: виробництво автомобільних комплектуючих як повністю з вторинного пластика, так і в комбінації з новим; отримання горючих газів і дизельного палива з відходів автомобільного пластику;

Розрізняють:

-енергетичний рециклінг - спалювання полімерних відходів з отриманням енергії; переробку полімерів:

-механічний рециклінг - при переробці не порушується хімічна структура речовини;

-хімічний рециклінг - В застосуванні до полімерів це може бути деполімеризация (руйнування) або модифікація на стадії гранулювання.

Енергетичний рециклінг - спалювання (Малюнок 4.4.2) - найбільш відпрацьований і використовуваний спосіб рециклінгу пластика. Отримання енергії за рахунок спалювання полімерних відходів привертає все більшу увагу з-за безперервного зростання цін на органічне паливо. При цьому немає необхідності проводити сортування, потрібно лише подрібнення відходів до досить великих шматків, щоб забезпечити їх ефективне змішування з добавками вуглецевого палива, найчастіше кам'яним вугіллям, і необхідний для горіння доступ кисню. Небезпека забруднення навколишнього середовища супертоксикантів при спалюванні полімерних відходів в значній мірі перебільшена і більше відноситься до старих сміттєспалювальних установкам. При температурі 1200 ... 1400 ° С, характерних для сучасних установок, ці речовини є незворотнім розпадаються, а розклалися частина поглинається в адсорбуючих фільтрах, викиди діоксинів досягають всього 0,6 мкг / т, при спалюванні тонни кам'яного вугілля виділяється 1 ... 1 мкг 0 діоксину, тонни бензину - 10 ... 2000 мкг.



Рис. 4.4.2 Міні-завод по спалюванню пластика, Швейцарія.

Найважливішою характеристикою відходів пластмас є їх енергетична цінність. За теплою згоряння пластмаси подібні основним викопним палив: природного газу, нафти, вугілля.

Механічний рециклінг. При всьому різноманітті способів утилізації відходів пластмас і застосовуваного при цьому устаткування загальну схему процесу можна представити на прикладі розробленого НВК «Механобртехніка» комплексу вітчизняного обладнання з отриманням виробів технічного призначення і вторинної сировини. Технологічний процес включає наступні стадії: прийом, сортування і контроль. Сортування передбачає грубий поділ відходів за різними ознаками: кольором, габаритами, формою і, якщо це потрібно і можливо, - за видами пластмас. Попереднє сортування виробляють, як правило, вручну на столах або стрічкових конвеєрах; при сортуванні одночасно видаляють з відходів різні сторонні предмети і включення.

До найбільш поширеною технологією сортування автомобільного пластику відноситься сьогодні метод поділу шляхом флотації;

дроблення першої стадії (разом з матеріалом подається вода, дроблення до мм);

мийка, поділ матеріалу на фракції: легку - плаваючу; важку - потопаючу).

Присутність у відходах забруднень призводить до помітного погіршення зовнішнього вигляду деталей, одержуваних з відходів, зниження якості поверхні і фізикомеханічних показників. Підвищення вмісту забруднень від 0 до 20% призводить до збільшення середньої глибини шорсткості поверхні деталей від 0,3 до 0,55 мм. Для очищення забруднених відходів застосовують зазвичай такі методи: сухе видалення пилу, прання у водних розчинах ПАР, розчинення полімерів з подальшим фільтруванням розчинів, обробку поверхні розчинниками. Вибір методу визначається сумісністю забруднень з пластмасами і хімічної природою забруднень; зневоднення в центрифугі; дроблення другій стадії на роторно-ножовий

дробарці до товарної фракції. Від якості подрібнення залежить можливість подальшої переробки відходів в виробі і області їх застосування. При виборі того чи іншого типу обладнання необхідно враховувати ряд факторів, головними з яких є:

-вид і характер пластмасових відходів, їх розміри і кількість, необхідна ступінь подрібнення і кінцевий розмір дробленого матеріалу і ін .;

сушка і агломерація.

Матеріал, який пройшов стадію сушки і агломерації, є вторинним полімерним сировиною - агломератом, який використовується далі в якості сировини для отримання грануляту, також є товарною продукцією - вторинним полімерним сировиною. У процесі гранулювання відбувається ущільнення матеріалу, полегшується його подальша переробка, усереднюються характеристики вторинної сировини, в результаті чого отримують матеріал, який можна переробляти на стандартному обладнанні; виготовлення готової продукції.

4.4 Висновки до четвертого розділу.

В четвертому розділі було розглянуто всі методи рециклінгу автомобільних компонентів і складових частин, якими користуються передові країни світу.

Підприємствам які займаються рециклінгом (металів, пластмас, скла, резино технічних виробів, акумуляторних батарей, та інших складових частин автомобіля) потрібно встановлювати новітнє обладнання для здешевлення і більшого обсягу рециклінгу цих матеріалів. Собівартість виготовлених деталей, виробів з матеріалів які пройшли етап рециклінгу буде набагато нижчий, відносно тих матеріалів які виготовлені з корисних копалин.

РОЗДІЛ 5

ОГЛЯД ДІЮЧИХ ПРОГРАМ З РЕЦИКЛІНГУ І УТИЛІЗАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

На сьогоднішній день практично у всіх найбільш розвинених країнах існують підприємства, що займаються питаннями рециклінгу і утилізації автотранспорту .

Ще в кінці 50-х років перші подібні підприємства подібного роду з'явилися в США і ФРН. Сьогодні це питання стало ще актуальніше. Правда, всі існуючі підприємства створені на базі таких гігантів, як [BMW](#), General Motors, Ford, Toyota, Renault і носять швидше характер «полігонів», на яких відпрацьовується повніший і налагоджений технологічний процес, ведеться пошук підходів до якнайповнішого використання тих, що вже відслужили своє автомобілів і сировини, отриманої в результаті їх переробки.

На базі цих підприємств створені спеціальні дослідницькі лабораторії, в яких вже добилися значних успіхів і налагодили випуск виробів, як для населення, так і для автомобілебудування. З сировини, отриманої при

рециклінгу (утилізації), випускають килимки, елементи оббивки кузова і багато що інше.

На деяких підприємствах створені спеціальні підрозділи, поновлюючі автомобілі, оскільки, як правило, не всі деталі виробляють свій ресурс і можуть ще довго безвідмовно служити. Причому вирає від цього, і підприємство і клієнт, оскільки, і автомобілі, що «реанімуються», і деталі реалізуються тільки як вживані, а це набагато дешевше, ніж нові запчастини.

Поки тільки метал не використовується для повторного виготовлення з нього елементів кузова із-за великого змісту домішок, що згубно позначається на якості металу.

У 1968 році у ФРН був розроблений процес, в результаті якого зміст домішок вдалося понизити навіть нижче за норму, але це дорогий і такий, що вимагає великих запасів сировини процес, тому кузова просто ріжуться, пресуються і відправляються на металургійні комбінати, де знаходять нове життя, правда, не таку активне. Як правило, це метал невисокої якості і використовується для виробництва маловідповідальних виробів.

В процесі рециклінгу поки не вдається без значних витрат витягувати із загальної маси кольорові і дорогоцінні метали. Хоча зміст їх і не так велике, але, враховуючи чисельність автомобілів щорічно вичерпних термін служби, виходить досить значна цифра, а домішки дорогоцінних металів негативно позначаються на якості надалі отриманого прокату.

У нашій країні питаннями утилізації, як і раніше займаються підприємства «втормет», але вони не використовують в повному об'ємі можливості рециклювання автомобілів.

Не так давно в Росії, в Тольятті, на базі ВАТ «АВТОВАЗ» була створена лабораторія по утилізації і окремо по рециклінгу автомобілів, але її виробничі потужності невеликі.

Можливо, в недалекому майбутньому і на Україні питання утилізації

автотранспорту вирішуватиметься цивілізованими способами, а не буде пущений на самоплив, як до теперішнього часу.

І перший крок вже зроблений у вигляді пропонуємої на розгляд програми по утилізації автомобілів від Хаммель-Україна.

Розглянемо процес рециклінгу і утилізації автомобілів в Україні на прикладі програми від компанії Хаммель-Україна.

5.1 Українська програма

За автомобіль віком старше 10 років з об'ємом двигуна до 1,5 л, і зареєстрований на одному власнику більше 1 року, можна отримати сертифікат на 10 000 грн.

Для автомобілів з двигуном 1,6-3 л - 12 500 грн,

Для автомобілів з двигунами понад 3 л - 15 000 грн.

У Програмі розписаний порядок здачі автомобілів на утилізацію.

Передбачається, що для цього дилерські центри, задіяні в даній системі, створюють пункти утилізації старих автомобілів, де вестимуть прийом автомобілів, видачу документів, первинне розбирання. Далі такі авто будуть направлятися на металобрухт. Власник старого автомобіля, отримавши сертифікат, далі може їм скористатися при придбанні нового автомобіля виробництва вітчизняних автозаводів. Список моделей буде затверджений Кабміном. Доплативши різницю у вартості між новим авто і сумою сертифіката, колишній власник «мотлоху» протягом кількох днів отримає новенький автомобіль.

5.2 Технологічні лінії для утилізації автомобілів

Слід зазначити, що проржавілі кузовні деталі, виготовлені з тонкостінної металевого листа, - не найкраща сировина для переробки. Разом з тим, підготовка кузовів до подальшої переплавки включає в себе кілька дорогих і трудомістких операцій. Все це значно збільшує собівартість

заготовки, знижує економічні показники. З огляду на це, фірма «HAMMEL» пропонує техніку, що робить подрібнення автомобільних кузовів більш технологічним, спрощуючи при цьому ряд операцій. Кузови за допомогою маніпулятора завантажуються цілком в завантажувальний бункер дробильної установки VB-950 D / E, а дистанційне керування надає руху гідравлічну систему подачі їх в зону подрібнення. Отримувані на виході шматки металу розмірами 150 - 400 мм - оптимальні для металопереробних підприємств.



Рис. 5.2. Приклад подрібнення кузова автомобіля на обладнанні Хаммель

5.3 Схема підключення обладнання

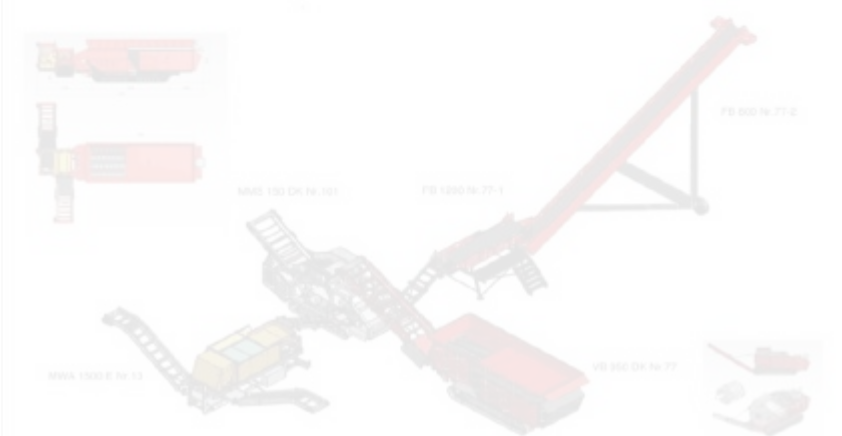


Рис. 5.3. Підключення обладнання Хаммель



Рис.5.4. Компоновка лінії обладнання Хаммель

5.5 Схема утилізації от Хаммель

Старий автомобіль, після попередньої підготовки, завантажується за допомогою маніпулятора Terex Fuchs в первинний подрібнювач VB 950 DK, при цьому кінцева фракція подрібненого матеріалу на виході складає в середньому близько 200 мм. Подрібнена змішана фракція металу, пластику і тканини по транспортеру потрапляє на мобільну систему сортування MMS 150. В цій установці інженери фірми Hammel з'єднали два пристрої, які давно вже використовуються на ринку ломоперероблювачів: це вібраційне сито і магнітний сепаратор. На представленому бруктопереробному підприємстві поставлена конкретна виробнича задача: в ході переробки автомобіля отримати, по можливості, очищену фракцію металу розміром до 150 мм. З

цією метою, подрібнений матеріал, потрапляючи в мобільну систему сортування, надходить на вібраційний сито. Просіяний крізь сито змішаний матеріал проходить далі по транспортній стрічці, змонтованої під вібраційним ситом, до магнітного барабанного сепаратора, який відокремлює чорний метал від домішки і направляє його направо на поворотний транспортер. Щоб усунути залишки домішок з металу, двоє працівників фірми проводять додаткове ручне сортування. Немагнітна фракція матеріалу, яка залишається після відділення чорного металу, подається за допомогою лівого транспортера MMS -150 на інший сепаратор MWA 1500 E. Там в автоматичному режимі проводиться додатковий поділ кольорових металів (алюміній-мідь) від немагнітних домішок. Велика фракція змішаного матеріалу понад 150 мм, яка з первинного подрібнювача потрапляє на сортування, по площині вібросита надходить на третій транспортер, а далі на виліт з сортування. Згодом, ця фракція повертається за допомогою маніпулятора в первинний подрібнювач VB 950 DK на доподрібнення.



Рис.5.5. Процес переробки кузова автомобіля за допомогою обладнання Хаммель

5.6 Висновок до п'ятого розділу.

Запропонована програма від компанії Хаммель Україна не ефективна з точки зору рециклінгу, основним напрямком компанії є переробка автомобільних кузовів на сировину для металургійних підприємств, а також

виготовлення обладнання для цього процесу, який успішно відправляється на експорт, а інші складові частини автомобілів (скло, пластик, резина технічні вироби, відпрацьовані мастильні матеріали) утилізуються. Отже відсоток рециклінгу автомобіля в такої компанії дуже малий, адже половина складових автомобіля просто утилізується, а не проходить етап рециклінгу і не використовується повторно.

РОЗДІЛ 6

КОНЦЕПЦІЯ РЕЦИКЛІНГУ АВТОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ПЕРЕДОВОГО МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ

6.1 Опис концепції рециклінгу автомобілів в Україні

Сьогодні в Україні налічується близько 6 млн. автомобілів На 44 млн. Жителів. Тенденція розвитку автопарку свідчить про те, що років через 10-15 кількість легкових автомобілів на 1000 жителів зросте до 200 і вище. Також за останні 3 роки в Україну було ввезено велика кількість вживаних автомобілів з Європи, більшість яких віком більше 10 років. На сьогоднішній день термін експлуатації автомобіля становить 12,4 року, а через 5-10 років ці автомобілі просто фізично стануть непридатними для використання. Та й законодавство сприятиме процесу «омолодження» автопарку, і головна причина таких змін - інтеграція України в країни Європи. Виходячи з цього можна передбачити, що заміна автомобілів з часом почастишає, а нормативний термін їх експлуатації зменшиться з 8, як встановлено у нас тепер, до 4-5 років, як в країнах Європи.

В результаті цього перед нами вже сьогодні постає проблема утилізації і рециклінгу автомобілів, а отже потрібно вже сьогодні розробляти концепцію з рециклінгу та утилізації автомобілів.

На сучасному підприємстві ми маємо досягти 95% рециклінгу автомобіля, і тільки 5% утилізувати, отже структура підприємства з рециклінгу і утилізації матиме такий вигляд:

1. Ділянка миття автомобілів (зовнішнє миття, внутрішнє прибирання, миття арок коліс, миття днища автомобіля)

2. Ділянка огляду і попередньої діагностики автомобіля (попередня оцінка працездатності основних вузлів і агрегатів)
3. Ділянка зливу рідин (масел, палива, гальмівної і охолоджуючої рідин)
4. Ділянка демонтажу елементів обробки салону і електроустаткування (демонтаж обшивки салону, сидінь, лобового скла, системи запалення, зовнішньої світлової сигналізації, освітлювальних приладів, АБ, панелі приладів і ін.)
5. Ділянка демонтажу вузлів і агрегатів (демонтаж силового агрегату, КПП, зчеплення, заднього моста, підвіски автомобіля, системи ОХОЛОДЖУВАННЯ, гальмівної системи, приводів зчеплення, системи живлення і ін.)
6. Ділянка розбирання вузлів і агрегатів і вибраковування деталей (розбирання вузлів і агрегатів, працездатність яких виявилася низькою при попередньому огляді і діагностиці, вибраковування деталей)
7. Агрегатна ділянка (ремонт придатних для подальшої експлуатації агрегатів автомобілів і збірка)
8. Ділянка дефектоскопії (дефектоскопія деталей, вузлів і агрегатів автомобіля для визначення придатності до подальшої експлуатації і визначення залишкового ресурсу)
9. Ділянка пресування і подрібнення непридатних до подальшої експлуатації кузовних і агрегатних частин і кузова в цілому .
10. Ділянка зберігання підготовлених до рециклінгу кузовних частин (спресованих, подрібнених)

Після проведення етапів по дефектуванню вузлів і агрегатів автомобіля, запчастини придатні до експлуатації відправляються на реалізацію, а не придатні відправляються на підприємства які займаються рециклінгом цих частин автомобіля.

6.2 Оцінка ефективності рециклінгу автомобілів в Україні

Підвищення ефективності управління відходами залишається однією з найважливіших задач в сфері матеріального виробництва та невиробничій сфері. З огляду на спостережуване зростання утворення відходів, першочергова увага слід приділяти зниженню їх накопичення, максимально можливого залучення відходів в господарський оборот. Поряд з цим необхідно забезпечувати екологічно безпечне поводження з відходами в процесі виробництва продукції і наданні послуг, при знешкодженні та розміщенні небезпечних відходів. По суті, авторециклінг в Україні знаходиться сьогодні поза зоною правового поля, тому що закон України «Про утилізацію транспортних засобів» від 04.07.2013 р № 421 був скасований в 2014 році. Розвиток авторециклінга зачіпає і вирішує питання наступного характеру:

1) Екологічного

- часткове вирішення проблеми обмеженості невідновних природних ресурсів і джерел енергії;

- зменшення відходів, що забруднюють повітря, ґрунт і водні об'єкти;

2) соціального:

- вирішення проблеми забезпечення особистим автотранспортом громадян;

- створення додаткових робочих місць на підприємствах, які переробляють непридатні до експлуатації автомобілі;

3) економічного:

- підтримка української автомобільної промисловості;

- можливість використання вторинних ресурсів автотранспортного комплексу (отримання вторинної сировини в процесі переробки автопокришок, кузовів, свинцево кислотних акумуляторів, пластика і інших матеріалів)

На нашу думку, при розгляді ефективності рециклінгу слід звернути увагу на наступні ключові питання сфері ресурсозбереження: економічну ефективність використання ресурсів і запобігання забрудненню

навколишнього середовища. Також необхідно враховувати наявність в необхідних обсягах тих чи інших відходів на досліджуваних територіях і можливість повторного використання в народному господарстві деталей (агрегатів), отриманих при розбиранні транспортних засобів під час утилізації, що дозволить продовжити експлуатацію відремонтованого таким способом автомобіля. Пропонується ввести поняття «Показник ефективності рециклінгу» (PR). Що враховує найбільш важливі фактори

$$P_R = E \cdot I_R \cdot K \cdot U_R,$$

де PR - показник ефективності рециклінгу; E - показник економічної ефективності рециклінгу;

I – показник екологічної значимості рециклінгу;

K -показник відносного обсягу передбачуваного рециклінгу;

UR- рівень повторного використання в народному господарстві деталей (агрегатів), отриманих при розбиранні транспортних засобів для утилізації. Показник UR дозволяє здійснювати найбільш значущі для суспільства в цілому заходи щодо утилізації, переробки відходів для країн з різним рівнем економічного розвитку. Вимірник (показник UR) Знаходиться в межах 0,1-1; чим більше його значення, тим більше деталей (агрегатів), отриманих при розбиранні транспортних засобів для утилізації, йде на повторне використання (що відповідає країнам з нерозвинутою економікою). Економічна складова відображає економічну ефективність всього процесу рециклінгу. Незважаючи на відсутність законодавчої та концептуальної бази рециклінгу, в Україні солідний науково-технологічний розвиток оцінки економічної ефективності цих процесів. Стосовно до рециклінгу досвід економічної оцінки процесів особливо розвинений в області утилізації та переробки відходів металів. Аналіз накопиченого досвіду дозволяє стверджувати, що за сукупністю своїх можливостей металургія є областю промисловості, пристосованої більш всього для переробки промислових

побутових відходів і, зокрема, для рециклінгу металовмісних матеріалів. І це економічно високоефективний бізнес.

Екологічна складова відображає ступінь запобігання негативного впливу відходів на навколишнє середовище. Це відбивається як в повному запобіганні екологічно негативного впливу, так і в зменшенні наноситься відходами екологічної шкоди. враховується ступінь небезпеки відходів для навколишнього середовища (Людини), ступінь «самоліквідації», розкладання відходів. Складова обсягу рециклінгу відображає кількісний вміст відходів на території (країни, регіону). Введення цього показника **обумовлено** їх неоднорідністю в регіонах. Наприклад, для деяких країн частка радіоактивних відходів мізерно мала або відсутня зовсім в порівнянні з іншими країнами. У промислових регіонах дуже значна частка металобрухту, а в курортних - побутових відходів і т.д.

Щорічно в Україні утворюється близько 850 млн тонн відходів, в тому числі твердих побутових відходів - 9 млн тонн. Склад відходів, їх шкідливий вплив на екологію і економічна ефективність процесу їх рециклінгу істотно відрізняються по регіонах. При цьому експерти вважають, що до 10% побутових і до 50% промислових відходів цілком можуть бути перероблені у вторинну сировину по існуючим технологіям. Малий бізнес, на плечі якого в даний час лягла вся важкість створення функціонування мережі підприємств зі збору та переробці відходів, не здатний впоратися з рециклінгом відходів і має низький показник **PR**. Слід визнати, що до сих пір в країні з низькою активністю формується інфраструктура, що забезпечує збір, транспортування і переробку відходів. Основною операцією, завершальний життєвий цикл відходів, залишається їх розміщення в місцях тимчасового поховання.

6.3 Висновок до шостого розділу

Національна система авторециклінга не може будуватися виключно на ринкових принципах - обов'язковим її організаційно-економічним елементом

має бути адміністративне регулювання. Формування національної системи авторециклінга необхідно проводити на основі пріоритетного вивчення передового міжнародного досвіду в цій сфері, який, як показує практика, в даний час є дійсно ефективним інструментом забезпечення стійкості автомобільних ринків. Високоєфективні результати рециклінгу, характеризуються високою величиною показника **PR**, підлягають опрацюванню підприємствами на комерційній основі, а низько ефективні - реалізуються за допомогою державної підтримки (на загальнодержавному або обласних рівнях). Державна підтримка повинна бути відображена в правових актах, узаконювати і стимулювати підтримку розвитку рециклінгу України, а також в бюджетному субсидуванні заходів з низьким значенням показника **PR**.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Визначення небезпечних та шкідливих чинників на робочих місцях по показникам умов праці при роботі на СТО, та їх аналіз.

Охорона праці (ГОСТ.12.0.002 - 80.ССБТ) при ремонті автомобілів в будівлях та спорудах СТО є система законодавчих актів соціально економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально - профілактичних заходів та засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Призначення охорони праці на виробництві. Як відомо - повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Поліпшення умов праці та її безпеку призводять до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, що зберігає здоров'я працюючих і одночасно приводить до зменшення витрат на оплату відповідних пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах.

У даному розділі "Охорона праці" поряд з теоретичними основами, з достатньою повнотою, розглянуті організаційні питання охорони праці, пожежної безпеки, електробезпеки, оздоровлення повітряного середовища виробничих приміщень, методи і засоби забезпечення безпеки технологічних процесів, а також наведені вимоги, методи і засоби, що забезпечують безпеку праці при випробуванні двигуна. Робота по ремонту автомобілів супроводжується небезпечними і шкідливими виробничими чинниками. Небезпечними виробничі факторами при ремонті автомобілів, це фактори які за певних умов можуть викликати різке погіршення здоров'я працюючого.

Шкідливі виробничі фактори супроводжують ремонт автомобілів: підвищена або знижена температура повітря робочої зони; високі вологість повітря; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку та різних випромінювань - теплових, іонізуючих, електромагнітних, інфрачервоних та інші.

До шкідливих фізичних факторів належать також запиленість і загазованість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочих місць,

проходів та проїздів; підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку. Під шкідливим розуміється речовина, яка при контакті з організмом людини викликає виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я. Класифікація шкідливих речовин і загальні вимоги безпеки введені ГОСТ 12.1.007-76. Ступінь і характер викликаних речовиною порушень нормальної роботи організму залежить від шляху потрапляння в організм, дози, часу впливу, концентрації речовини, його розчинності, стану сприймальної тканини і організму в цілому, атмосферного тиску, температури та інших характеристик навколишнього середовища. Багато сильно діючі шкідливі речовини викликають в організмі розлад нормальної фізіологічної діяльності без помітних анатомічних пошкоджень, впливів на роботу нервової і серцево-судинної систем, на загальний обмін речовин і т.п. Шкідливі речовини потрапляють в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт і через шкірний покрив. Найбільш ймовірно проникнення в організм речовин у вигляді газу, пари та пилу через органи дихання (близько 95 % всіх отруєнь). Виділення шкідливих речовин у повітряне середовище можливо при проведенні технологічних процесів та у виробництві робіт, зберігання, транспортуванням хімічних речовин і матеріалів, їх видобутком і виготовленням.

Пил є найбільш поширеним несприятливим фактором виробничого середовища. Численні технологічні процеси та операції у промисловості, на транспорті, в сільському господарстві супроводжуються утворенням і виділенням пилу, його впливу можуть піддаватися великі контингенти працюючих. Основою проведення заходів щодо боротьби з шкідливими речовинами є гігієнічне нормування. Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони встановлено ГОСТ 12.1.005-88. Зниження рівня впливу на працюючих шкідливих речовин і його повне усунення досягається шляхом проведення технологічних, санітарно-технічних, лікувально-профілактичних заходів із застосуванням засобів

індивідуального захисту . До технологічних заходів відносяться такі як впровадження неперервних технологій, автоматизація і механізація виробничих процесів, дистанційне керування, герметизація устаткування, заміна небезпечних технологічних процесів і операції менш небезпечними й безпечними. При роботі на СТО дуже часто трапляється працювати в умовах шуму, і тому це дуже важлива частина охорони праці при роботі в умовах СТО, яку треба досконально вивчити задля запобігання захворювань пов'язаних із наслідками неправильного контакту із шумом.

Шумом є хаотичне об'єднання різних частот і звуків.

Вібрація – це механічні коливання матеріальних крапок або тіл.

Тривалий і сильний шум відображає на здоров'ї і працездатності людини. Тривала дія шуму викликає загальну втому, може поступово привести до втрати слуху і глухоти.

Втратою слуху називається постійний зсув порогу чутності на даній частоті, тобто необоротне (стійке) зниження гостроти слуху від дії шуму.

Рівень аеродинамічного шуму, який створюється системою випуску і впуску значно більший за механічний шум, тому основну увагу під час розроблення заходів щодо зменшення шуму двигуна приділяють зменшенню аеродинамічного шуму. Основним засобом для цього є застосування глушників. Граничні частоти звукових коливань системи впуску встановлюється 25 Гц., для системи випуску 100-120 Гц.

В результаті високої частоти обертання колінчастого валу і інших деталей – навіть незначна незбалансованість може викликати значні вібрації, що приводить до підвищеної шумності автомобіля. Тому дуже важливо, щоб усі деталі і вузли, які приймають участь в зворотно-поступальному та обертальному рухах бути динамічно збалансовані. Рівень шуму автомобільних шин найвагомійший чинник, що заважає зменшувати шум автомобіля, особливо під час руху з великими швидкостями.

Шум автошин виникає внаслідок витікання стислого повітря між поверхнею шини і нерівностями шляху. Зменшення внутрішнього шуму

досягають шляхом нанесення на внутрішню частину кабіни спеціальних звукопоглинаючих матеріалів. Якщо технічними засобами не вдається ПОНИЗИТИ шум і вібрацію до допустимих меж, застосовують індивідуальні засоби захисту. До індивідуальних засобів захисту органів слуху відносяться внутрішні і зовнішні, протигаласливі каски. Простими внутрішніми протигаласливими засобами вважаються вата, марля, губка, вставлена в слуховий канал. Вата знімає шум на 3...14 дБ в смузі частот 100...6000 Гц; вата з воском – до 30 дБ. Застосовуються також втулки, які щільно закривають слуховий канал і знижують шум на 20 дБ. Ступінь дії вібрації на фізіологічних відчуття людини визначається коливальним прискоренням із швидкістю коливань. Вібрація, яка діє на людину, нормується для кожного напрямку в кожній октавній смузі. Важливе гігієнічне значення має частота вібрацій. Частоти 35...250 Гц, найбільш характерні при роботі з ручним інструментом, можуть стати причиною вібраційної хвороби із спазмами судин. Частоти нижче від 35 Гц служать причиною змін в нервово-м'язовій системі і в кістково-суглобовому апараті. Найнебезпечніші виробничі вібрації, які рівні або близькі до частот коливань людського організму або окремих органів (6...10 Гц). Коливання з такою частотою впливає на психічний стан людини. Крім того, вібрація здійснює руйнівну дію на машини, устаткування і конструкції. Вона виражається в понижених ККД машин і механізмів, завчасному зношуванні деталей і небезпеки виникнення аварій.

7.2 Розрахунок захисного заземлення

Експлуатація більшості машин і устаткування пов'язана із застосуванням електричної енергії. Електричний струм, проходячи через організм, надає термічне, електролітичне, і біологічний вплив, викликаючи місцеві і загальні електротравми.

Основними причинами дії струму на людину є:

- Випадковий дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин;- Поява напруги на металевих частинах обладнання внаслідок пошкодження ізоляції або помилкових дій персоналу;

- Крокові напругу в результаті замикання проводу на землю. Основні заходи захисту від ураження струмом: ізоляція, недоступність струмопровідних частин, застосування малого напруги (не вище 42В, а в ОСОБЛИВО небезпечних приміщеннях - 12 В), захисне відключення, застосування спеціальних електрозахисних засобів, захисне заземлення та занулення. Одне з найбільш часто застосовується мірою захисту від ураження струмом є захисне заземлення. Заземлення - навмисне електричне з'єднання з землею металевих не струмопровідних частин, які можуть виявитися під напругою. Розділяють заземлювачі штучні, призначені для цілей заземлення, і природні - перебувають у землі металеві предмети для інших цілей. Для штучних заземлювачів застосовують зазвичай вертикальні і горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують сталеві труби діаметром 3 - 5 см і сталеві куточки розміром від 40 x 40 до 60 x 60 мм довжиною 3 - 5 м. Також застосовують сталеві прутки діаметром 10 - 20 мм і довжиною 10 м. Для зв'язку вертикальних електродів і як самостійного горизонтального електрода використовують сталь перерізом не менше 4 x 12 мм., І сталь круглого перерізу діаметром не менше 6 мм. В якості заземлюючих провідників застосовують смугову або круглу сталь, прокладку яких виробляють відкрито по конструкції будівлі на спеціальних опорах. Заземлюючого обладнання приєднується до магістралі заземлення паралельно окремими провідниками.

При проходженні електричного струму через організм людини або дії електричної дуги виникають електротравми, які за ознакою поразки діляться на електричні удари і травми.

У першому випадку відбувається поразка всього організму, особливо, його внутрішній частині.

У другому – місцеве ураження шкіри, м'язів і інших частин тіла.

Вихідні дані:

- кліматична зона – 2;
- питомий опір ґрунту $\rho_{\text{ґр}} = 75 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- довжина вертикальних електродів $l = 2,2 \text{ м}$;
- діаметр заземлювача $d = 55 \text{ мм} = 0,055 \text{ м}$;
- ширина з'єднувальної смуги $b = 35 \text{ мм} = 0,035 \text{ м}$;

1) Визначаємо опір розтіканню струму через 1 заземлювач

$$R_{\text{ґр}} = 0,9(\rho \cdot l) = 0,9(75/2,2) = 148,5 \text{ Ом} \quad (7.1)$$

2) Визначаємо орієнтовне число вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування

$$N = R_{\text{ґр}} / r = 148,5 / 4 = 37 \quad (7.2)$$

де r - допустимий опір заземлюючого пристрою. Ом.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) на електричних установках напругою до 1000 В допустимий опір заземлюючого пристрою дорівнює не більше 4 Ом. Приймаємо 39 штук.

Розмістивши вертикальні заземлювачі на плані і визначивши відстань між ними, визначають коефіцієнт екранування заземлювачів
Відстань між заземлювачами $= 2,76 \text{ м}$. $\eta_{\text{ґр}} = 0,5$

3) Визначаємо довжину з'єднувальної полоси

$$L = N \cdot a = 39 \cdot 2,76 = 108 \text{ м}. \quad (7.3)$$

4) Знаходимо опір розтіканню електричного струму через сполучну смугу

$$R_{\pi} = 2,1(\rho / D) = 2,1(75/108) = 1,45 \text{ Ом} \quad (7.4)$$

5) Визначаємо результуючий опір розтікання струму всього заземлюючого

пристрою

$$R_3 = R_{\text{ТР}} R_{\pi} \eta_{\pi} R_{\text{ТР}} \eta_{\text{ТР}} R_{\pi} N = 215,3/63,875 = 3,37 \text{ Ом} \quad (7.5)$$

$$\eta_{\pi} = 0,24$$

6) Отриманий результуючий опір розтікання струму всього заземлюючого пристрою порівнюють з допустимим.

$$R_3 \leq R_d \quad 3,37 \leq 4$$

Розрахунковий результуючий опір заземлюючого пристрою задовольняє вимогам ССБТ ГОСТ 12.1.030-81, Сніп-4-80 І ПУЕ і є безпечним при експлуатації устаткування.

Схема захисного заземлення ГПК зображена на листі 9-б графічної частини ДП.

7.3. Освітлення виробничого приміщення.

Правильно спроектоване і виконане виробниче освітлення поліпшує умови роботи, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню виробництва праці і якості продукції, що випускається, безпеки праці та зниження травматизму на ділянці.

Освітлення робочого місця - найважливіший фактор створення нормальних умов праці. Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути двох видів природне і штучне.

Природне освітлення підрозділяється на бічне, здійснене через світлові прорізи в зовнішніх стінах; верхнє, здійснене через аераційні і зенітні ліхтарі, прорізи в перекриттях; комбіноване, коли до верхнього освітлення додається бокове .

Штучне освітлення може бути двох систем - загальне і комбіноване , коли до загального освітлення додається місцеве, що концентрує світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для прибирально-МИЙНОЇ зони площею 117 м², ширина якої складає 10м, довжина –11,7 м, висота – 5м. . Висота розрахункової поверхні h_p = 0,8 м. , відстань від стелі до низу лампи світильника h_c = 0,6 м. Запиленість повітря бкг/м³ темної пилу. Приміщення має побілений стеля, бетонні стіни, темну робочу поверхню.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{\eta}, \quad (7.6)$$

де: F – світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 100Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=117 м²);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z =1,1);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K = 1,5$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{ст.}$) і стелі ($\rho_{стелі}$))

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (7.7)$$

де:

S – площа приміщення, $S = 117 \text{ м}^2$;

A – ширина приміщення, $A = 10 \text{ м}$;

B – довжина приміщення, $B = 11,7 \text{ м}$;

h – розрахункова висота підвісу.

$$h = h - h_n - h_c = 5 - 0,8 - 0,6 = 3,6 \quad (7.8)$$

$$i = \frac{117}{3,6(10 + 11,7)} = 1,49 \quad (7.9)$$

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею 4 [ДБН В.2.5-28-2006] знаходимо η . $\eta = 0,5$

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F

$$F = \frac{100 \cdot 117 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,5} = 38610 \quad (7.10)$$

Для освітлення використані лампи ЛБ 40-1, потужністю 40 Вт

$F_{л} = 4320$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$n = \frac{F}{F_{л}} = \frac{38610}{4320} = 9шт \quad (7.11)$$

Приймаємо 10 ламп. 2 ряди по 5.

7.4. Розрахунок вентиляції в зоні ТО і ТР

Розрахунок заснований на визначенні необхідної кількості змінюваного повітря в годину і вибору вентиляційної установки.

Кількість шкідливих речовин, що викидаються за зміну в зоні ТО і ТР.

$$g = 15B \cdot P/100 \cdot T/60, \text{ кг/год}, \quad (7.12)$$

де $B=1$ л. - витрата палива автомобілів за зміну, що знаходяться в зоні;

$T=30$ мин. - час роботи двигунів автомобілів за зміну, що знаходяться в зоні ТО і ТР;

$P=4\%$ - зміст окислу вуглецю З відпрацьованих газів.

$$g = 15 \cdot 1 \cdot 4 / 100 \cdot 30 / 60 = 0,3 \text{ кг/ГОД}. \quad (7.13)$$

Кількість змінюваного повітря в зоні ТО і ТР.

$$Z = (g \cdot 100) / \text{ПДК}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (7.14)$$

де: $P_{дк}=20$ міліграм/година - гранична допустима концентрація шкідливих речовин в зоні ТО і ТР.

$$Z = (0,3 \cdot 1000 \cdot 10^3) / 20 = 15000 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (7.15)$$

Необхідна потужність для повітрообміну:

$$N = (H \cdot Z) / (3600 \cdot h \cdot 102), \text{ кВт}, \quad (7.16)$$

де $H = 100 - 300 \text{ кг/м}^3$;

$h = 0,5 - 0,6$;

$$N = (250 \cdot 15000) / (3600 \cdot 0,55 \cdot 102) = 18,5 \text{ кВт}. \quad (7.17)$$

Відповідно до отриманого розрахунку вибираємо наступні параметри вентиляційної установки: 4A180M6, вентилятор Ц-4-70, двигун $N=18,5 \text{ кВт}$, $n=980 \text{ хв}^{-1}$.

Зображення вентиляції зображене на листі 9 графічної частини ДП.

7.5. Пожежна безпека

Пожежі на машинобудівних підприємствах представляють велику небезпеку для працюючих і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. До основних причин пожеж, що виникають при виробництві електродвигунів, можна віднести: порушення технологічного режиму, несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження), самозаймання промасленим дротя та інших матеріалів, схильних до самозаймання, недотримання графіка планового ремонту, реконструкції установок з відхиленням від технологічних схем. У проектованій зоні ТО і ТР можливі такі причин пожежі: перевантаження проводів, коротке замикання, виникнення великих перехідних опорів. Самозаймання різних матеріалів, сумішей і мастил, висока конденсація займистими суміші, в повітрі (пари бензину). Для локалізації та ліквідації пожежі внутрішньо-цехових засобами створюються

наступні умови попередження пожеж: палити тільки в суворо відведених місцях, патьоки , і розливи масла і розчинника прибирати дрантям, дрантя повинна знаходитися в спеціально пристосованому контейнері.

Проектована зона ТО і ТР за ступенем засобів пожежогасіння належить до категорії Б (918 м2). Зона ТО і ТР обладнується первинними засобами пожежогасіння.

Їх кількість і склад визначені ВНТП 46-16-96:

- Вогнегасник вуглекислотний ОУ- 2;
- Пінний вогнегасник ОП- 2А;
- Ящик з піском місткістю 0.5-3.0 м3 і лопата;
- Пожежний щит.

Пожежна безпека зони ТО і ТР і СТО в цілому забезпечується:

- Системою запобігання пожежі
- Системою протипожежного захисту,
- Організаційно - технічними заходами щодо ГОСТ 12.1.004-85.

"Пожежна безпека. Загальні вимоги. "Система запобігання пожежі та протипожежного захисту в сукупності повинні виключати вплив на людей небезпечних факторів пожежі:

- відкритого вогню та іскор;
- підвищеної температури навколишнього середовища;
- токсичність продуктів горіння і диму;
- зниженій концентрації кисню;
- падаючих частин будівельних конструкцій тощо
- небезпечних факторів вибуху - по ГОСТ 12.1.010 - 86 .

Зовнішнє пожежогасіння забезпечується від пожежних гідрантів , розміщених на території СТО і обладнуються вказівними значками.5.9 . Техніка безпеки в зоні ТО і ТР. Перед початком роботи необхідно перевірити справність устаткування, пристосувань і інструмента, огорожень, захисного заземлення, вентиляції. Під час роботи необхідно дотримуватися всі правила використання технологічного устаткування,

дотримуватися правил безпечної експлуатації транспортних засобів, і вантажопідіймальних механізмів, дотримуватися вказівки про безпечний зміст робочого місця. В аварійних ситуаціях необхідно неухильно виконувати всі правила регламентують поведінку персоналу при виникненні аварій і ситуацій, які можуть призвести до аварій і нещасних випадків. По закінченні роботи має бути вимкнене все електрообладнання, проведена прибирання відходів виробництва та інші заходи, що забезпечують безпеку на ділянці. Зона ТО і ТР повинна бути оснащена необхідними попереджувальними плакатами, устаткування повинне мати відповідне забарвлення. Сам зона ТО і ТР повинна бути спланована згідно з вимогами техніки безпеки, а саме дотримання: ширини проходів, проїздів, мінімальна відстань між устаткуванням. Всі ці відстані повинні бути не менше допустимих.

7.6. Висновок по розділу

В частині дипломного проекту з охорони праці в галузі та безпеці в надзвичайних ситуаціях були визначені небезпечні та шкідливі чинники на робочих місцях по показникам умов праці при роботі на СТО і проведений їх аналіз.

Також було розраховано захисне заземлення, з'ясована кількість заземлювачів, в залежності від кліматичної зони, питомого опору ґрунту та довжини вертикальних електродів, виявлено довжину з'єднувальної смуги. Проведені розрахунки щодо освітлення та вентиляції зон ТР та ТО. Опрацьовані заходи щодо пожежної безпеки.

Виявлені і детально розроблені усі запобіжні заходи, що забезпечують охорону праці на виробництві і безпеку у надзвичайних ситуаціях.



1

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»
Кафедра експлуатації та ремонту машин

Презентаційний матеріал до дипломної роботи магістра
на тему:

Розробка концепції рециклінгу автомобілів в Україні

Виконав: студент 2 курсу групи **АТ-17**мн
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
Пищида **Вадим Дмитрович**

Керівник роботи
к.т.н., доцент Заяць Георгій Володимирович

Дніпро 2019

Розробка концепції рециклінгу автомобілів в Україні

Актуальність теми:

Сьогодні автомобіль - це необхідність кожного дня, невід'ємна частина нашого життя. Світовий парк легкових автомобілів вже перевищує 600 млн. Шт. Тільки в Україні їх налічується близько 6 млн. На 44 млн. Жителів. Тенденція розвитку автопарку свідчить те, що роки через 10-15 кількість легкових автомобілів на 1000 жителів зросте до 200. Зі збільшенням автомобілів не придатних до експлуатації постає питання їх глобальної утилізації і рециклінгу 95% складових частин автомобіля.

Мета досліджень:

Розглянути існуючі програми з утилізації та технології рециклінгу автомобілів країн лідерів, а також впроваджені Українські програми. На основі цього розробити свою концепцію з рециклінгу автомобілів в Україні.

Завдання досліджень:

1. Огляд існуючих програм з рециклінгу основних складових частин автомобілів.
2. Визначення та обґрунтування основних етапів рециклінгу автомобілів.
3. Застосування новітніх і безпечних технологій з рециклінгу відпрацьованих мастильних матеріалів і автомобільних шин.
4. Застосування процесів рециклінгу складових частин автомобілів в Україні.
5. Огляд діючих програм з рециклінгу і утилізації автомобілів в Україні.
6. Концепція рециклінгу автомобілів в Україні з урахування передового міжнародного

Об'єкт дослідження:

Процеси та етапи рециклінгу автомобілів.

Предмет дослідження:

Автомобіль як ресурс для повторного використання в різних галузях промисловості.

Практичне значення:

Рециклінг автомобіля на 95%

Основні етапи рециклінгу автомобілів

2

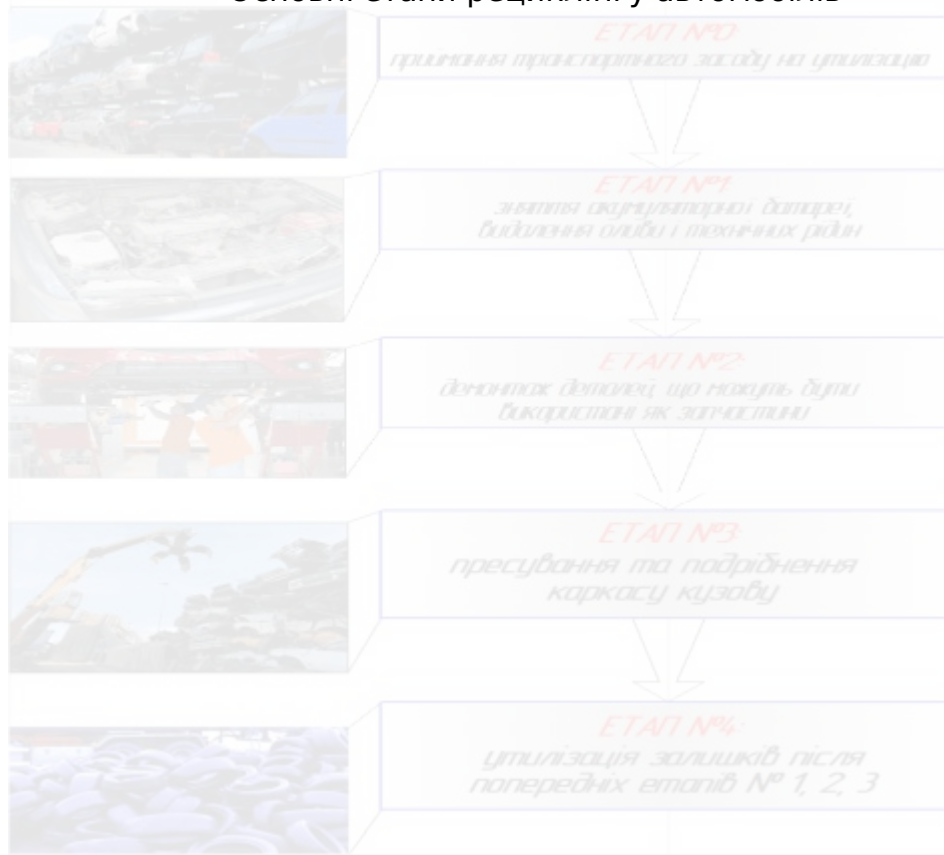


Схема рециклінгу автомобіля

3

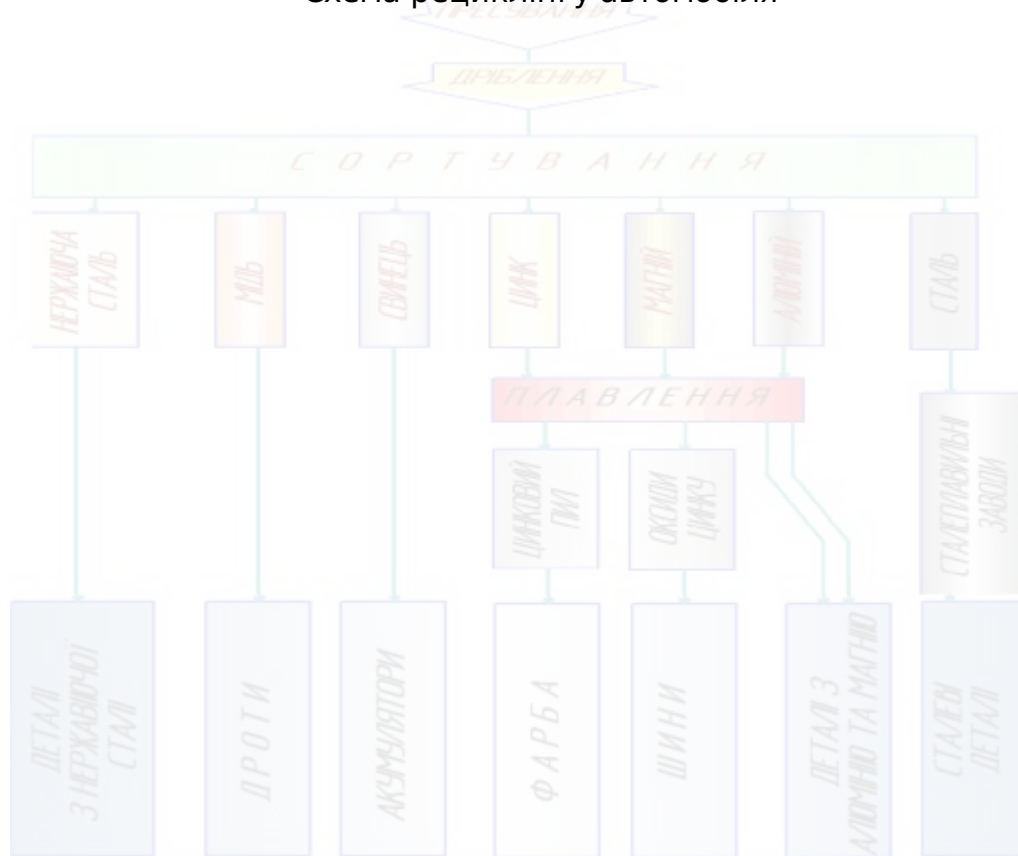
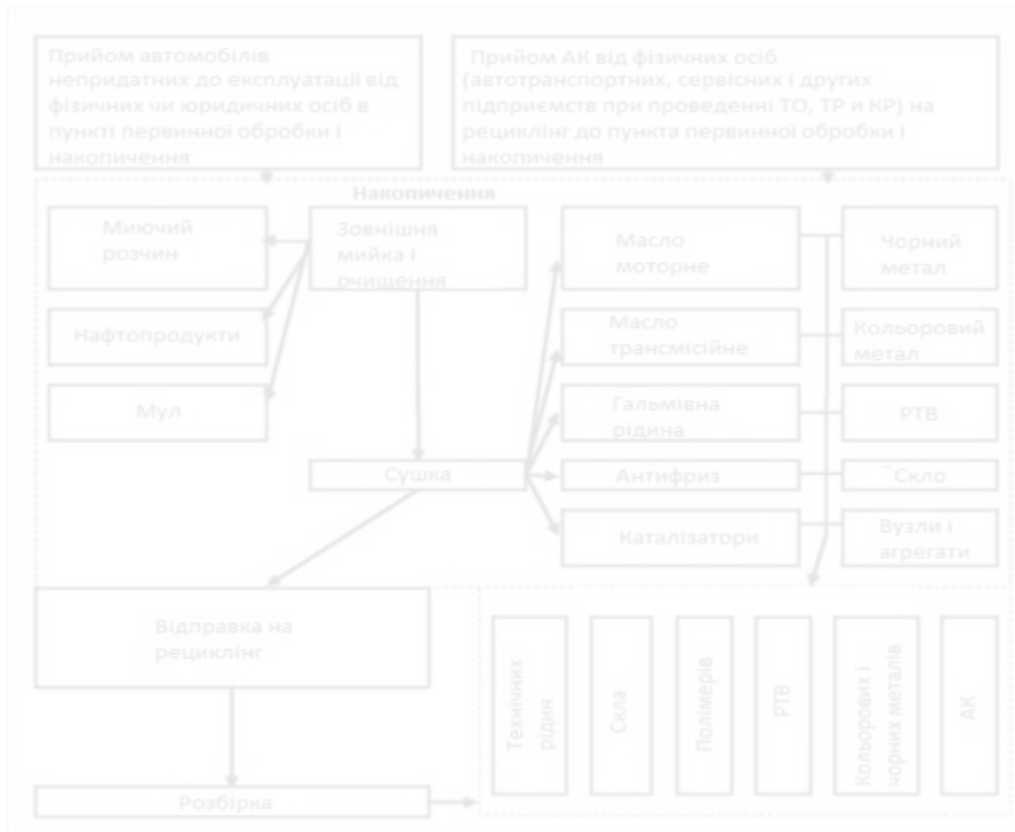


Схема матеріального і фінансового потоків в системі поводження з відходами автомобілів, що вийшли з експлуатації в ЄС **4**



Схема грузопотоку автомобілів та їх складових, непридатних до експлуатації 5



Переробка та рециклінг зношених автомобільних шин

6

Загальна схема з переробки зношених шин Продукти переробки зношених шин

Резинова крихта
66%

Метал 16%

Текстильний корд
17%

Способи використання резинової крихти

Додавання в дорожнє покриття

Покриття спортивних майданчиків

Виготовлення будівельних елементів

Виготовлення захисних елементів для автомобілів

Показник ефективності рециклінгу автомобілів

7

$$P_R = E \cdot I_E \cdot K \cdot U_R,$$

PR – показник ефективності рециклінгу автомобілів

P – показник економічної ефективності рециклінгу

IE – показник екологічної значимості рециклінгу

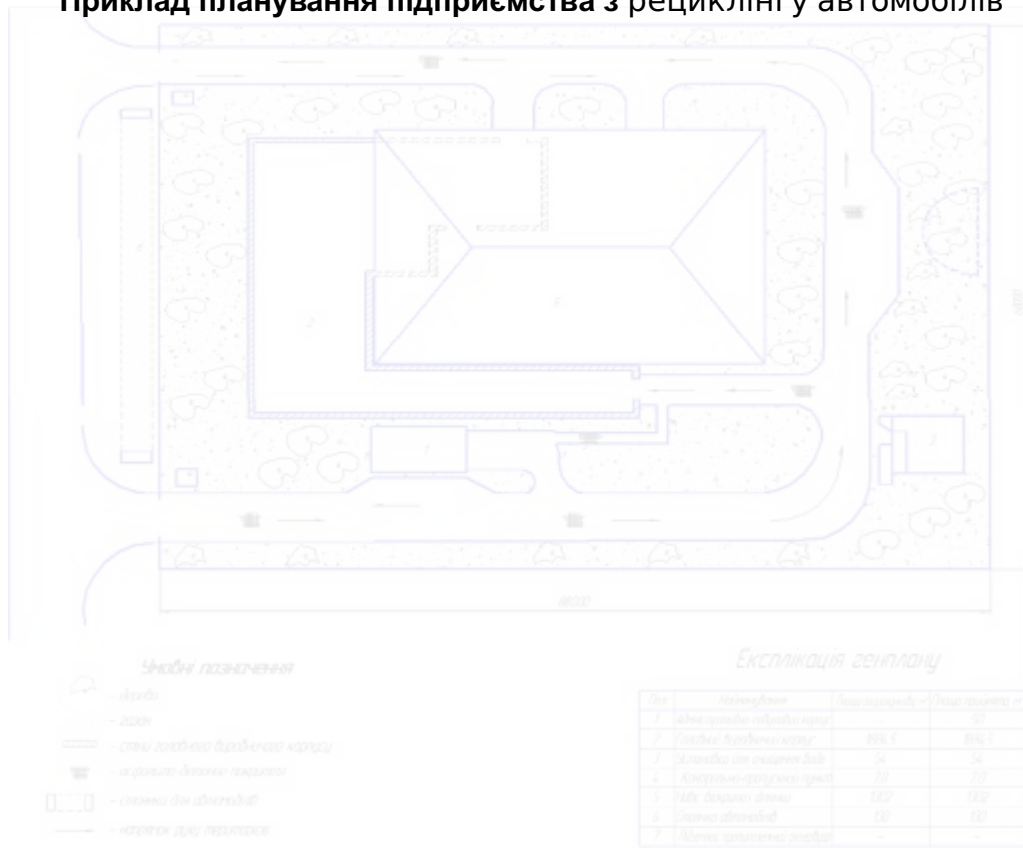
K – показник відносного обсягу передбачуваного рециклінгу

UR - рівень повторного використання в народному господарстві деталей (агрегатів), отриманих при розбиранні транспортних засобів для утилізації.

Вимірювач (показник UR) Знаходиться в межах 0,1-1; чим більше його значення, тим більше деталей (агрегатів), отриманих при розбиранні транспортних засобів, йде на повторне використання.

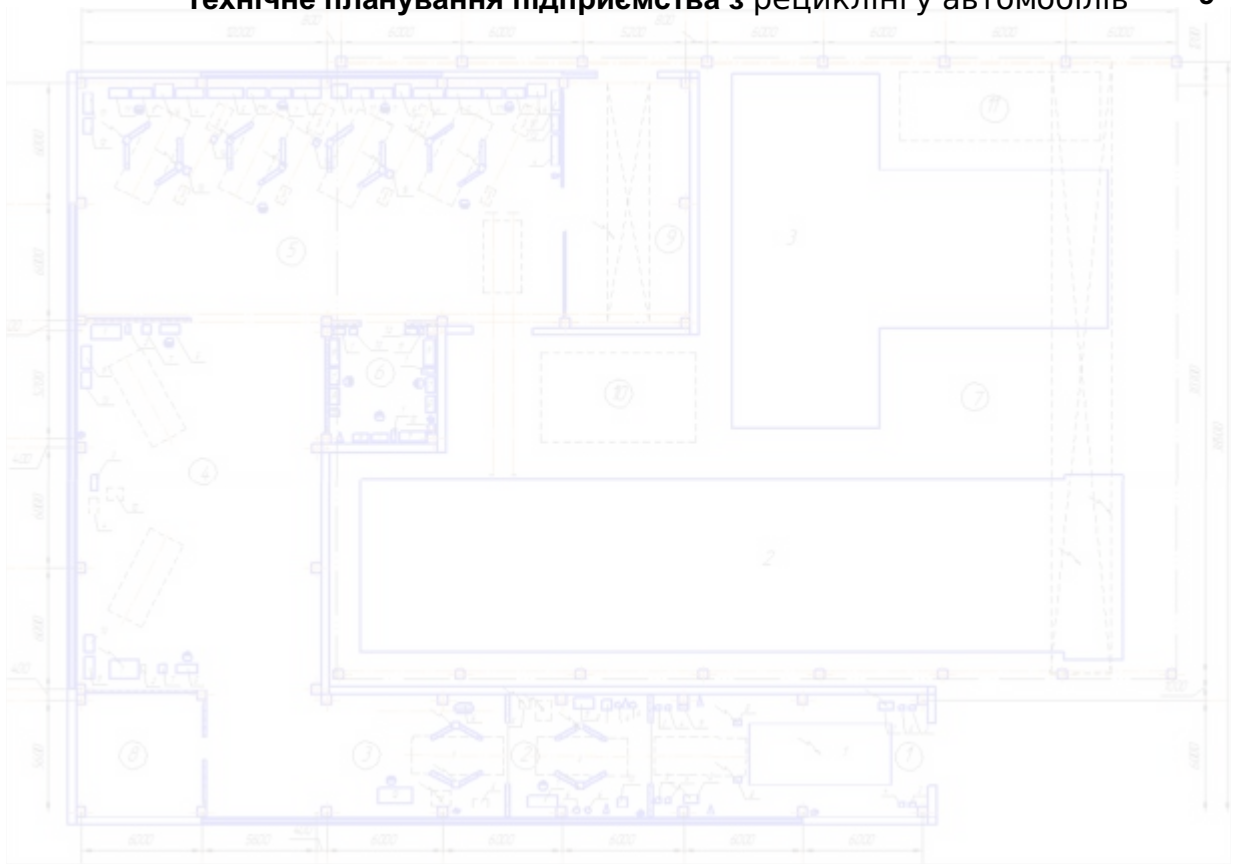
Приклад планування підприємства з рециклінгу автомобілів

8

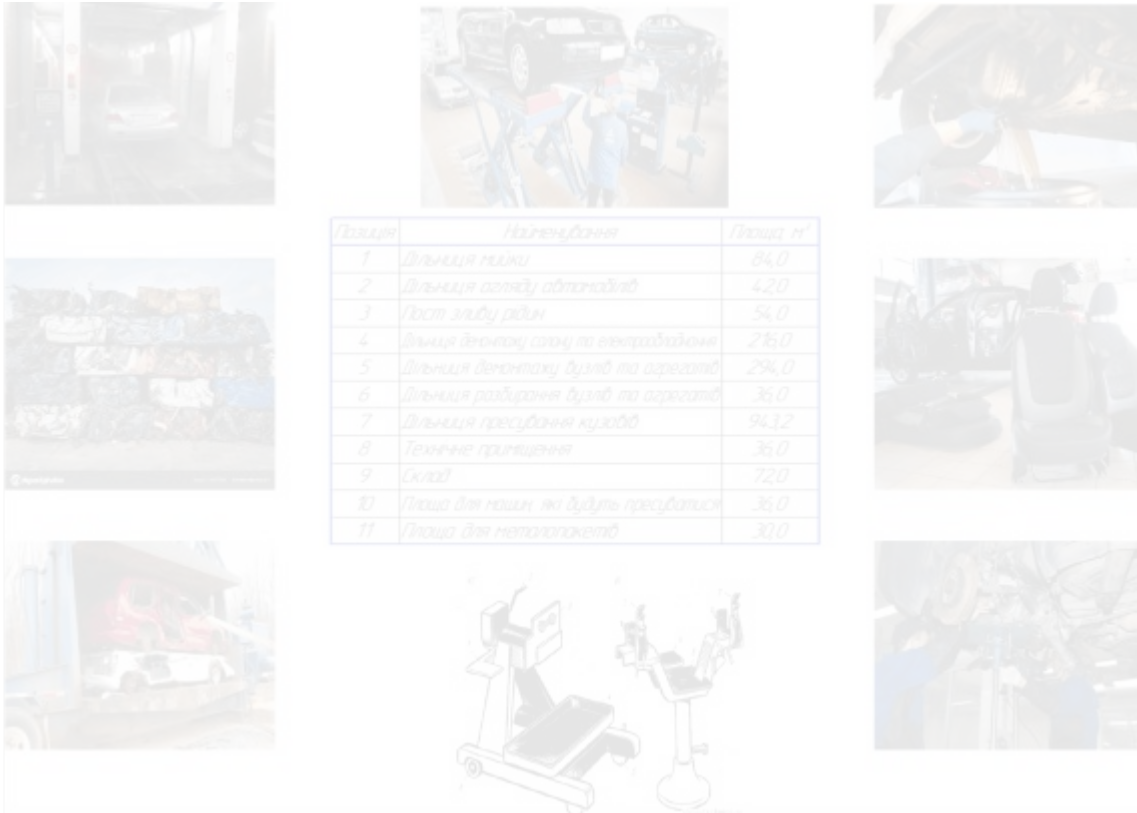


Технічне планування підприємства з рециклінгу автомобілів

9



Технологічні дільниці підприємства з рециклінгу автомобілів 10



Познач	Назив дільниці	Площа м ²
1	Дільниця мийки	84,0
2	Дільниця огляду автомобілів	420
3	Пост зливу рідин	54,0
4	Дільниця демонтажу салону та агрегатів	236,0
5	Дільниця демонтажу бамперів та агрегатів	294,0
6	Дільниця розбирання бамперів та агрегатів	36,0
7	Дільниця пресування кузовів	94,12
8	Технічне призначення	36,0
9	Склад	720
10	Площа для машин які будуть пресуватися	36,0
11	Площа для металопорошків	30,0

Загальні висновки

1. Розглянуто діючі програми рециклінгу автомобілів передових країн лідерів, зроблені висновки стосовно доцільності їх використання (економічного, екологічного, промислового)
2. Визначено основні етапи рециклінгу автомобіля на підприємстві.
3. Застосовано новітні технології з рециклінгу автомобільних шин та мастильних матеріалів, які використовуються в передових країнах світу.
4. Застосовано і розглянути процеси рециклінгу складових частин автомобілів на підприємствах.
5. Розглянуто програму утилізації від компанії Хаммель Україна, зроблено висновок, що програма не є доцільною з точки зору рециклінгу.
6. Розроблено концепцію при якій автомобіль повинен досягти 95% рециклінга всіх його складових частин.

ДОПОВІДЬ ЗАВЕРШЕНО
ДОПОВІДЬ ЗАВЕРШЕНО

ДЯКУЮ
ЗА
УВАГУ!



Совпадения

Совпадения с источниками из Интернета

193

4	http://reff.net.ua/1891-Tehnika_bezopasnosti_v_promyshlennosti.html	2.66%
5	https://revolution.allbest.ru/manufacture/00604659_2.html	2.38%
6	http://ukrefs.com.ua/page,21,117258-Analiz-polozheniya-i-strategiya-razvitiya-predpriyatiya-Avtodom-Ateks-na-rynke-uslug-av...	2.34%
10	http://www.hammel.com.ua/index.php?id=95	1.77%
11	http://olnova.com.ua/metalevi-konstruktsiyi-stari-avtomobili	1.76%
12	http://jak.bono.odessa.ua/articles/utilizacija-avtotransportnih-vidhodiv.php	2 Источник 1.55%
14	https://StudFiles.net/preview/6329374/page:14	15 Источник 1.33%
17	https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=811820	5 Источник 1.2%
18	http://diplomba.ru/work/24359	0.94%
19	https://ukrbukva.net/page,15,102762-Eskiznyiy-proekt-agregatnogo-uchastka-trolleiybusnogo-depo.html	0.9%
21	http://jak.bono.odessa.ua/articles/svitovij-dosvid-pererobki-avtomobiliv.php	0.79%
22	http://www.8ref.com/5/referat_59548.html	5 Источник 0.62%
24	https://ua-referat.com/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D1%96%D...	0.52%
25	https://ua-referat.com/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D...	21 Источник 0.52%
26	https://jak.koshachek.com/articles/pererobka-pokrishok.html	0.52%
27	http://bukvar.su/transport/66715-Vtorichnye-resursy-v-avtomobil-nom-hozyaystve-i-trebovaniya-k-nim.html	2 Источник 0.49%
28	http://um.co.ua/8/8-3/8-30577.html	5 Источник 0.49%
29	https://diplomconsult.ru/preview/5082286	3 Источник 0.47%
30	http://ur.co.ua/103/1281-1-razrobotat-optimal-noe-rabochee-mesto-inzhenera-programmista-raschet-osveshennosti	2 Источник 0.47%
31	http://reflist.su/besplatno/referat_zcgfxd	0.44%
32	http://4ua.co.ua/construction/va3ad79b5c53a88421216c26_0.html	0.42%

33	http://um.co.ua/8/8-3/8-30575.html		0.39%
35	https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00102270_0.html	4 Источник	0.36%
36	http://cad.kpi.ua/attachments/093_2015_%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D1%87%D1%83%D0%BA.pdf	3 Источник	0.35%
37	https://jak.koshachek.com/articles/pererobka-avtomobilja-i-avtoloma-metalurgijnij.html		0.35%
38	http://4ua.co.ua/manufacture/yb2bc68b4c43b88421216c37_1.html		0.35%
39	https://studentbank.ru/view.php?id=40556&p=6	2 Источник	0.34%
41	http://www.referatu.com.ua/referats/183/28828/?page=5		0.3%
42	http://ukrdoc.com.ua/text/12693/index-1.html?page=6		0.3%
43	https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=605714		0.29%
44	https://ukrbukva.net/page,7,27346-Vtorichnaya-pererobka-plastmass-kak-primer-bezothodnoiy-tehnologii.html		0.29%
45	https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%...		0.25%
48	https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0...		0.24%
49	http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/30374/1/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%B...	2 Источник	0.22%
50	http://ur.co.ua/94/296-2-tehnologii-utilizacii-shin-i-ih-vosstanovlenie.html		0.22%
51	https://www.BiblioFond.ru/view.aspx?id=588211	2 Источник	0.22%
52	https://otherreferats.allbest.ru/ecology/00849220_1.html	5 Источник	0.22%
53	http://4ua.co.ua/transport/xa2bd78b4c53b89421206c26_0.html		0.21%
54	https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0...		0.21%
55	http://dspace.ltsu.org/bitstream/123456789/1735/1/Drachuk.pdf	3 Источник	0.19%
56	http://soippo.edu.ua/images/%D0%9F%D1%80%D0%BE_%D0%9D%D0%90%D0%A1/%D0%90%D0%B1%D1%96%D1%82%D1%...		0.19%
57	https://ua-referat.com/%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D...		0.19%
58	http://5fan.ru/wievjob.php?id=98224	17 Источник	0.17%
59	https://revolution.allbest.ru/management/00491663_2.html		0.16%

Исключенный текст

Исключения

176

http://reff.net.ua/49049-Tehnika_bezopasnosti_na_uchastke.html	76 Источник	4.27%
http://ur.co.ua/8/503-1-tehnika-bezopasnosti-v-promyshlennosti.html	14 Источник	3.63%
http://jak.bono.odessa.ua/articles/tehnologii-regeneracii-vidpracovanih-masel.php	18 Источник	3.21%
http://ur.co.ua/8/269-1-osnovnye-vrednye-i-opasnye-proizvodstvennye-factory.html	14 Источник	2.14%
http://ur.co.ua/8/285-1-vrednye-himicheskie-veshestva.html	2 Источник	1.96%
https://ua-referat.com/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%88%D0%BA%D1%96%D0%B4%D0%B...		1.9%
https://ua-referat.com/%D0%A8%D0%BA%D1%96%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D1%96_%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%9...		1.49%
http://ur.co.ua/60/15-2-tehnika-bezopasnosti-na-uchastke.html	2 Источник	1.22%
http://um.co.ua/1/1-9/1-91995.html	2 Источник	1.22%
https://studopedia.net/14_26027_v-zoni-to--ta-pr-ie-shist-postiv-pidvisna-kran-balka-chotiri-verstaki-takozh-isnuyut-rizno	2 Источник	0.79%
https://leksi.org/14-76446.html		0.31%
http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Grohovetska-M.S.pdf	3 Источник	0.25%
http://moup.zgia.zp.ua/wp-content/uploads/2015/03/%D0%9C%D0%92_%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D1%96%D1%81%D1	11 Источник	0.25%
http://uk.x-pdf.ru/5stroitelstvo/1347820-5-sumishi-asfaltbetonni-asfaltbeton-dorozhniy-aerodromniy-metodi-viprobuv	29 Источник	0.15%

Исключения по Библиотеке аккаунта

30

Студенческая работа	ID файла: 1000653089	Institution: Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering а	28 Источник	0.57%
Студенческая работа	ID файла: 1000620971	Institution: Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering а	2 Источник	0.37%