

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Дослідження системи рульового керування автомобілів
підвищеної прохідності»**

Виконав: студент VII курсу групи Ат-6

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Любомир ЛЬОДА

(ім'я та прізвище)

Керівник: Степан ХІМКА

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

РЕФЕРАТ

«Дослідження системи рульового керування автомобілів підвищеної прохідності». – Льода Л.А. – Кваліфікаційна робота. Кафедра автомобілів і тракторів. - Дубляни, -Львівський НУП, 2024. 58 с. текст. 5 част. 26 рис., 2 табл., бібл. 21.

У першому розглянуто рульове управління транспортних засобів. Розглянуто типи і види, наведено обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.

У другому розділі розглянуто теоретичні аспекти керуваності автомобілів і різних способів керуваності автомобілів.

У третьому розділі проведений аналіз моделей кермових механізмів.

У четвертому розділі розглянуті недоліки рульового гідравлічного керування, розглянуті способи покращення, проведено дослідження температурного режиму гідравлічної системию Запропоновано вдосконалити системи пристроєм для охолодження рідини.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ПИТАННЯ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ	
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	9
1.1 Розвиток рульового кермування автомобільної техніки.....	9
1.2 Конструкції кермових механізмів	12
1.3 Обґрунтування теми роботи і задачі.....	15
2 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КЕРОВАНOSTІ АВТОМОБІЛІВ	
2.1 Траєкторія руху автомобіля.....	16
2.2 Схеми повороту колісних транспортних засобів	18
Висновки до розділу.....	23
3 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ КЕРМОВИХ МЕХАНІЗМІВ АВТОМОБІЛІВ.....	
3.1 Конструкція рульового механізму.....	25
3.2 Підсилення рульового управління.....	29
3.3 Рульове керування з додатково керованою віссю автомобіля.....	35
Висновки до розділу.....	40
4 ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ РУЛЬОВОГО	
КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....	41
4.1 Недоліки рульового керування з гідропідсилювачем	41
4.2 Методика проведення експерименту і шляхи удосконалення	43
Висновки до розділу.....	47
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	
СИТУАЦІЯХ.....	48

5.1	Аналіз травмонебезпечних ситуацій та вимоги безпеки під час експлуатації електричного обладнання.....	48
5.2	Планування заходів з покращення охорони праці.....	50
5.3	Моделювання процесів формування і виникнення небезпечних ситуацій під час	51
5.4	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	54
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	55
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

ВСТУП

Рульове керування є важливою складовою будь-якого транспортного засобу, особливо автомобіля. Воно дозволяє водієві контролювати напрямок руху та керувати автомобілем, що є критично важливим для безпеки та комфорту пасажирів і інших учасників дорожнього руху. Ось кілька ключових аспектів важливості рульового керування:

Ефективне рульове керування дозволяє водію швидко реагувати на різноманітні дорожні ситуації, включаючи уникнення зіткнень, перестроювання на дорозі та виїзд на поворотах. Правильне керування допомагає уникнути аварій та зберегти життя.

Рульове керування дозволяє водію підтримувати стабільність автомобіля на дорозі під час руху з різною швидкістю та в різних умовах. Коректне рульове керування також забезпечує водію контроль над транспортним засобом під час маневрування.

Водії залежать від рульового керування для забезпечення комфортного та зручного керування автомобілем. Інтуїтивне керування дозволяє водіям відчувати себе впевнено та контрольовано за кермом, що сприяє загальному задоволенню від водіння.

Ефективне рульове керування допомагає водіям максимально використовувати потенціал автомобіля, зменшуючи витрати пального та зберігаючи ресурси транспортного засобу.

Багато країн мають законодавчі вимоги щодо рульового керування, такі як обов'язкова наявність руля, правильне розташування та функціональність керма. Дотримання цих вимог є обов'язковим для водіїв та виробників автомобілів.

Отже, рульове керування є важливою складовою безпеки, комфорту та ефективності водіння, а також відповідає законодавчим вимогам. Воно відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки та зручності для водіїв і пасажирів та сприяє загальній якості дорожнього руху.

Історія керма, або кермового колеса, сягає глибокої давнини і пройшла довгий шлях від простих механізмів до сучасних інженерних виробів. Ось короткий огляд історії виникнення керма:

Спочатку, у давніх часах, судна керувалися за допомогою весел або тягнутих механізмів, таких як веслові штурвали. Це були прості та прямі способи керування, які вимагали значної фізичної праці.

У деяких випадках використовувалися також механічні механізми, щоб допомогти у керуванні. Наприклад, дерев'яні штурвали були використані на деяких давніх кораблях.

У середині 15-го століття в Європі почали використовувати рульове керування на кораблях. Це були прості механізми, які включали в себе веретено або веретенний механізм для керування кермом.

У 19-му столітті, з винайденням парових і потім двигунів внутрішнього згоряння, кермові колеса стали стандартним засобом керування на судах і пароплавах.

Коли автомобілі стали поширеними, було необхідно знайти ефективні способи керування на дорогах. Перші автомобілі мали кермові рулі, але вони значно відрізнялися від сучасних рульових систем.

Сучасні кермові колеса мають складні механізми керування, які дозволяють водіям маневрувати автомобілями з високою точністю та ефективністю. Вони також часто мають додаткові функції, такі як керування системами безпеки та інформаційними екранами.

Отже, історія кермового механізму є історією поступового розвитку від простих механізмів керування до складних та ефективних систем, які ми бачимо сьогодні на сучасних автомобілях.

1 ОГЛЯД ПИТАННЯ. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Розвиток рульового керування автомобільної техніки

У XIX сторіччі вже використовували механізм управління колесами для керування кінними екіпажами. Більшість карет мали передню вісь, яка була рухомою, закріплену на шворні. Це призводило до того, що рама і кузов екіпажу мали три точки опори: дві задні ресори та шворень. Щоб забезпечити вільне обертання коліс, передок екіпажу доводилося піднімати, щоб збільшити висоту. Проте цей механізм мав свої недоліки, такі як нестабільність кузова на трьох опорах, несприятливе розташування передка та складнощі з поворотом.

Іншим варіантом управління був "гайд". Водій, який сидів на козлах, не керував передньою віссю екіпажу (як у воза), або його колесами (як у сучасних автомобілів), але використовував спеціальний двоколісний візок, що виступав перед екіпажем на довгому хоботі. Екіпаж отримував шість коліс за такої системи. Для збільшення кількості місць, іноді до парових екіпажів прикріплювали два-три вагончики, що ще більше збільшувало кількість коліс.

Одним із варіантів організації системи керування була схема, запропонована І.П. Кулібіним для триколісної самокатки. У цій схемі два задні колеса приводилися в рух, а переднє відіграло роль направляючого.

І.П. Кулібін вибрав конструкцію, відмінну від традиційної для того часу конфігурації з колісною осі на шворні, і ближчу до шарнірної схеми, яка ще не застосовувалася. Основна ідея полягала в тому, що переднє колесо не потребувало повного перекочування, як це було у звичайних колісних візків, але могло лише обертатися навколо своєї вертикальної осі. Механізм керування складався з двох важелів, тяг і поворотного круга, в якому розміщувалося переднє колесо. Під час руху один з важелів, зв'язаний з колесом, обертася, передаючи обертання і колесу, із ним – самому колу у відповідному напрямку. Це можна порівняти з тим, як механізм керування

передаче обертання від рульового вала до одного з передніх коліс автомобіля, а для другого колеса використовується поперечна тяга, аналогічно екіпажам з шарнірною передньою віссю (рис. 1.1).

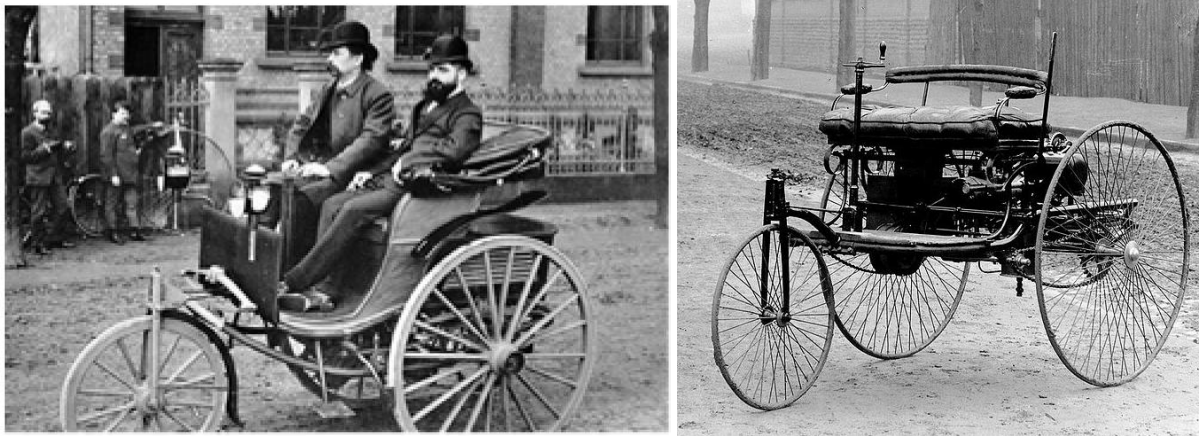


Рисунок 1.1 - Триколісний автомобіль

У 1817 році була запропонована шарнірна система рульового привода для певних швидкохідних екіпажів та великовантажних возів. Це був більш вдосконалений механізм керування: ось залишали нерухомою, а колеса кріпилися до неї на обертових цапфах, схожих на дверні петлі. Ліва та права цапфи були зв'язані між собою важелями та поперечною тягою з шарнірами, а тяга з'єднувалася з заднім кінцем дишла. При повороті дишла навколо шворня задній кінець дишла переміщував поперечну тягу вліво або вправо, і тоді тяга повертала колеса. Така конструкція забезпечувала кріплення рами та кузова на чотирьох опорах, не потребувала великого простору під рамою для коліс, і полегшувала роботу коня, оскільки кожне колесо поверталось на місці під час повороту. Цей механізм можна вважати прототипом рульової трапеції.

Після винайдення способів отримання гасу з нафти з'явилися парові машини з газовою топкою. У той же час конструкція автомобіля значно покращувалася. Дуже важливі нововведення, які з'явилися на парових автомобілях у середині XIX століття, включали еластичні шини, шарнірну систему рульового управління, механізм для обертання коліс однієї осі з різною кількістю обертів та рульовий штурвал замість важеля.

Шарнірна система рульового привода стала популярною на парових автомобілях лише у 70-х роках XIX століття і значно полегшила роботу водія, зробивши автомобіль більш стійким.

Перші складові системи керування, такі як рульові трапеції, призначені для повороту коліс, з'явилися на парових автомобілях, таких як паровий візок А. Болле (1875–1880). (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Паровий візок А. Болле

Більш складні рульові приводи зустрічаються у повнопривідних автомобілях, де кількість важелів і шарнірів значно збільшується. У сучасних автомобілях система рульового керування складається з рульового механізму та рульового привода (рис.1.3).



Рисунок 1.3 – Системи рульового керування.

Рульовий механізм перетворює обертання рульового колеса на поступальне переміщення тяг привода, що забезпечує поворот керованих коліс на заданий кут. Під час цього процесу зусилля, яке передається водієм від

рульового колеса до коліс, що повертаються, збільшується в декілька разів. Конструкція рульового керування визначається типом підвіски керованих коліс. [2, 6, 9, 15]

1.2 Конструкції кермових механізмів

Система рульового керування складається з: рульове колесо, рульовий вал, рульовий механізм. рульові тяги.

Існує 2 типи систем рульового керування (див. рис. 1.3):

- Система прямого рульового керування steering rack)
- Непряма система рульового керування (steering box).

У легкових і легких вантажних автомобілях рульова рейка розміщується прямо між рульовими тягами, утворюючи так звану пряму систему рульового керування. У важких промислових автомобілях рульовий механізм управляється системою тяг, яка передає зусилля на бокові рульові тяги. Цей тип системи отримав назву непрямого рульового керування.

Система прямого рульового керування (рис. 1.4) отримала свою назву завдяки прямій передачі між рульовим валом і рульовими тягами.

Система рульового керування взаємодіє з водієм за допомогою рульового колеса та рульової колонки. Рульова колонка з'єднується з рульовою рейкою через короткий рульовий вал. Перевага системи прямого рульового керування полягає в простоті конструкції, оскільки вона не вимагає складної системи рульових тяг.

Рульове колесо керує рульовою колонкою, що входить у рульову рейку через короткий рульовий вал і шестерню. Шестерня рульового механізму передає зусилля рульовим тягами через зубчасту рейку. Ці компоненти перетворюють поворотний рух рульового колеса в поперечний рух зубчастої рейки і тяг. Корпус рульової рейки заповнений пластичним мастилом, яке забезпечує мащення.

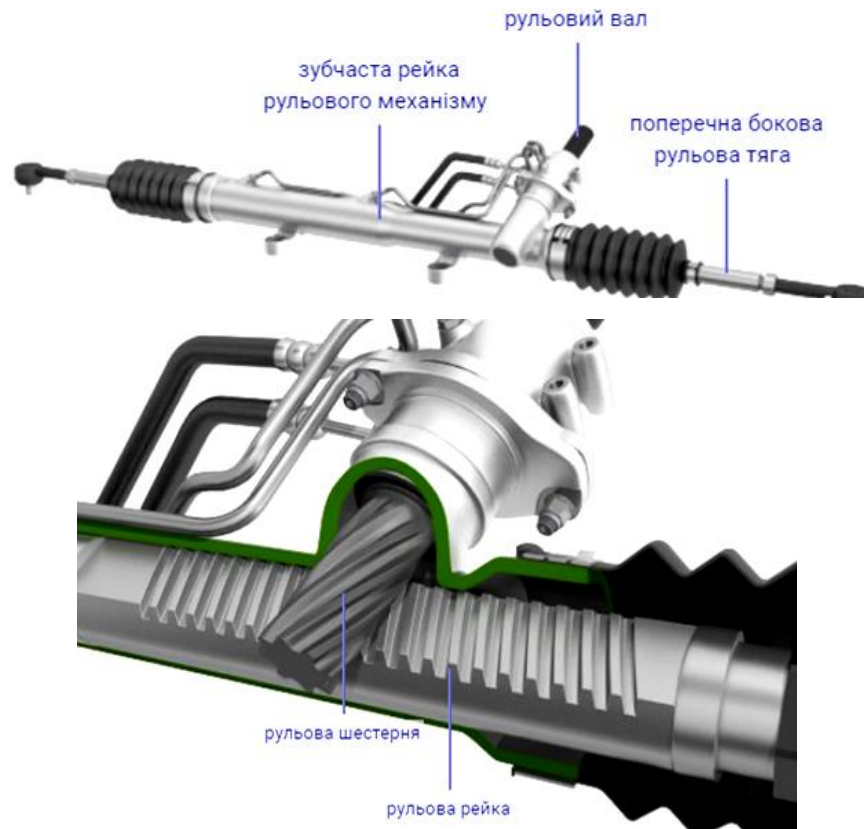


Рисунок 1.4 – Система прямого рульового керування.

Основною характеристикою системи непрямого рульового керування (рис. 1.5) є система тяги між рульовим механізмом та колесами.

Водій управляє рульовим механізмом за допомогою рульового вала і рульового колеса. Рульовий механізм передає зусилля на рульову сошку, центральну тягу та поворотний рульовий маятник, забезпечуючи рух бокових рульових тяг вперед і назад. Рульова сошка відповідає за керування лише центральною тягою, тоді як поперечні центральні рульові тяги приводять до повороту колеса.

Основною перевагою системи непрямого рульового керування є можливість вибору місця розташування рульового механізму в автомобілі.

Однією з часто використовуваних систем непрямого рульового керування є рециркуляційний кульковий рульовий механізм. Цей механізм складається з двох валів, що розташовані під прямим кутом один до одного. Рульовий вал передає зусилля до редуктора, а вал сошки безпосередньо передає обертання сошці.

На валу рульового механізму рухається гайка з нарізаними на ній зубами, яка циркулює між валом та гайкою для передачі зусиль. Кульки, що рухаються по гвинтовій канавці валу, допомагають гайці з зубцями переміщуватися вздовж нього. Гайка з зубцями забезпечує рух зубчастому сектору, що є частиною валу рульової сошки.

Рульовий механізм заповнений оливою для забезпечення мащення.. [3, 5, 11, 16]

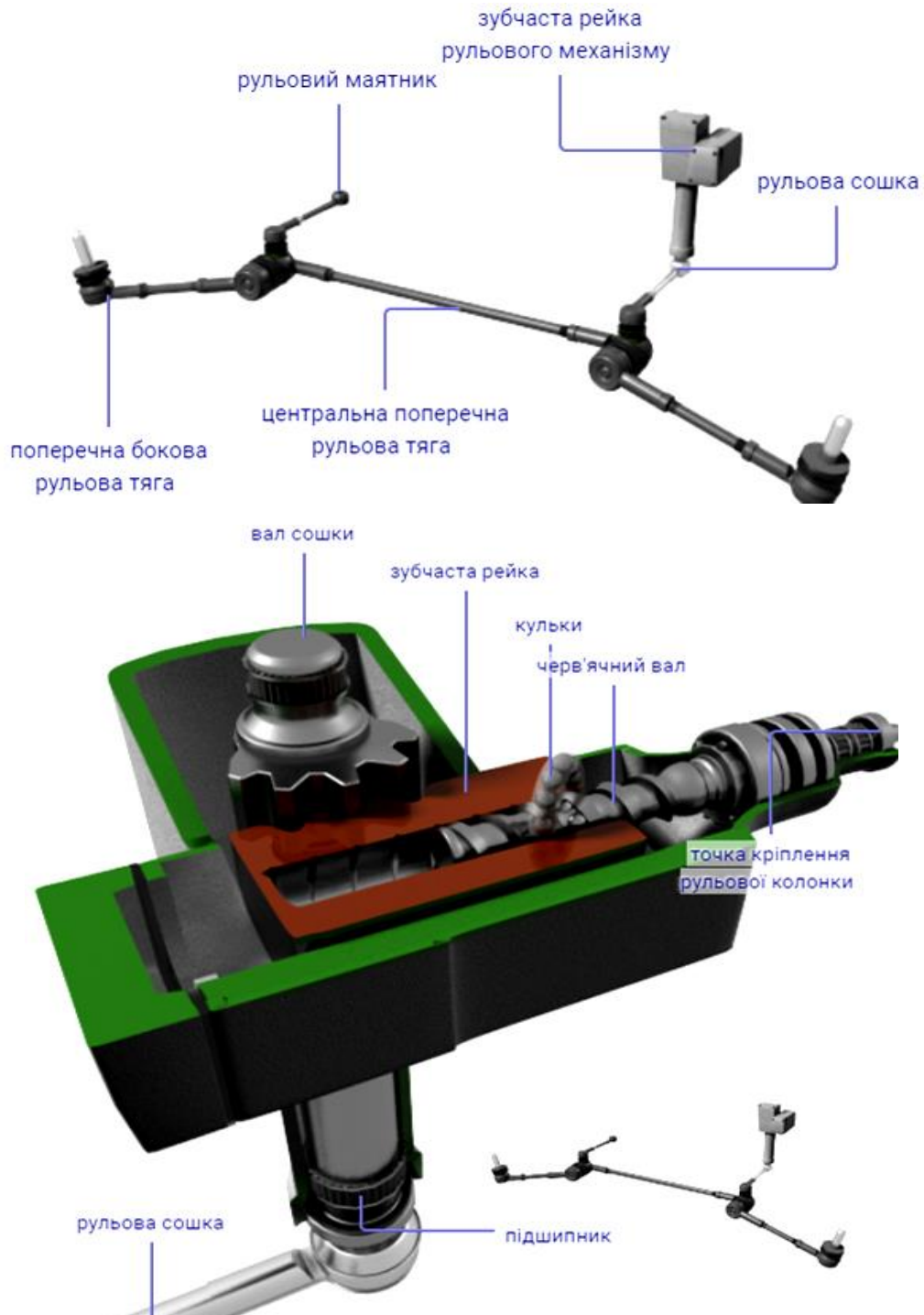


Рисунок 1.5 – Система непрямого рульового керування

1.3 Обґрунтування теми роботи і задачі

Дослідження кермових механізмів є важливим з кількох причин:

Розуміння принципів роботи кермових систем дозволяє розробляти та вдосконалювати механізми, які забезпечують безпечність під час керування автомобілем. Ефективна робота кермового механізму забезпечує точне і надійне керування автомобілем, що є критично важливим для запобігання дорожнім пригодам.

Правильно спроектований та налаштований кермовий механізм забезпечує комфортне керування автомобілем. Він повинен бути ергономічним, легким у керуванні та надійним, щоб забезпечити приємний водійський досвід.

Дослідження кермових механізмів дозволяє інженерам оптимізувати характеристики керування автомобіля. Це може включати покращення керованості, маневреності, стійкості та відчуття дороги, що всі ці параметри важливі для забезпечення оптимальної динаміки руху.

Дослідження кермових механізмів сприяє впровадженню новітніх технологій та інновацій в автомобільну промисловість. Це може охоплювати використання електроніки для покращення керування, розробку автономних систем керування, а також вдосконалення механічних компонентів.

Отже, дослідження кермових механізмів є важливим кроком у напрямку поліпшення безпеки, комфорту та характеристик автомобілів, а також сприяє інноваціям у цій галузі. [3, 6, 11, 17].

Мета даної роботи дослідити та провести аналіз кермових механізмів транспортних засобів.

Задачі роботи: Зробити огляд розвитку і сучасного стану рульових механізмів

Проаналізувати теоретичні аспекти керованості автомобілів. Провести аналіз моделей кермових механізмів автомобілів. Обґрунтувати шляхи покращення рульового керування автомобілів. Зробити висновки.

2 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КЕРОВАНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Траєкторія руху автомобіля

У випадку, коли автомобіль рухається прямо і кермо знаходиться в положенні, що відповідає прямолінійному руху, це вважається ідеальною ситуацією. У такому випадку лінія середини транспортного засобу співпадає з траєкторією руху, що є найоптимальнішим станом.

Лінія середини транспортного засобу використовується для проведення вимірювань і визначення середньої лінії шасі, тоді як траєкторія руху автомобіля визначається положенням задніх коліс. Траєкторія руху перпендикулярна до задньої осі, якщо обидва задні колеса знаходяться в однаковому положенні.

У випадку, коли лінія середини транспортного засобу не збігається з траєкторією руху, це означає, що задня вісь або одне з задніх коліс не знаходяться під прямим кутом. Напрямок руху автомобіля визначається відносним положенням задньої осі до передньої (рис. 2.1).

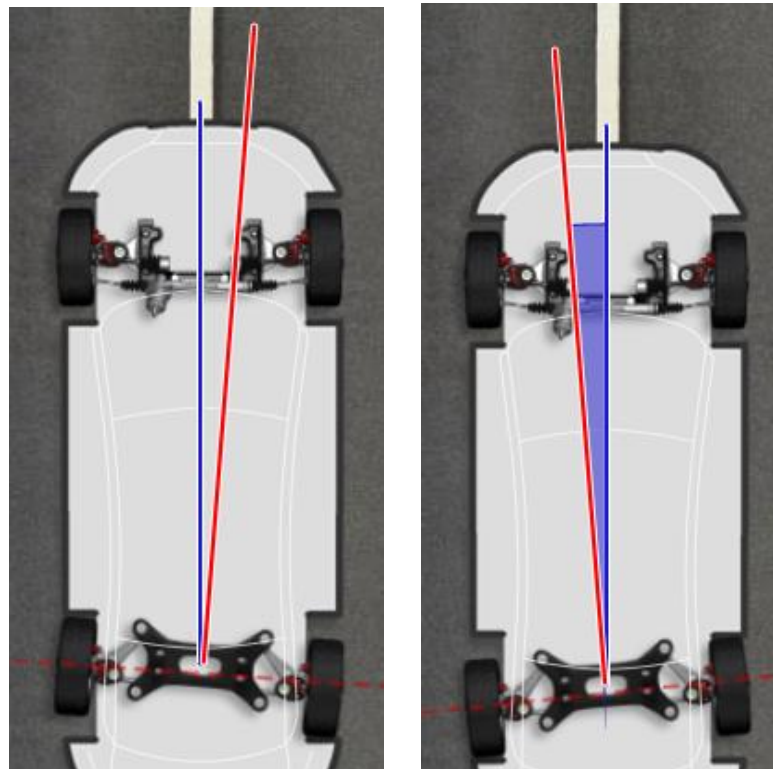


Рисунок 2.1 – Напрямок руху автомобіля, кут розвороту заднього моста.

Мета, вимоги та класифікація. Рульове керування трактора або автомобіля має за завдання забезпечити необхідну траєкторію руху транспортного засобу. Щоб задовольнити цю потребу, рульове керування повинно відповідати ряду вимог:

- Мінімальний радіус повороту машини для забезпечення максимальної маневреності.
- Поворот керованих коліс без бокового проковзування по опорній поверхні.
- Забезпечення силового та кінематичного зв'язку, щоб зусилля на рульовому колесі відповідало моменту опору керованих коліс.
- Відповідність кута повороту рульового колеса і керованих коліс.
- Відсутність коливань коліс у горизонтальній площині в конструкції рульової передачі.
- Зменшення втомлювання водія шляхом зменшення зусиль, які він здійснює на рульовому колесі, та уникнення передачі поштовхів від нерівностей дороги.
- Простота конструкції рульового керування для забезпечення простоти експлуатації та технічного догляду, а також високої надійності.

Рульове керування класифікують за такими характеристиками:

- Способом повороту, який включає в себе різні методи: повертання керованих коліс відносно нерухомої балки моста, поворот керованих коліс з подальшим поворотом балки моста, а також поворот ("злам") піврам разом із прикріпленими до них балками мостів та зміною частоти обертання коліс одного чи двох бортів.
- Розміщенням керованих коліс, яке може бути з передніми, задніми або і передніми і задніми керованими колесами.
- Типом зв'язку рульового колеса з керованими колесами, що включає механічний та гідравлічний (гідрооб'ємний) зв'язок.
- Розміщенням рульового колеса, яке може бути з правої або з лівої сторони (рис.2.2).



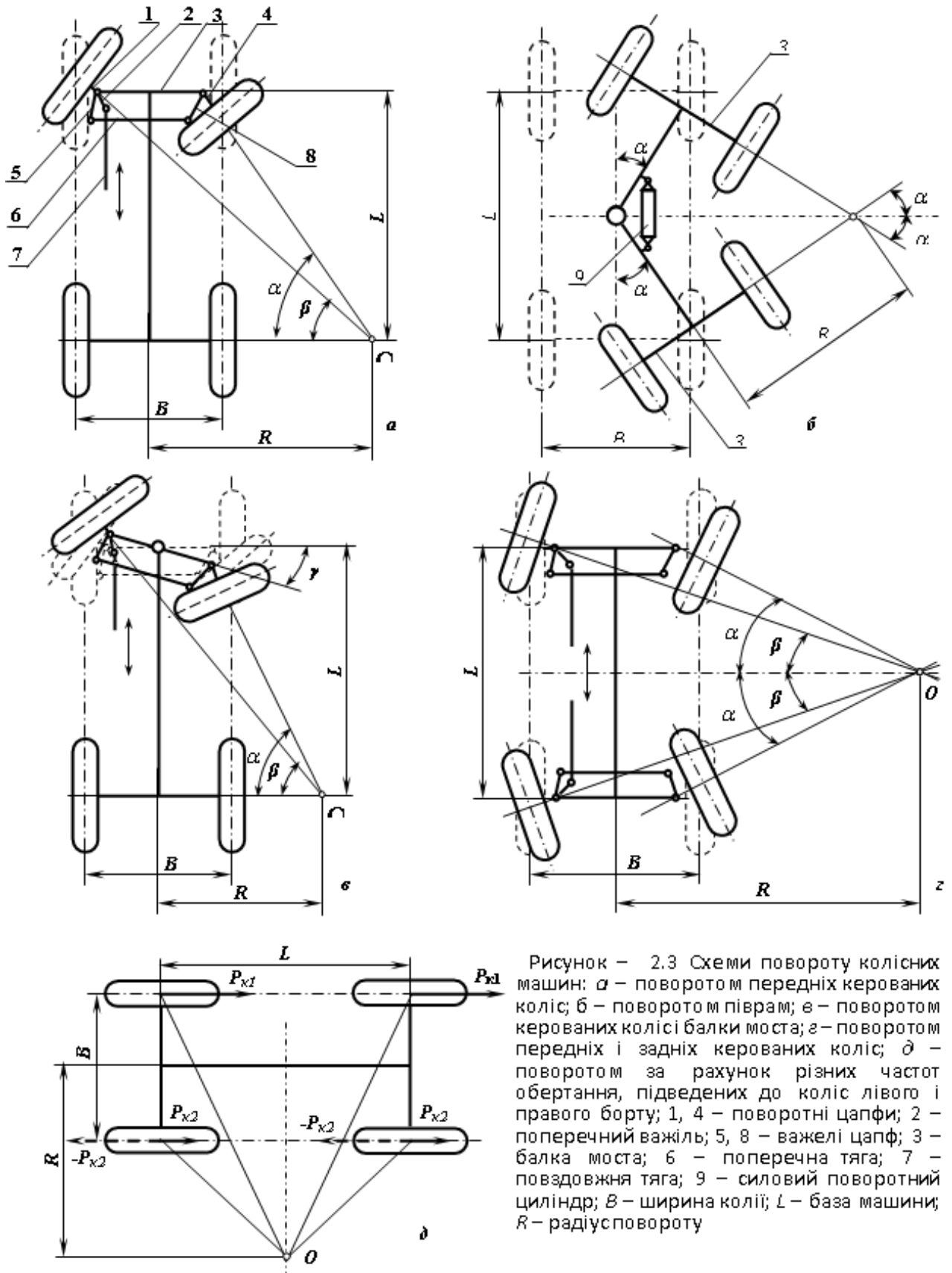
Рисунок 2.2 – Класифікація кермового управління

2.2 Схеми повороту колісних транспортних засобів

Щоб забезпечити поворот колісної машини без бокового ковзання, керовані колеса повинні мати осі, які перетинаються в одній точці O , відомій як центр повороту. Для виконання цієї умови існують дві основні схеми повороту: поворот передніх керованих коліс відносно нерухомої балки моста та поворот піврам відносно шарніра разом із прикріпленими до них балками мостів (рис.2.3 а і б).

Перша схема повороту, зображена на рисунку 2, а, широко застосовується на автомобілях, універсальних тракторах та тракторах загального призначення, особливо якщо діаметр передніх коліс менший за діаметр задніх. За цією схемою обидва колеса одночасно повертаються разом із поворотними цапфами 1 і 4, які з'єднані шарнірно з нерухомою балкою моста 3. Відстань від

коліс лівого і правого бортів до центру повороту O різні, тому вони будуть рухатись під час повороту по різних радіусах і проходити різний шлях.



Кочення задніх ведучих коліс по різних радіусах відносно центру повороту без ковзання та буксування забезпечується функціонуванням диференціала. Щодо передніх керованих коліс, рух без ковзання можливий за умови їхнього повороту на різні кути – внутрішнє колесо, що знаходиться ближче до центру повороту, повинно бути повернуте на більший кут, тоді як зовнішнє колесо повинно бути повернуте на менший кут.

Не залежно кий радіус повороту має виконуватись умова, така:

$$\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{ctg} \alpha = \frac{B}{L}, \quad (2.1)$$

де α і β - кути повороту, а саме внутрішнього і зовнішнього коліс; B – ширина колії, м; L – база машини (відстань між осями передньої і задньої осі коліс), м.

Відстань R , радіус від центру повороту (т. O) до середини заднього моста (осі) називають радіусом повороту ТЗ. Для першої схеми радіус повороту визначається з виразу:

$$R = L \cdot \frac{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}{2}. \quad (2.2)$$

Для досягнення потрібного відношення між кутами α і β використовується шарнірний чотириланковий механізм для повороту цапф керованих коліс, який називається рульовою трапецією. У тракторах з змінною шириною колії ці відношення забезпечуються достатньо точно лише при певному розміщенні коліс, відносно якого були підібрані параметри рульової трапеції. Зміна ширини колії в більшу або меншу сторону призводить до появи бокового ковзання керованих коліс під час повороту.

Друга схема повороту (зображена на рис. 2, б) застосовується на загальнопризначених колісних тракторах з чотирма однаковими ведучими колесами. За цією схемою поворот трактора здійснюється шляхом

горизонтального переміщення піврами разом з балками мостів 3 за допомогою гідроциліндра 9. Радіус повороту для цієї схеми визначається за допомогою відповідного виразу.

$$R = l \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}, \quad (2.3)$$

Ціль дослідження полягає у вивченні конструкцій систем керування сучасних вантажних автомобілів з метою покращення їх маневреності. Дослідження базується на аналізі основних робіт і публікацій, що розглядають експлуатаційні характеристики автомобілів, спрямованих на забезпечення стійкості та маневреності. Результати цього аналізу дозволили скласти структуру маневреності вантажного автомобіля, розглядаючи її як складну експлуатаційну властивість.



Рисунок 2.4 – Структура властивостей маневреності автомобіля

Слід відзначити різноманітність у підходах до формулювання поняття "маневреність", зокрема "керованість" автомобіля. Значуще та чітке визначення керованості надано Закіним Я. Х., де вона розглядається як здатність автомобіля рухатися по траєкторіях різної кривизни під впливом дій водія на рульове колесо та через рульовий привід на керовані колеса.

Керованість як одна з основних експлуатаційних характеристик автомобіля визначається різними конструктивними факторами, такими як легкість керування, ступінь поворотності та стійкості руху.

Поворотність автомобіля визначається його здатністю відхилитися від напрямку руху, залежно від положення керованих коліс. Це поняття може бути розглянуте як статична поворотність, яка оцінюється з урахуванням радіуса повороту, або динамічна поворотність, яка враховує швидкість повороту автомобіля.

Вписуваність є ще одним важливим показником маневреності, яка характеризує відповідність габаритної смуги криволінійному русі транспортного засобу в умовах зовнішніх обмежень на опорній поверхні. У вантажних автомобілях ці параметри визначаються конструктивними особливостями рульового управління, що має ключове значення для сучасних вантажних автомобілів.

Конфігурація вантажних автомобілів, причепів та напівпричепів переважно визначається кількістю вісей та характеристиками вантажного простору. Чим більша маса вантажу або спеціального обладнання, яку необхідно перевозити, тим більше вісей потрібно мати у вантажному автомобілі (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Компонування ТЗ: а – самоскид, б – фургон, в – в складі сидельного тягача і напівпричепа

Висновки до розділу

Мета рульового керування трактора або автомобіля полягає в забезпеченні необхідної траєкторії руху транспортного засобу. Щоб досягти цієї мети, рульове керування повинно відповідати ряду вимог:

- Забезпечення мінімального радіусу повороту для максимальної маневреності транспортного засобу.
- Поворот керованих коліс без бокового проскальзування по опорній поверхні.
- Забезпечення силового та кінематичного зв'язку, щоб зусилля на рульовому колесі відповідало моменту опору керованих коліс.
- Відповідність кута повороту рульового колеса та керованих коліс.
- Відсутність коливань коліс у горизонтальній площині в конструкції рульової передачі.
- Мінімізація втомлення водія шляхом зменшення зусиль, які він здійснює на рульовому колесі, та уникнення передачі поштовхів від нерівностей дороги.
- Простота конструкції рульового керування для забезпечення простоти експлуатації та технічного обслуговування, а також високої надійності.

Рульове керування класифікують за такими характеристиками:

- Способом повороту, який може включати різні методи, такі як поворот керованих коліс відносно нерухомої балки моста, поворот керованих коліс з подальшим поворотом балки моста, поворот ("злам") піврам разом із прикріпленими до них балками мостів та зміною частоти обертання коліс одного чи двох бортів.
- Розміщенням керованих коліс, яке може бути переднім, заднім або і переднім і заднім.
- Типом зв'язку рульового колеса з керованими колісами, що може включати механічний та гідравлічний (гідрооб'ємний) зв'язок.
- Розміщенням рульового колеса, яке може бути з правого або з лівого боку.

Складення конструкції вантажних автомобілів, причепів та напівпричепів в основному залежить від кількості вісей та особливостей вантажного простору. Чим важчий вантаж або спеціальне обладнання потрібно перевозити, тим більше вісей повинен мати вантажний автомобіль.

Найчастіше маневреність автомобілів забезпечується рухом керованих коліс у горизонтальній площині. Деякі автомобілі, переважно повнопривідні, мають всі колеса, які керуються. Такі машини змінюють напрямок руху двома способами: або передні і задні колеса рухаються в різні напрямки і машина рухається по колу з центром O в перетині осей обертання коліс, або всі колеса повертаються в один бік.

Під час повороту автомобіля з двома передніми керованими колесами важливо, щоб всі колеса на опорній поверхні оберталися без бокового ковзання і деформацій шин. У такому випадку керовані колеса повинні повертатися на різні кути відносно нейтрального положення. [13].

3 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ КЕРМОВИХ МЕХАНІЗМІВ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Конструкція рульового механізму

Повний привід автомобілів зазвичай має більш складні рульові системи, оскільки вони включають більшу кількість важелів та шарнірів. У сучасних автомобілях система керування складається з рульового механізму та рульового приводу.

Рульовий механізм перетворює обертання керма в поступальне переміщення тяг приводу, що забезпечує поворот керованих коліс на встановлений кут. При цьому зусилля, передані водієм через кермо до обертових коліс, збільшуються в декілька разів. Конструкція рульового керування залежить від типу підвіски керованих коліс.

Рульові механізми можуть бути черв'ячними, гвинтовими або шестеренчастими, залежно від типу рульової передачі.[11].



Рисунок 3.1 – Рульовий механізм та рульовий привід.

"Черв'як-ролик" є одним із найдавніших та найбільш складних механізмів, який залишається поширеним і до цього дня, особливо у легкових автомобілях. У рульовому механізмі типу "черв'як-ролик" (зображеному на рис. 3.2) черв'як, закріплений на рульовому валу, є ведучою ланкою, тоді як ролик розміщений на роликовому підшипнику на тому ж валу, що і сошка. Для забезпечення

повного зачеплення у разі великого кута повороту черв'яка, його нарізку виконують у формі кільця - глобоїди. Такий черв'як отримав назву глобоїдний черв'як.

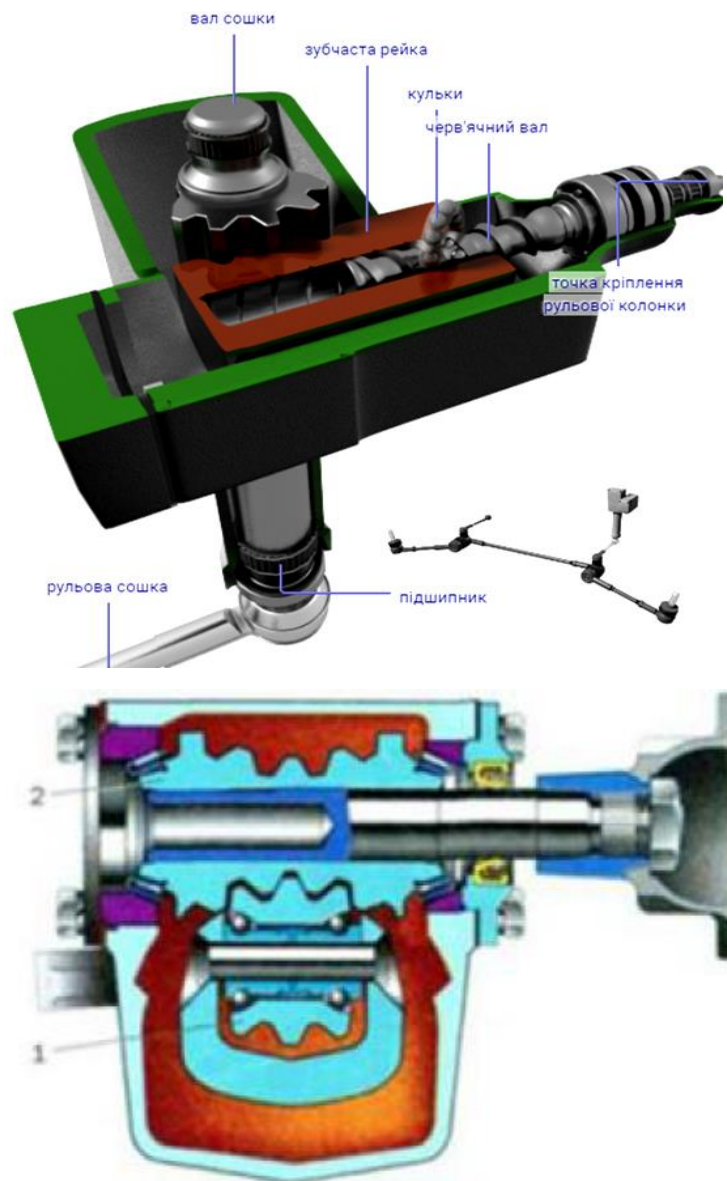


Рисунок 3.2 – Черв'ячний рульовий механізм: 1 – ролик; 2 – черв'як

Цей механізм дозволяє передавати значні зусилля, що є його перевагою, а також призводить до великих кутів повороту коліс. Крім того, глобоїдний черв'як сприймає поштовхи від коліс, попереджаючи їх передачу до керма.

У гвинтовому рульовому механізмі обертання гвинта, що пов'язаний з рульовим валом, передається гайці. Гвинтовий рульовий механізм складається з гвинта, гайки, рейки та зубчастого сектора. Останній розміщений на тому ж

валу, що й сошка. Така система передачі керування відома як «гвинт - гайка - рейка - сектор» (рис. 3.3).

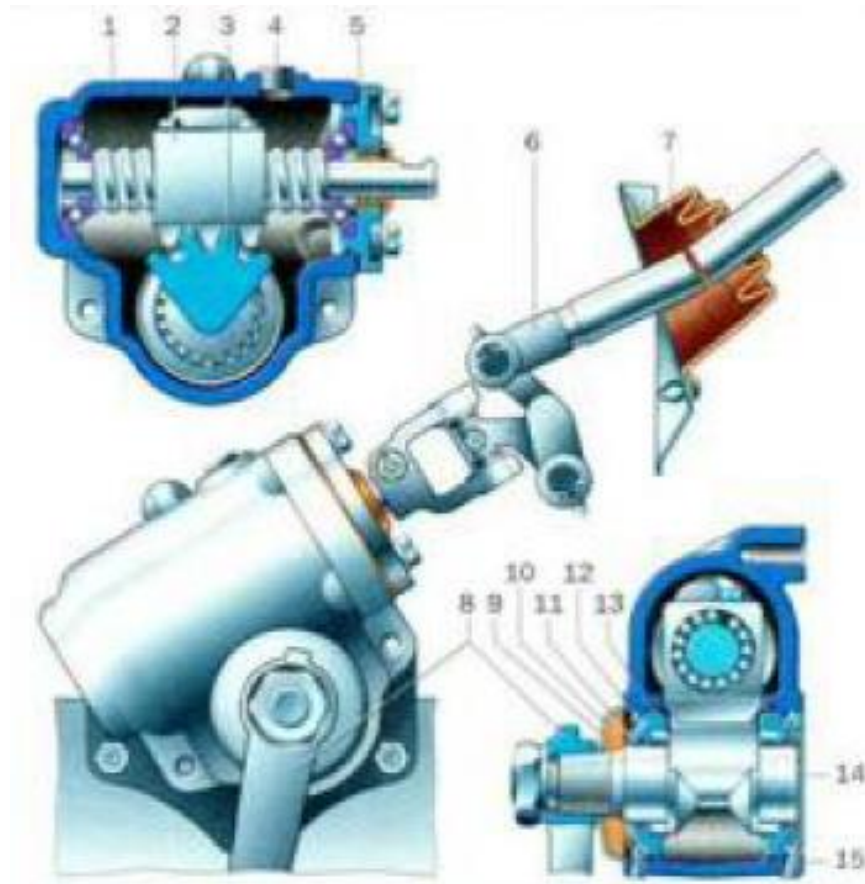


Рисунок 3.3 – Рульовий механізм типу «гвинт – гайка – рейка – зубчатий сектор» без посилювача: 1 – картерр; 2 – гвинт з кульковою гайкою; 3 – вали-сектор; 4, 15 – пробка; 5 – регулювальні прокладка; 6 – вал; 7, 10 – ущільнювачі; 8 – сошка; 9, 14 – кришки; 11, 12, 13 – кільця

У рульових механізмах зі шестернями передача керування відбувається за допомогою циліндричних або конічних шестерень. Одним з таких механізмів є передача типу "шестерня - рейка", де циліндрична шестерня пов'язана з рульовим валом, а рейка, що має зубці, керується поперечною тягою (рис. 3.4).

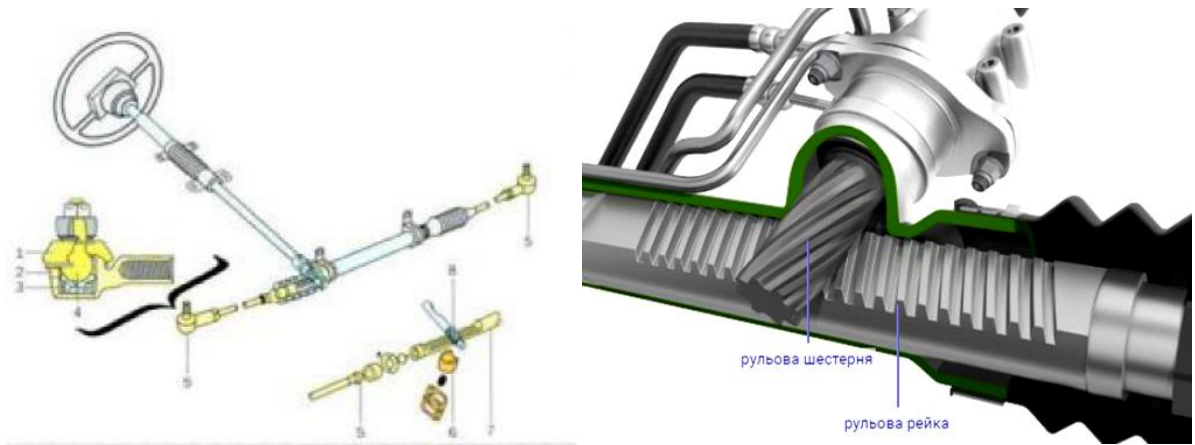


Рисунок 3.4 – Рейкове рульового керування.

Рейковий механізм є більш відомим і простим в порівнянні з іншими. Він є економічним і має компактні розміри. Однією з переваг є мінімальна кількість шарнірів і високий коефіцієнт корисної дії. Рейкові передачі та передачі типу "черв'як – ролик", як правило, використовуються на легкових автомобілях, оскільки забезпечують порівняно невелике передаткове число. У повнопривідних автомобілів рульові приводи є значно складнішими, з більшою кількістю важелів і шарнірів.

Законодавство, яке турбується про безпеку на дорогах, вносить свої зауваження стосовно роботи рульового управління. Вимоги включають обмеження зусиль не більше 150 Н для робочої системи управління та функціонування підсилювача таким чином, щоб допомагати водієві під час поворотів. У таких умовах гідропідсилювачі виявилися ефективними, перший з них з'явився в 1951 році.

Сьогодні підсилювач рульового управління є стандартним обладнанням більшості автомобілів, включаючи навіть компактні моделі у базовій комплектації. Це не лише для забезпечення комфорту, але й для покращення безпеки. Підсилювач, незамітний помічник, який зменшує зусилля на кермі, допомагає знизити передавальне відношення в рульовому механізмі і, відповідно, кількість обертів керма. Це спрощує утримання автомобіля на заданій траєкторії після різкого маневру.

3.2 Підсилення рульового управління

У системі кермового управління (зображено на рис. 3.5) підсилювач використовується для полегшення керування, особливо коли навантаження на керовані колеса стає надто великим, що робить керування важким. Це вимагає додаткової потужності, і такий тип управління відомий як рульове керування з підсилювачем. Існують три основні системи для цього:

1. Гідравлічний підсилювач керма: діє за допомогою гідравлічного насоса, який приводиться в рух двигуном.
2. Електрогідравлічний підсилювач керма: використовує гідравлічний насос, що активується електричним двигуном.
3. Електропідсилювач керма: цей тип підсилювача керма стає все більш поширеним у сучасних автомобілях.

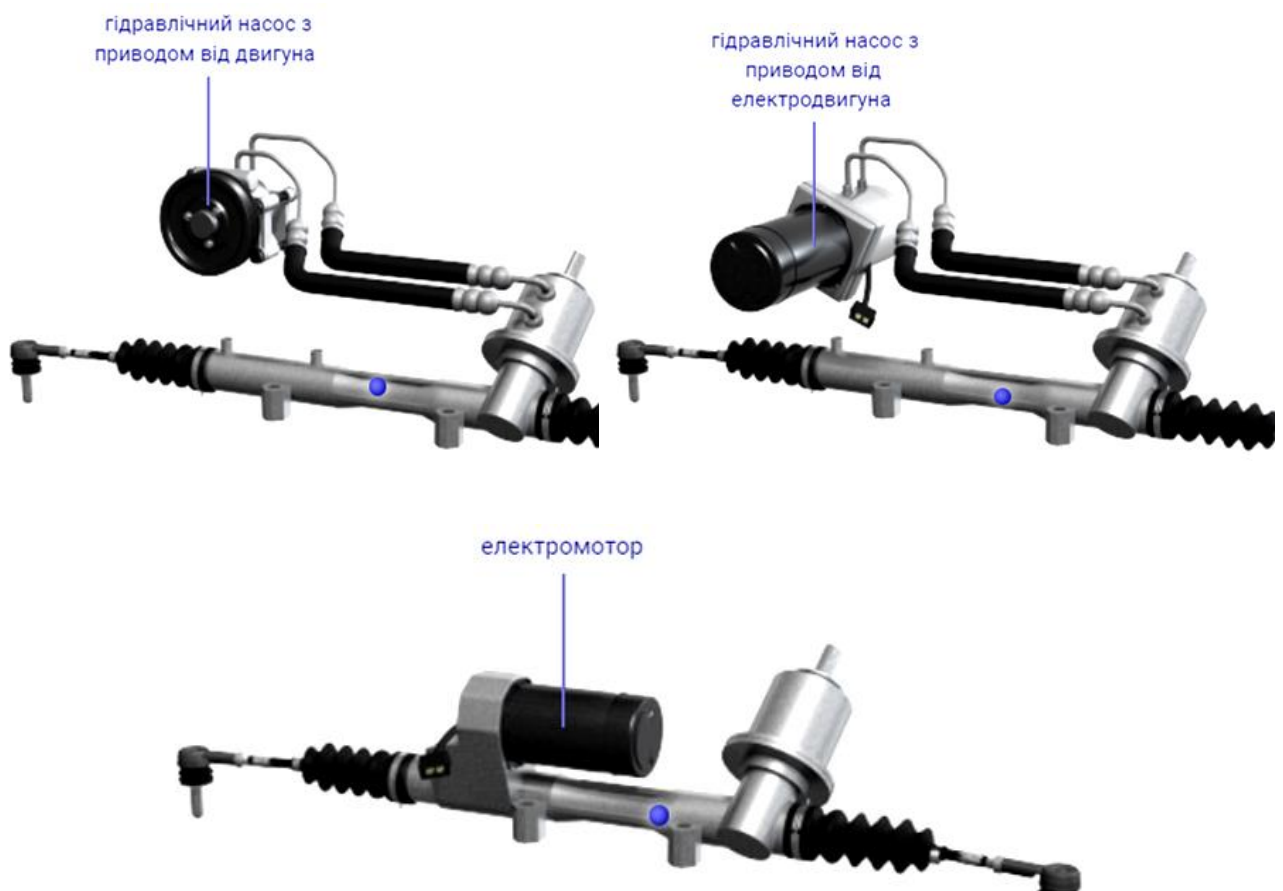


Рисунок 3.5 – Рульове керування з підсилювачем.

Принцип роботи рейкового механізму з гідропідсилювачем полягає у наступному: у корпусі рейки розташований розподільний клапан з чутливим

елементом - торсіоном, який зв'язаний з рульовим валом. Коли водій повертає кермо, торсіон закручується, переміщуючи золотник, який відкриває отвори масляних каналів, що йдуть до силового циліндра гідропідсилювача. Останній підштовхує рейку, знижуючи зусилля на кермі. Після того, як водій перестає крутити кермо, торсіон повертається у вихідне положення, а рідина повертається назад у бачок. Щоб забезпечити безперебійну роботу, продуктивність насоса, який приводиться в дію пасом від колінвала, повинна бути достатньою, щоб при роботі двигуна на холостому ходу водій міг крутити кермо без будь-яких перешкод зі швидкістю не менше 1,5 обертів в секунду. Надмірний тиск знімається перепускним клапаном.

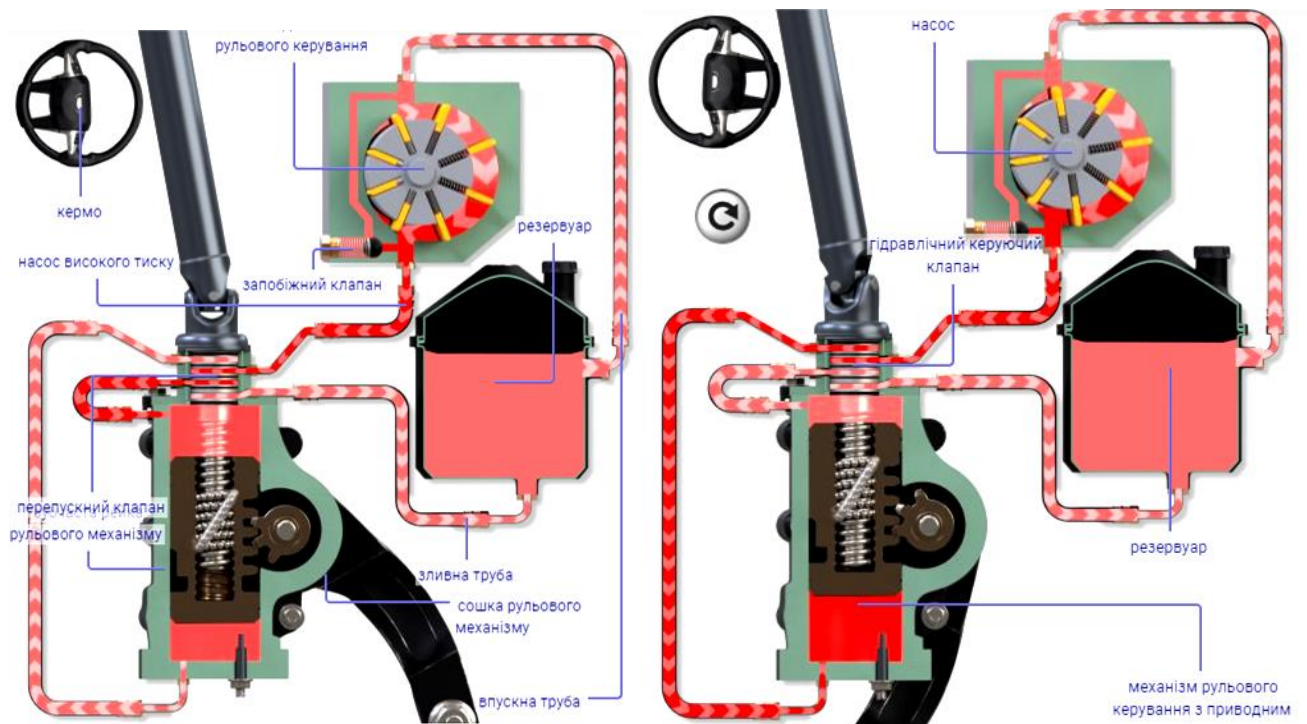


Рисунок 3.6 – Гідралічний підсилювача керма.

Однак, хоча гідропідсилювач керма дозволяє забезпечити легке керування автомобілем, його експлуатація має свої недоліки. Вимагається значна технологічна складність і висока точність виготовлення, що збільшує витрати. Крім того, система потребує додаткової потужності через наявність насоса, який приводиться в дію від двигуна.

Майбутнє, за думкою автомобілебудівників, належить електричному підсилювачу керма. У цій системі електромотор відповідає за поворот, він

з'єднаний з рейкою. Пристрій має низьку вартість і розташовується під панеллю приладів у салоні. Крім економічності, перевагою є надійність, відсутність залежності від температурних умов, необхідності доливання рідини, а також те, що оберти двигуна не впливають на роботу підсилювача.

Спроби замінити рульове управління гідравлікою були успішними наприкінці минулого століття. Успішними вони були в Сьогодні багато автомобілів вже мають електромеханічний підсилювач керма.

Принцип роботи електромеханічного та гідравлічного підсилювача керма майже ідентичний. Коли водій повертає кермо, він повертає чутливий елемент, який називається торсіонною тягою. Торсіонна штанга посиляє сигнал до комп'ютера. Торсіонна штанга посиляє сигнал на електродвигун, який, у свою чергу, повертає рульовий вал. Рульовий вал обертається, зменшуючи зусилля на кермі.

Щоб зробити водіння комфортним під час паркування та на автомагістралях. Рульовий механізм має змінне передавальне число для комфортного руху по автомагістралях. Зубці в центрі рейки розрізані на менші частини в середині рейки. У центрі рейки зубці нарізані на менші частини посередині рейки і з більшим кроком на обох кінцях. Якщо кут повороту невеликий, то машина

Це дуже важливо на високих швидкостях. Це дуже важливо на високих швидкостях, але кермо не повинно повертатися занадто сильно під час повороту.

Історія рульового управління починається з 1989 року. Система "Сервотронік" була представлена в 1989 році і замінила гідропідсилювач керма. Вона полягає в наступному.

Регулювання рульового зусилля відповідно до швидкості. регулюючи зусилля на кермі відповідно до швидкості, забезпечуючи додатковий комфорт та безпеку. Система дозволяє водієві легко обирати індивідуальні налаштування, адаптовані до автомобіля та водія.

Система дозволяє водієві легко обирати індивідуальні налаштування, адаптовані до автомобіля та водія. Рульове колесо рухається без зусиль, на вищих швидкостях потрібно докласти більше зусиль. Недоліки.

Вимагає значної чутливості, але "їсть" паливо, а також негативно впливає на навколишнє середовище.

Також шкодить навколишньому середовищу. Проте такі бренди, як BMW, Volvo та Porsche, зараз активно використовують сервотроніку активно використовують сервотроніку.

Так звана реверсна камера розташована над розподільником розташована над розподільником. У ній рухається поршень, з'єднаний з золотником.

Коли водій повертає кермо вправо, золотник подає рідину до силового циліндра до силового циліндра, який допомагає рейці та шестерні повернути колесо. Одночасно.

Масло подається через електромагнітний клапан (керований електронним блоком, який отримує інформацію від датчика швидкості).

Через електромагнітний клапан (керований електронним блоком, який отримує інформацію від датчика швидкості) масло починає надходити в камеру зворотної дії.

Масло починає надходити в Один з перепускних клапанів відкривається, створюючи різницю тиску.

Різниця тиску змушує поршень опускатися, обмежуючи рух золотника. Тиск падає, а зусилля на кермі зростає. Коли водій припиняє кермувати, золотник і зворотний клапан закриваються.

При повороті ліворуч відкривається ще один перепускний клапан і поршень поршень піднімається, і рух золотника знову коригується.

Тиск скидається в іншій частині силового циліндра. Під час паркування або руху на низьких швидкостях (приблизно до 20 км/год) активується електромагніт.

Під час паркування або руху на низьких швидкостях (приблизно до 20 км/год) електромагнітний клапан, який обмежує надходження рідини в камеру, закривається.

Кермо можна повернути з невеликим зусиллям. Зі збільшенням швидкості клапан поступово відкривається. Зі збільшенням швидкості клапан поступово відкривається і зусилля на кермі збільшується.

Цей пристрій працює ефективно та надійно. Однак гідравлічний насос споживає потужність двигуна. Це означає, що вони "їдять" зайве паливо і шкодять навколишньому середовищу.

Такі "нахлібники" особливо небажані для малопотужних двигунів.

Конструктори знайшли інше рішення. За допомогою електричного насоса. Блок управління отримує інформацію від наступних датчиків обертання керма і швидкість руху автомобіля.

Виробник ретельно розрахував і завдяки електрогідравлічному підсилювачу автомобіль може економити близько 0,2 л/100 км. Важливо й те, що інженерам легше підібрати характеристики та налаштувати пристрій під конкретну модель.

Поряд з традиційними напрямками вдосконалення рульового управління, такими як підвищення надійності рульового управління і зниження виробничих витрат, останнім часом розробляються електронні пристрої, що дозволяють водієві оптимально контролювати траєкторію руху автомобіля.

Наступним етапом є впровадження так званого активного управління (Active Steering). Одна з цих систем, відома як ESP, або електронна система стабілізації, встановлена на багатьох автомобілях, а інша - система, яка використовується на деяких легкових автомобілях BMW, позначається аббревіатурою AFS - Active Front Steering (активне переднє керування) (див. рис. 3.7). Система AFS має розрізнений рульовий вал, обидві половини якого з'єднані за допомогою здвоєного планетарного редуктора. Корпус редуктора може обертатися за допомогою електродвигуна, який активується за сигналом електронного блока управління, пов'язаного з датчиками.

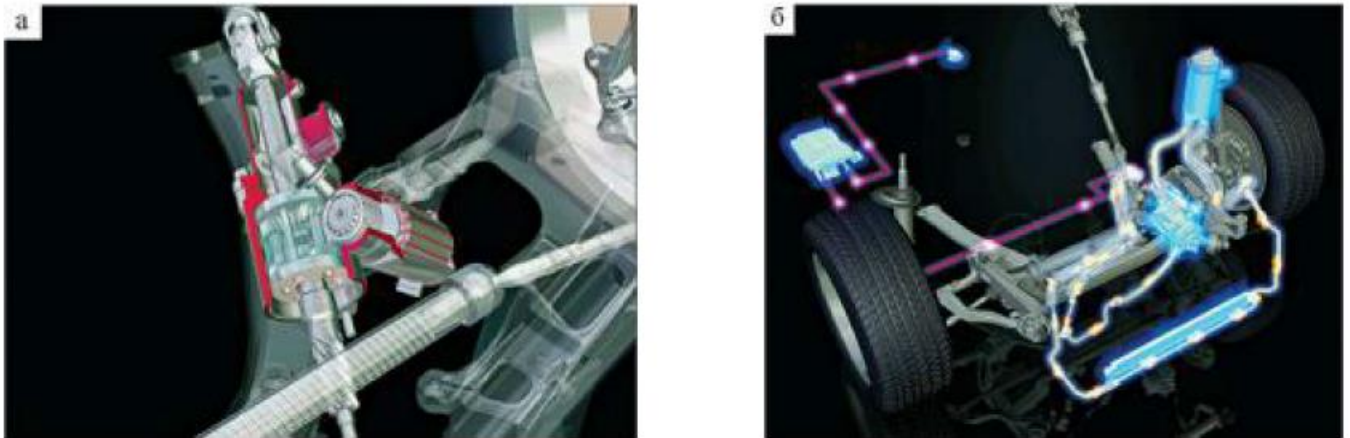


Рисунок 3.7 – Система AFS: а – рульовий механізм; б – загальний вигляд.

Таким чином, система AFS, аналізуючи параметри криволінійного руху автомобіля в кожен момент часу, може змінювати кут або кутову швидкість повороту керованих коліс, допомагаючи водієві оптимально керувати автомобілем.

Головною перевагою є можливість змінювати передавальне відношення між кермом і колесами. При руху на низькій швидкості передавальне відношення є мінімальним, а кількість повних обертів керма не перевищує двох. Зі зростанням швидкості машини управління стає менш чутливим, і електродвигун, підкручуючи водільне колесо планетарного редуктора, збільшує передавальне відношення.

Активне керування, співпрацюючи з іншими системами, здатне допомагати в складних ситуаціях. Наприклад, якщо машина починає дрейфувати. Комп'ютер, отримавши дані від датчиків кута повороту керма і швидкості обертання коліс, активує електродвигун. Цей останній зменшить передавальне відношення, щоб водій міг легше утримати автомобіль на потрібній траєкторії. Активне керування також корисне під час екстреного гальмування з ABS. Якщо зупинитися вчасно не вдається - водієві легше уникнути зіткнення.

Система AFS, яка аналізує параметри криволінійного руху автомобіля у кожний момент часу, може регулювати кут або кутову швидкість повороту

керованих коліс, тим самим допомагаючи водієві ефективно керувати автомобілем.

Першими серійними моделями, де випробували подібний пристрій, були нові моделі "п'ятірки" від BMW. Ймовірно, незабаром такі системи будуть на багатьох автомобілях, поки не з'явиться технологія управління через дроти.

Ведучі автомобільні компанії активно розробляють системи без механічного зв'язку між кермом та колесами - систему Steer by wire. Обертання керма відстежується спеціальним датчиком. Електронний блок, отримуючи інформацію про швидкості, бічні та вертикальні прискорення, відправляє сигнал актуаторам - електромоторам, які керують обертанням коліс.

Переваги такої системи очевидні. У критичних ситуаціях автомобіль зможе швидше самостійно повернути колеса на необхідний кут. Наприклад, якщо система стабілізації не змогла запобігти заносу, а машина закрутилася на обмерзлому шосе, швидкодіюча електроніка відновить кермо у необхідному напрямку та пригальмує одне або кілька коліс.

Автомобіль, який може діяти самостійно, спростить життя водія, наприклад, комп'ютер може впевнено припаркувати машину. А коли автомобілі навчаться добре розрізняти оточуюче середовище, вони зможуть обходити перешкоди.

Такі системи є вигідними та передовими технологічно: прокладання дротів є простішим, ніж створення механічного зв'язку зі звичайним валом та шарнірами. Така конструкція є кращою з точки зору пасивної безпеки.

У таких системах традиційне кермо може бути замінене, наприклад, джойстиком, оскільки воно стає необов'язковим.

3.3 Рульове керування з додатково керованою віссю автомобіля

У вантажних автомобілях часто використовуються декілька керованих осей, що сприяє збільшенню їх вантажопідйомності. Керовані осі виконують кілька важливих функцій:

- Збільшують термін експлуатації шин.
- Дозволяють автомобілю поворачувати.
- Забезпечують можливість виконання невеликих маневрів.

У вантажівках застосовуються такі види керованих осей:

- Передні керовані осі, а деякі моделі мають навіть дві передні керовані осі, які можуть бути з'єднані між собою (рис.3.8).

- Задні привідні подвійні осі, де передня подвійна вісь також може бути керованою. Це особливо поширене у двоосьових вантажних автомобілях, де обидві передня і задня осі можуть бути керованими за допомогою гідравлічних циліндрів.

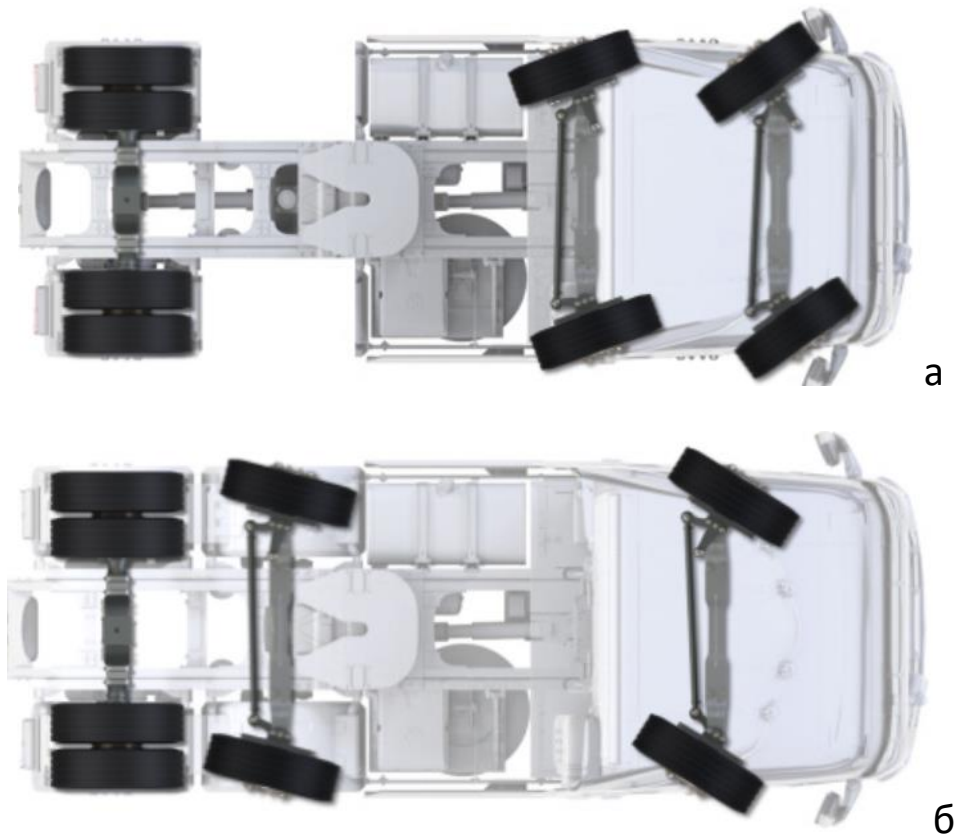


Рисунок 3.8 – Керовані осі багатовісних авто

Вантажні автомобілі такого компонування дуже легко маневрують в поворотах. Приклад вантажного автомобіля із задньою привідною подвійною віссю є будівельний автокран.

Самокеровані осі. Наявність певних керованих осей залежить від цілі використання транспортного засобу.

Основна ціль додаткового повороту задніх коліс автомобіля полягає в поліпшенні його маневреності. При цьому задні колеса повинні рухатися в іншому напрямку, ніж передні. Запропонувати механічний рульовий привід, який би забезпечував такий тип повороту, не є складним завданням. Проте виявилось, що автомобілі з таким управлінням мають тенденцію до ризику на прямій дорозі і погано справляються зі швидкісними поворотами. Тому в сучасних автомобілях з задніми керованими колесами встановлюють пристрої, які автоматично відключають поворот задніх коліс при швидкостях вище 20-30 км/год. Це реалізується шляхом використання гідравлічного або електричного приводу задніх коліс (див. рис. 3.9).

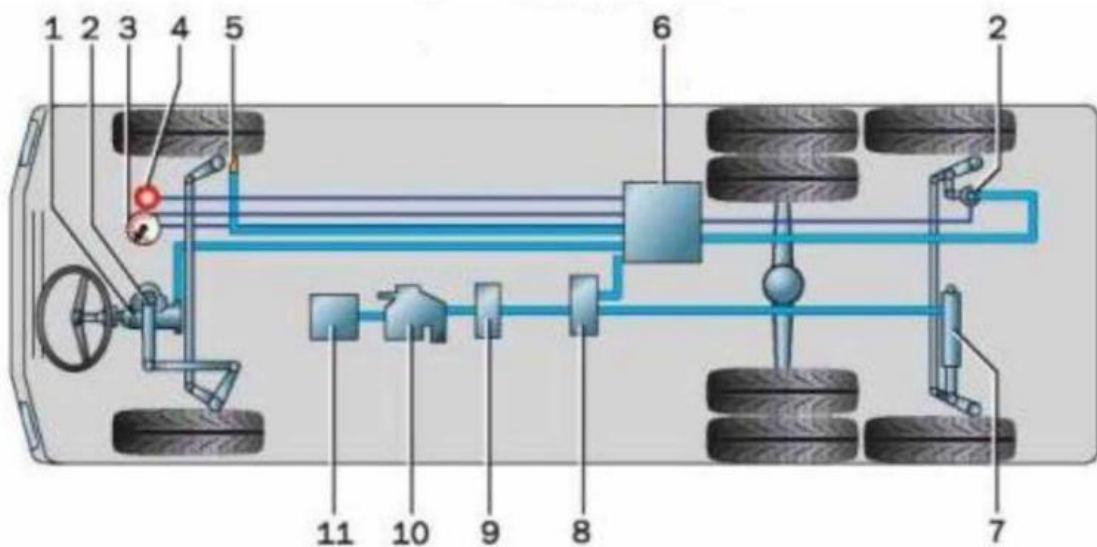
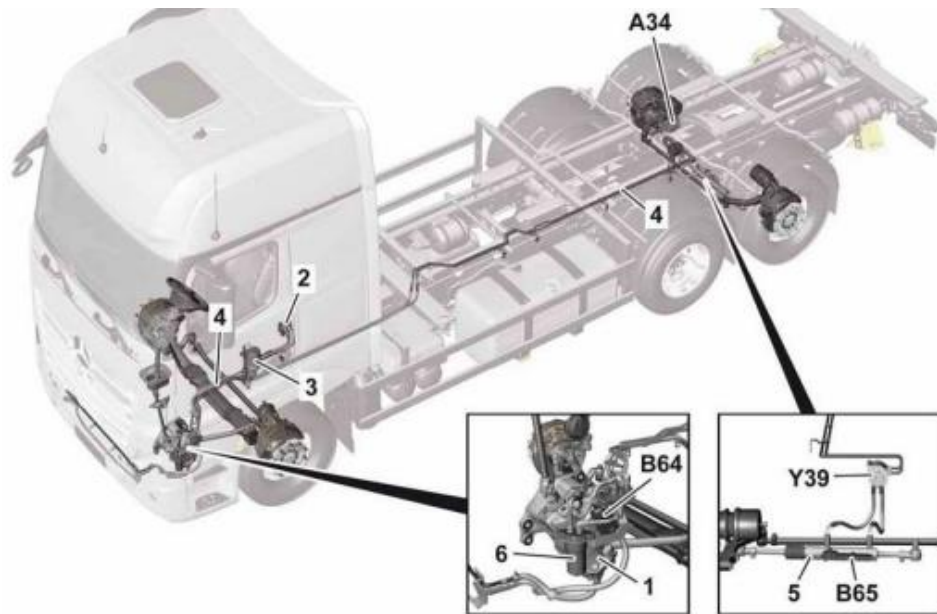


Рисунок 3.8 – Задні керовані колеса

1 – рульовий механізм; 2 – датчик кута повороту коліс; 3 – датчик частоти обертання колінчастого вала; 4 – аварійна лампа; 5 – датчик частоти обертання колеса; 6 – електронний блок управління; 7 – гідроциліндр; 8 – керуючий клапан; 9 – фільтр; 10 – насос; 11 – масляний бак

Система рульового керування з додатковою керованою віссю реалізована на автомобілях Mercedes-Benz Actros (Модель 963,0) (рис. 3.9). При дії водія на кермовий механізм відбувається одночасний поворот переднього моста і додаткової вісі, кути повороту яких відстежуються датчиками. За різницею у кутах повороту, які програмуються для різних умов руху автомобіля, блок управління керованою віссю автоматично включає або відключає додаткову вісь. Це забезпечує стабільний рух багатовісного автомобіля в різних умовах руху.

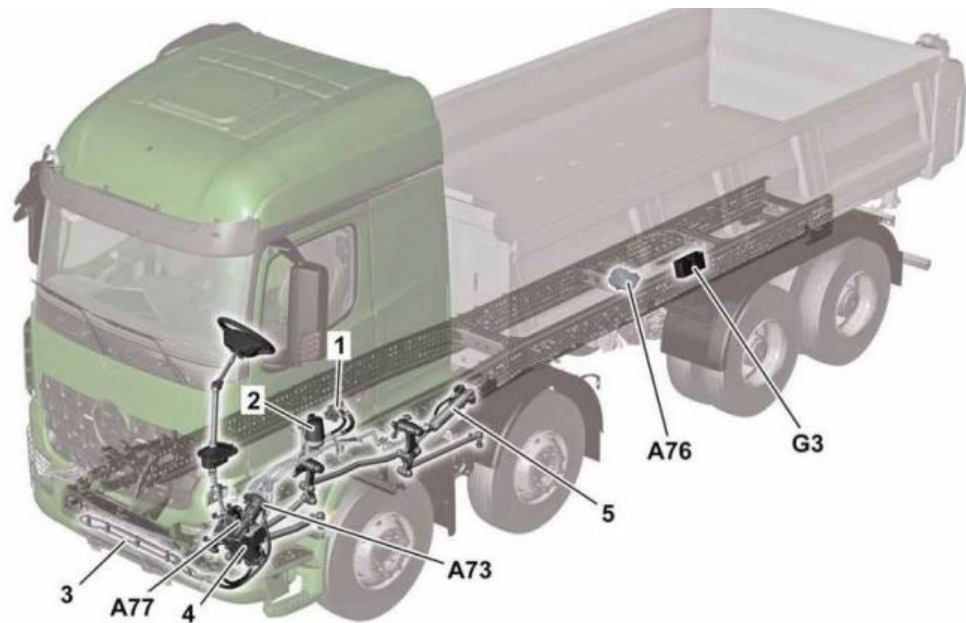


1 – рульовий механізм; 2 – насос гідропідсилювача керма (на двигуні); 3 – резервуар для рідини гідропідсилювача; 4 – трубопровід; 5 – гідроциліндр додаткової керованої осі; 6 – фільтр рідини лінії високого тиску; A34 – додатковий блок управління керованою віссю (ASA); B64 – датчик кута повороту переднього моста; B65 – додатковий датчик кута повороту керованої осі; Y39 – клапанний блок додаткової осі

Рисунок 3.9 – Задні керовані колеса Mercedes-Benz Actros (Модель 963)

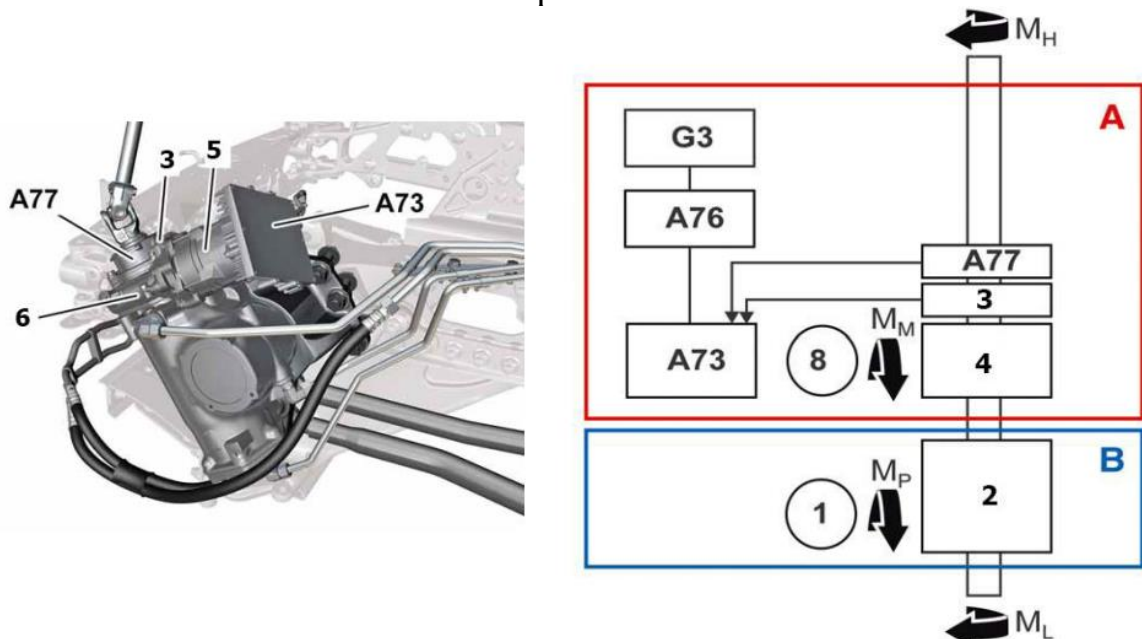
Система керування з електрогідравлічним підсилювачем керма застосована на автомобілі Mercedes-Benz Actros (Модель 964) у варіанті з чотирма осями (див. Рис. 3.10). Ця система базується на рульовому механізмі ZF, який широко використовується в важких вантажних автомобілях, та доповнюється електромеханічним пристроєм Servotwin® (див. Рис. 3.11).

Servotwin складається з кулькового рульового механізму, оснащеного сервопідсилювачем Servotronic, електродвигуна з блоком управління і черв'ячним механізмом. Ця система комбінує електричні та гідравлічні крутні моменти для досягнення оптимального значення крутного моменту ML і забезпечення легкості керування автомобілем в різних умовах дороги. Блок управління A73 оптимізує крутний момент на вихідному валу рульового механізму, регулюючи його згідно з конкретними умовами руху. Зі збільшенням швидкості руху автомобіля рульове управління стає більш жорстким, що може негативно впливати на водія. Однак система рульового управління компенсує різні навантажувальні та швидкісні режими роботи автомобіля, забезпечуючи оптимальне відчуття водієм рульового керма.



1 – насос гідропідсилювача; 2 – резервуар для рідини; 3 – радіатор; 4 – рульовий механізм Servotwin®; 5 – гідроциліндр; A73 – блок управління електрогідравлічним підсилювачем керма (APS); A76 – блок управління надлишковим живленням (RPS); A77 – датчик кута повороту рульового колеса; G3 – буферна батарея

Рисунок 3.10 – Mercedes-Benz Actros (Model 964) в варіанті виконання з чотирма осями



1 – насос гідропідсилювача; 2 – рульовий механізм Servotwin®; 3 – торсіон з датчиком крутного моменту; 4 – черв'ячна передача; 5 – електродвигун; 6 – черв'ячний редуктор; A73 – блок управління електрогідравлічним підсилювачем керма (APS); A76 – блок управління надлишковим живленням (RPS); A77 – датчик кута повороту рульового колеса; G3 – буферна батарея; M_H – крутний момент на рульовому колесі; M_L – вихідний крутний момент на рульовій передачі; M_M – електричний крутний момент; M_P – гідравлічний крутний момент; А – електрична рульова передача; В – гідравлічна рульова передача

Рисунок 3.11 – Рульовий механізм ZF з електромеханічним пристроєм Servotwin®, електрогідравлічного рульового управління автомобіля і принцип його роботи

Унікальною особливістю датчика рульового керування є його електричний замок, який призначений для захисту системи керування від перевантажень при максимальному блокуванні рульового колеса. Коли рульове колесо знаходиться у програмованому положенні, електродвигун автоматично зменшує опір системи керування, активуючи протиструм. Це забезпечує захист механічного обмежувача рульового колеса від пошкоджень.

Висновки до розділу

Сучасна система керування автомобілями стає складною мехатронною системою, що включає в себе різноманітні сенсорні та електронні пристрої, програмне забезпечення та виконавчі механізми. Ця складність продовжуватиме зростати, а значення безпеки руху та оптимального програмного забезпечення стає все більш важливим.

Автоматизація автомобілів відкриває шлях для повної роботизації систем управління. Вже сьогодні прототипи автомобілів можуть самостійно паркуватися, уникати перешкод, контролювати швидкість та повороти, а також рухатися вздовж заданого маршруту без активної участі водія. Майбутнє транспорту належить мехатроніці. Невдовзі для комфортної поїздки на сучасному автомобілі буде достатньо лише одного натискання кнопки.

Використання електрогідролічних підсилювачів рульового керування сприяє підвищенню маневреності вантажних автомобілів різної конфігурації. Це дозволяє досягти оптимального значення крутного моменту на рульовому приводі і полегшує керування автомобілем в різних умовах на дорозі.

4. ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

4.1 Недоліки рульового керування з гідروпідсилювачем

Недоліки рульового керування з гідропідсилювачем можуть включати:

Збільшений споживання енергії. Гідропідсилювачі можуть потребувати більше енергії для їх роботи порівняно з іншими типами підсилювачів, що може призводити до збільшення споживання палива.

Складність обслуговування. Системи гідропідсилювачів можуть бути складними для обслуговування через використання гідравлічної рідини та інших складних компонентів.

Підвищене ризик витоків. Гідропідсилювачі можуть мати підвищений ризик витоків гідравлічної рідини, що може призвести до проблем з роботою системи керування.

Висока вартість ремонту. Ремонт системи гідропідсилювача може бути дорогим через високу вартість запчастин та складність виконання робіт.

Відчуття відключення. У деяких випадках гідропідсилювачі можуть відчуватися як менш пряме або менш чутливе управління, що може зменшити відчуття зв'язку водія з автомобілем.

Вплив дорожніх умов на момент опору керованих коліс може бути наступним:

Різниця у стані дороги, така як рівність асфальту, наявність ям або нерівностей, може впливати на опір, який відчуває водій при керуванні.

Вид покриття дороги, такий як асфальт, бруківка або гравій, також може впливати на момент опору керованих коліс через різницю у терті та тяговому зусиллі.

Погодні умови, такі як дощ, сніг або ожеледь, можуть впливати на ступінь адгезії шин до дороги, що в свою чергу впливає на момент опору.

Велике навантаження на автомобіль також може змінювати момент опору керованих коліс, оскільки воно впливає на динаміку руху та стабільність автомобіля.

Швидкість руху також може впливати на момент опору керованих коліс, зокрема на відчуття водієм керування та необхідну силу для повороту керма.

Ці показники відображенні у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – залежність моменту опору керованих коліс від дорожніх умов

Дорожні умови	Коефіцієнт опору коченню, f	Коефіцієнт зчеплення, ϕ	Момент опору керованих коліс автомобіля Mercedes-Benz Actros при швидкості 30 км/год, M_{Σ} (Н*м)	Момент опору керованих коліс автомобіля Mercedes-Benz Actros M_{Σ} (Н * м)
Асфальтобетон	0,012	0,9	5830	5789
Гравій	0,02	0,65	4686	4365
Грунтова суха	0,025	0,7	5130	4756
Грунтова мокра	0,05	0,55	5179	4229
Пісок	0,1	0,19	8300	2803
Ущільнений сніг	0,03	0,2	3297	2049

Зміна об'ємного коефіцієнта корисної дії (ОККД) насоса ГРУ та коефіцієнта корисної дії (ККД) насоса ГРУ залежить від температури робочої рідини наступним чином:

Підвищення температури робочої рідини може призвести до зниження об'ємного коефіцієнта корисної дії та коефіцієнта корисної дії насоса ГРУ. Це

може статися через зміну властивостей робочої рідини при підвищенні температури, таких як в'язкість та її рідинність.

Ефективність системи теплопередачі також може впливати на температуру робочої рідини. Недостатня ефективність може призвести до перегріву робочої рідини, що в свою чергу може знизити ОККД та ККД насоса ГРУ.

Деякі насоси ГРУ можуть бути спроектовані для кращого відведення тепла та оптимізації роботи при підвищених температурах, що може знизити вплив зміни температури на ОККД та ККД.

4.2 Методика проведення експерименту

Встановлення правильного термічного режиму для насоса ГРУ може допомогти зберегти оптимальні значення ОККД та ККД при зміні температури робочої рідини.

Ці залежності можемо побачити на рисунку 4.1 [12].

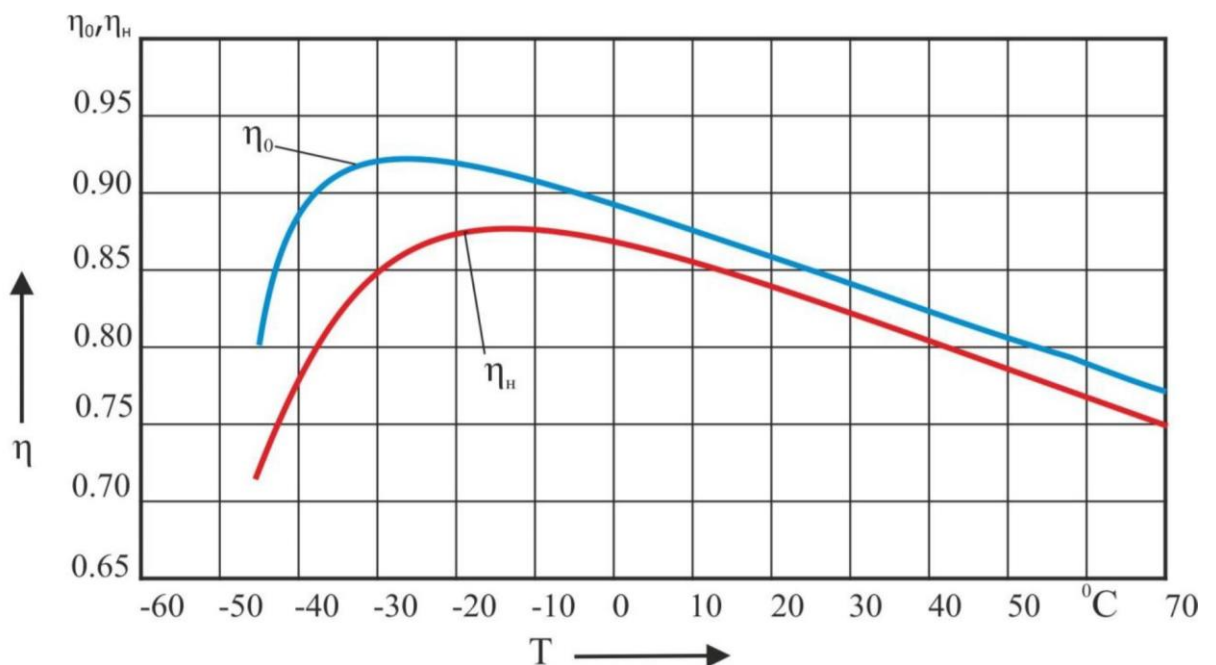


Рисунок 4.1 – Залежність зміни об'ємного ккд насоса гру та ккд насоса гру залежно від температури робочої рідини

Як бачимо із графіку ккд падає зі збільшенням температури. Для цього пропонується поміряти температуру оливи (рис. 4.2)



Рисунок 4.2 – Місця під'єднання термопар до трубопроводів силового циліндра

Для вимірювання температури використаємо прилад ОВЕН УКТ38 призначений для одночасного контролю температури, тиску, вологості, рівня та інших фізичних величин у кількох зонах (до 8) і для аварійної сигналізації при виході будь-якого з контрольованих параметрів за задані межі. Також він здатний реєструвати вимірювані параметри на електронно-обчислювальній машині (ЕОМ) (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – прилад ОВЕН УКТ38

Функціональні можливості пристрою:

- контроль температури або іншої фізичної величини (тиску, вологості, рівня і т.д.) у декількох зонах одночасно (до 8);
- вісім входів для підключення датчиків:
 - термоперетворювачів опору типу ТСМ і ТСП 50/100, Pt100;
 - термопар типу ТХК, ТХА, ТНН, ТЖК, ТПП(S), ТПП(R);

- датчиків з уніфікованим вихідним сигналом струму 0(4)...20 мА, 0...5 мА або напруги 0...1 В;
- підключення до різних входів датчиків різних типів з числа перерахованих у списку для даної модифікації;
- сигналізація "Аварія об'єкту" при виході будь-якої з контрольованих величин за задані межі;
- сигналізація "Аварія датчика" при перериванні або короткому замиканні датчика;
- два вихідних реле для включення аварійної сигналізації або аварійного відключення установки;
- індикація вимірюваних величин і заданих для них уставок на двох вбудованих індикаторах;
- програмування кнопками на передній панелі пристрою;
- збереження заданих параметрів при відключенні живлення.

Результати замірів можемо побачити на рисунку 4.4.

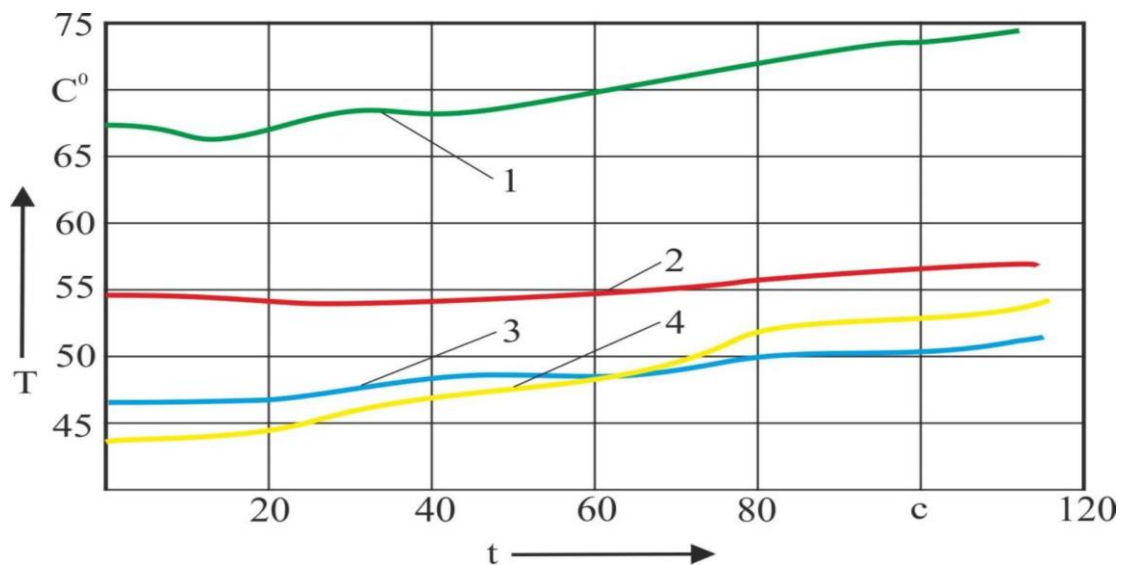


Рисунок 4.4 – Графік нагрівання робочої рідини: 1 – температура оливи в насосі, 2 - температура оливи в бачку, 3,4 - температура оливи на вході та виході з циліндра

Як ми бачимо температура оливи є високою особливо в насосі, тому пропонується пристрій для охолодження оливи в гідравлічній системі рис. 4.5.

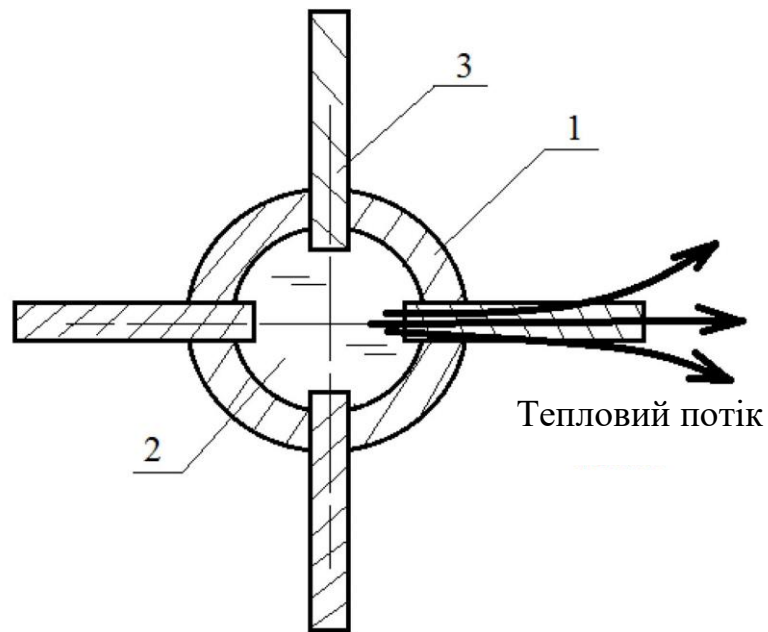


Рисунок 4.5 – Пристрій для охолодження рідини в гідравлічній системі

Використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма має кілька переваг:

Підвищення ефективності. Рідина, охолоджена за допомогою цього пристрою, здатна краще зберігати свої характеристики та забезпечувати оптимальну роботу гідравлічної системи. Це дозволяє підтримувати стабільну роботу гідропідсилювача керма навіть при тривалому використанні.

Збільшення тривалості служби. Рідина, яка охолоджується, менше піддається нагріванню і зносу, що сприяє подовженню терміну експлуатації гідравлічної системи та її складових частин.

Підвищення надійності. Зменшення температури рідини допомагає запобігти перегріву та можливим поломкам гідравлічної системи, що забезпечує більш високу надійність роботи автомобіля.

Покращення керованості. Система охолодження рідини допомагає зберігати стабільність роботи гідропідсилювача керма під час різних умов експлуатації, що позитивно впливає на керованість автомобіля, забезпечуючи комфортне та безпечне водіння.

Отже, використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма є ефективним способом підвищення

продуктивності, надійності та тривалості служби гідравлічної системи автомобіля.

Висновки до розділу

Вплив дорожніх умов на момент опору керованих коліс може бути наступним:

Різниця у стані дороги, така як рівність асфальту, наявність ям або нерівностей, може впливати на опір, який відчуває водій при керуванні.

Вид покриття дороги, такий як асфальт, бруківка або гравій, також може впливати на момент опору керованих коліс через різницю у терті та тяговому зусиллі.

Погодні умови, такі як дощ, сніг або ожеледь, можуть впливати на ступінь адгезії шин до дороги, що в свою чергу впливає на момент опору.

Встановлення правильного термічного режиму для насоса ГПК може допомогти зберегти оптимальні значення ОККД та ККД при зміні температури робочої рідини.

Використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма має кілька переваг:

Підвищення ефективності. Збільшення тривалості служби. Підвищення надійності. Покращення керованості.

Отже, використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма є ефективним способом підвищення продуктивності, надійності та тривалості служби гідравлічної системи автомобіля.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз травмонебезпечних ситуацій та вимоги безпеки під час експлуатації обладнання

Виробничий травматизм зумовлений організаційними, технічними, психофізіологічними та санітарно-гігієнічними причинами. Аналіз виробничого травматизму дозволяє не лише виявити причини, а визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики травматизму [18].

Для аналізу виробничого травматизму застосовують багато різноманітних методів, основні з яких можна поділити на такі групи: статистичні, топографічні, монографічні, економічні, анкетування, ергономічні, психофізіологічні, експертних оцінок та інші [17].

Причини виробничого травматизму поділяються на такі основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, економічні, психофізіологічні.

Чинники та обставини, які впливають на хід подій за час від початкової до небажаної події можуть бути такими:

Наявність струму на корпусі світильника:

а) відсутність захисного заземлення:

- не виконувалося заземлення;
- пошкоджено захисне заземлення.

б) пошкодження ізоляції :

- відсутність профілактичних заходів;
- неправильна експлуатація.

Дотик обслуговуючого персоналу оголеними частинами тіла до корпусу світильника:

а) недотримання правил техніки безпеки:

- відсутність захисної огорожі;

- недотримання вимог щодо спецодягу обслуговуючого персоналу;
- невиконання правил техніки безпеки;
- б) невикористання засобів індивідуального захисту:

- халатність працівника;
- недостатній контроль працівників.

Отже, Такі чинники, відсутність засобів індивідуального захисту, невиконання профілактичних заходів щодо огляду робочого місця, нехтування правилами техніки безпеки можуть бути причиною травмування робочого персоналу.

Для нашого випадку можливими заходами та засобами запобігання дії шкідливого чинника є:

- проведення профілактичних заходів;
- завчасне проведення інструктажів з охорони праці.

Після обчислення ймовірностей всіх подій, починаючи з лівої нижньої гілки "дерева", позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до даної моделі. Потім модель представляємо до математичного виконання ймовірностей випадкових подій, застосовуючи формули [16].

Вимоги безпеки до початку роботи:

- Заземлення є обов'язковим!
- Перевірити надійність заземлення електросвітильника і електрощитів.
- Опір ізоляції відносно землі електрично зв'язаних кіл повинен бути не менше 1,0 МОм.
- Опір ізоляції вимірюється мегомметром 1000-2500В.
- Перевірити візуальну справність органів контролю індикації,.
- Уважно оглянути робоче місце, привести його в порядок. Забрати всі предмети, що заважають роботі. Робочий інструмент, пристосування і допоміжний матеріал, перевірити їхню справність.

Вимоги безпеки під час роботи :

- Управління роботою освітлення у заданому режимі відбувається автоматично.

-При огляді працюючої системи освітлення забороняється виконувати любі роботи в системі автоматики і захисту і вимірювальних приладах.

-Не доторкатися голими руками до неізольованих поверхонь трубопроводів подачі гарячої води.

5.2 Планування заходів з покращення охорони праці

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму бувають на організаційні та технічні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих чинників. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; встановлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування [18].

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації та пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском [16].

5.3 Моделювання процесів формування і виникнення небезпечних ситуацій під час експлуатації обладнання

Після обчислення ймовірностей всіх подій, починаючи з лівої нижньої гілки "дерева", позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до даної моделі.

Кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Таблиця 5.1 – Ймовірності подій виникнення небезпеки

Шифр	Назва події	Ймовірність
P ₁	Відсутність захисного заземлення	0,04
P ₂	Пошкодження захисного заземлення	0,03
P ₃	Пошкодження ізоляції	0,1
P ₄	Неправильна експлуатація обладнання	0,02
P ₅	Відсутність профілактичних заходів	0,1
P ₆	Відсутність захисного щита	0,2
P ₇	Незнання правил техніки безпеки	0,09
P ₈	Недотримання правил техніки безпеки	0,1
P ₉	Відсутність засобів індивідуального захисту	0,3
P ₁₀	Халатність	0,06

Складемо логіко імітаційна модель процесу виникнення травм при роботі з електроопаленням (рис.5.1).

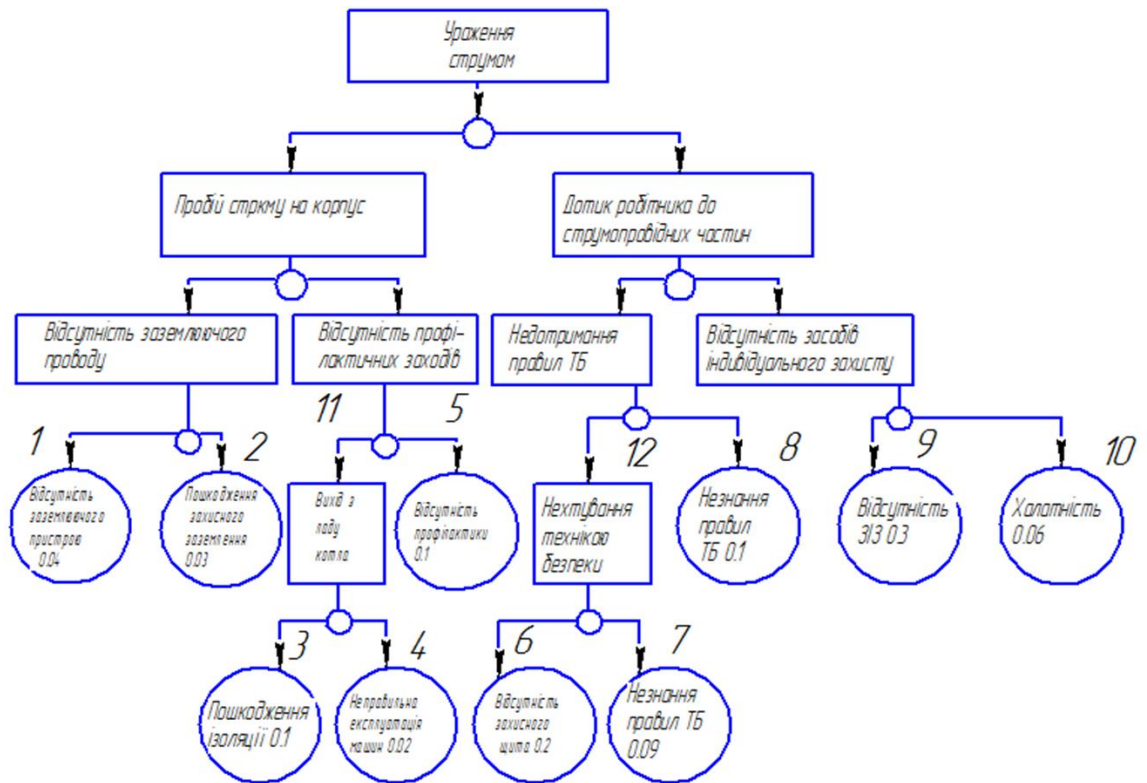


Рисунок 5.1 – Логіко імітаційна модель процесу виникнення травм при роботі з електрообладнанням.

Нехай дві базові події з ймовірністю "I" входять у наступну третю подію. Тоді ймовірність виникнення цієї події P_3 можна визначити так:

$$P_3 = P_1 + P_2 \quad (5.1)$$

Оператор "I" об'єднує n події з ймовірностями P_1, P_2, \dots, P_n . Тоді ймовірності вихідної події P буде:

$$P_3 = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n \quad (5.2)$$

Дві базові події з ймовірностями P_1 і P_2 за допомогою оператора "Або", входять до третьої події. Тоді ймовірність P_3 буде.

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \times P_2 \quad (5.3)$$

Оператор "Або" об'єднує 3 базові події з ймовірностями P_1, P_2, P_3 , які за допомогою цього оператора входять у наступну подію з ймовірністю P_4 . Тоді ймовірність цієї події можна визначити за формулою:

$$P_4 = P_1 + P_2 + P_3 - P_1 P_2 - P_1 P_3 - P_2 P_3 + P_1 P_2 P_3 \quad (5.4)$$

За допомогою даних залежностей ми проводимо розрахунок ймовірності виникнення травми про роботі з електрообладнанням. Ймовірність виникнення

вихідних подій задаємо умовно. Підставивши дані ймовірностей базових подій у формулу (4.4), Отримаємо ймовірність події 13:

$$P_{13} = 0,03 + 0,01 - 0,03 \cdot 0,01 = 0,0397.$$

Аналогічно визначаємо ймовірність інших подій:

$$P_{11} = P_4 + P_5 - P_4 \times P_5; \quad (5.5)$$

$$P_{11} = 0,02 + 0,1 - 0,02 \cdot 0,1 = 0,118.$$

$$P_{12} = P_6 + P_7 - P_6 \times P_7; \quad (5.6)$$

$$P_{12} = 0,2 + 0,09 - 0,2 \cdot 0,09 = 0,20.$$

$$P_{16} = P_9 + P_{10} - P_9 \times P_{10}; \quad (5.7)$$

$$P_{13} = 0,04 + 0,06 - 0,04 \cdot 0,05 = 0,0401.$$

$$P_{14} = P_{11} \times P_5; \quad (5.8)$$

$$P_{14} = 0,118 \times 0,1 = 0,0118.$$

$$P_{15} = P_{12} \times P_8; \quad (5.9)$$

$$P_{15} = 0,20 \times 0,1 = 0,022.$$

$$P_{16} = P_{13} + P_{14} - P_{13} \times P_{14}; \quad (5.10)$$

$$P_{16} = 0,0401 + 0,0118 - 0,0401 \cdot 0,0118 = 0,0142.$$

$$P_{17} = P_{14} \times P_{15}; \quad (5.11)$$

$$P_{17} = 0,0118 \times 0,022 = 0,00250.$$

$$P_{18} = P_{16} + P_{17} - P_{16} \times P_{17}; \quad (5.12)$$

$$P_{18} = 0,0142 + 0,00250 - 0,0142 \times 0,0190 = 0,144.$$

Таким чином на під час роботи електричної освітлювальної системи на при наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 14,4 травм. Якщо підвищити професійний рівень, поліпшити контроль та виготовити профілактичні засоби за всіма вимогами безпеки, то можна побачити на моделі шляхом повторного

розрахунку, що рівень небезпеки буде наближатися до 0, а рівень безпеки - до 1.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Захист цивільного населення у разі загрози виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань держави.

Актуальність проблеми забезпечення природо-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей та шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від масштабних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатись як невід'ємна частина державної політики, національної безпеки та державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади.

При загрозі радіоактивного забруднення місцевості керівник ЦЗ об'єкта відповідно до плану ЦЗ дає розпорядження привести в готовність формування для захисту тварин. Для догляду за тваринами в приміщеннях залишають мінімальну кількість працівників 3-5 осіб, але не менше 3 на приміщення. За наявності дійних корів залишають 5-7 осіб на 150-200 тварин [17].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Мета данної роботи дослідити та провести аналіз кермових механізмів транспортних засобів.

Задачі роботи:

Зробити огляд розвитку і сучасного стану рульових механізмів

Проаналізувати теоретичні аспекти керованості автомобілів.

Провести аналіз моделей кермових механізмів автомобілів.

Обґрунтувати шляхи покращення рульового керування автомобілів.

Зробити висновки.

Рульове керування повинно відповідати ряду вимог:

- Забезпечення мінімального радіусу повороту для максимальної маневреності транспортного засобу.
- Поворот керованих коліс без бокового проскальзування по опорній поверхні.
- Забезпечення силового та кінематичного зв'язку, щоб зусилля на рульовому колесі відповідало моменту опору керованих коліс.
- Відповідність кута повороту рульового колеса та керованих коліс.
- Відсутність коливань коліс у горизонтальній площині в конструкції рульової передачі.
- Мінімізація втомлення водія шляхом зменшення зусиль, які він здійснює на рульовому колесі, та уникнення передачі поштовхів від нерівностей дороги.
- Простота конструкції рульового керування для забезпечення простоти експлуатації та технічного обслуговування, а також високої надійності.

Найчастіше маневреність автомобілів забезпечується рухом керованих коліс у горизонтальній площині. Деякі автомобілі, переважно повнопривідні, мають всі колеса, які керуються. Такі машини змінюють напрямок руху двома способами: або передні і задні колеса рухаються в різні напрямки і машина рухається по колу з центром O в перетині осей обертання коліс, або всі колеса повертаються в один бік.

Під час повороту автомобіля з двома передніми керованими колесами важливо, щоб всі колеса на опорній поверхні оберталися без бокового ковзання і деформацій шин. У такому випадку керовані колеса повинні повертатися на різні кути відносно нейтрального положення. [13].

Сучасна система керування автомобілями стає складною мехатронною системою, що включає в себе різноманітні сенсорні та електронні пристрої, програмне забезпечення та виконавчі механізми. Ця складність продовжуватиме зростати, а значення безпеки руху та оптимального програмного забезпечення стає все більш важливим.

Використання електрогідравлічних підсилювачів рульового керування сприяє підвищенню маневреності вантажних автомобілів різної конфігурації. Це дозволяє досягти оптимального значення крутного моменту на рульовому приводі і полегшує керування автомобілем в різних умовах на дорозі.

Встановлення правильного термічного режиму для насоса ГПК може допомогти зберегти оптимальні значення ОККД та ККД при зміні температури робочої рідини.

Використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма має кілька переваг:

Підвищення ефективності. Збільшення тривалості служби. Підвищення надійності. Покращення керованості.

Отже, використання пристрою для охолодження рідини в гідравлічній системі гідропідсилювача керма є ефективним способом підвищення продуктивності, надійності та тривалості служби гідравлічної системи автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Khimka S. CONTROL LIGHTING BY MEANS OF VIRTUAL CONTROL MEASUREMENT DEVICE. / Stepan Khimka, Stanislaw Sosnowski // MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszów, 2016 – Vol. 18, №8. с 85–89
2. Льода Любомир, Свилеба Тарас. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ.. Студентська молодь і науковий прогрес в АПК: тези доп. Міжнар. студ. наук. форуму. (4–6 жовтня 2023 року). Львів: Львівський національний університет природокористування, 2023. С. 437. (Науковий керівник: к.т.н., доц. Хімка С.М.).
3. Свилеба Тарас, Льода Любомир. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ АМОТИЗАТОРА ДЛЯ ЛЕГКОГО КОМЕРЦІЙНОГО АВТОМОБІЛЯ. Студентська молодь і науковий прогрес в АПК: тези доп. Міжнар. студ. наук. форуму. (4–6 жовтня 2023 року). Львів: Львівський національний університет природокористування, 2023. С. 438. (Науковий керівник: к.т.н., доц. Хімка С.М.).
4. .Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів. Київ: “Либідь”, 2006. 400 с.
5. Development of Active Anti-Roll Control for Heavy Vehicles: First Year Report Submitted to the University of Cambridge/ Arnaud J. P. Miede. Cambridge University Engineering Department, September 13, 2000. — 80 p.
6. Сажко В. А. С14 Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. Київ. Каравела, 2008. 400 с. ISBN 966-96331-1-7
7. Electude - Автомобільні основи https://lnau.electude.su/bundle_17945301 (дата звернення 31.10.2022 р.)
8. Підручник з будови автомобіля. <https://greenway.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilj> (дата звернення 31.10.2022 р.)

9. Auto 24 https://auto.24tv.ua/budova_avtomobilia_chotyry_skladovi_n31927 (дата звернення 31.10.2022 р.).
10. Для автоелектриків <https://sites.google.com/site/dlaavtoelektrikiv/> (дата звернення 31.10.2022 р.).
11. ДСТУ 12.1.003-03 ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки. - Київ.: Видавництво стандартів, 2008.
12. Антощенко В.М. Трактори та автомобілі. Ч.4. Робоче, додаткове і допоміжне обладнання Харків, 2016. 164 с.
13. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів Київ: Урожай, 1994. 224 с.
14. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання Київ: Вища школа, 2011. 180с.
15. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Книга 1. Трактори Київ: Грамота, 2013. 336 с.
16. Лебедєв А.Т. Трактори та автомобілі. Ч.3. Шасі Київ: Вища школа, 2014. 336с.
17. Кузнецов Р. М. Покращення показників стійкості триланкових автопоїздів у граничних режимах руху : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Р. М. Кузнецов. Нац. трансп. ун-т. — К., 2007. — 20 с.
18. Лехман С.Д., Целинський В.П., Козирев С.М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві: Запитання і відповіді. Київ: Урожай, 1999. 400с.
19. Лехман С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ.: Урожай, 1993. 267с.
20. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.tesla.com/models>
21. Федішин Б.М., Борисик Б.В., Вовк М.В. Хімія та екологія атмосфери. Київ: Алеута, 2013. 272с.