

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Дидактичне проектування навчального посібника

«Механізми керування автомобілем»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)  
Галузь знань: 01 Освіта  
Спеціальність: 015 Професійна освіта  
Спеціалізація: 015.38 Транспорт  
Освітня програма: Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)

КРПО. 17056.00.00

Виконав: студент 2 курсу  
група ПОТМ-21-1

Підпис

Олександр ЗАМОГИЛЬНИЙ

Керівник: к.пед.н., доц.

Підпис

Іван ГЕРНІЧЕНКО

Нормоконтролер

Підпис

Віктор. ПРИЙМАК

До захисту допускаю  
Завідувач кафедри технологічної та  
професійної освіти і декоративного мистецтва

Підпис

Ірина АНДРОЩУК

12 12 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гуманітарно-педагогічний  
Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва  
Освітній рівень другий (магістерський)  
Галузь знань 01 Освіта  
Спеціальність 015.38 Професійна освіта  
Спеціалізація Транспорт  
Освітня програма «Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ірина АНДРОЩУК

01 / 09 / 2022р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Олександр **ЗАМОГИЛЬНОМУ**

(ім'я, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи Дидактичне проектування навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

керівник кваліфікаційної роботи к.пед.н., доц. Іван ГЕРНІЧЕНКО

Затверджено наказом ректора університету від 1.07.2022 р. №83

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 20.12.2022 р.

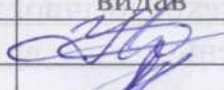

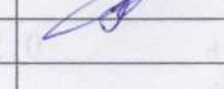
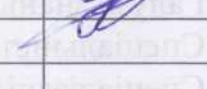
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи робоча програма дисципліни «Технології (Автомобілі)»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Проектування змісту основного тексту навчального посібника, Розробка елементів методичного апарату навчального посібника

5. Перелік графічного матеріалу

Макет навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Іван ГЕРНІЧЕНКО		
Нормоконтроль	Віктор ПРИЙМАК		

7. Дата видачі завдання 3.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Вступ	10.09.2022	виконано
2	1 розділ	1.10.2022	виконано
3	2 розділ	22.10.2022	виконано
4	Висновки, перелік посилань	19.11.2022	виконано
5	Проект навчального посібника	3.12.2022	виконано
6	Попередній захист	10-12.12.2022	виконано
7	Нормоконтроль	13-15.12.2019	виконано
8	Перевірка на плагіат	16-18.12.2022	виконано
9	Рецензування	19-26.12.2022	виконано
10	Захист	28.12.2022	виконано

Студент

  
(підпис)

Олександр ЗАМОГИЛЬНИЙ

Керівник роботи

  
(підпис)

Іван ГЕРНІЧЕНКО

## Анотація

Кваліфікаційна робота на тему «Дидактичне проектування навчального посібника «Механізми керування автомобілем»» вирішує практичну задачу з розробки дидактичного забезпечення дисципліни «Автомобілі».

У роботі розглянуто призначення та будову гальмівної системи автомобіля, її несправності, діагностування та технічне обслуговування. Розроблено макет навчального посібника «Механізми керування автомобілем».

Кваліфікаційна робота виконана студентом спеціальності 015.38 Професійна освіта (Транспорт) кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету Замогильним О. під керівництвом доцента кафедри Герніченка І.І.

Кваліфікаційна робота складає 95 сторінок, 5 таблиць, 9 рисунків та літературних джерел в кількості 27.

20 грудня 2022 р.

## Зміст

Вступ.....	6
1 Проектування змісту основного тексту навчального посібника.....	8
1.1 Проектування результатів навчання «Механізми керування автомобілем».....	8
1.2 Компонування інформаційного поля.....	10
1.3 Формування дидактичних одиниць навчального матеріалу.....	14
1.4 Побудова структурно-сислової моделі основного тексту посібника.....	58
2 Розробка елементів методичного апарату навчального посібника «Механізми керування автомобілем».....	64
2.1 Вимоги та структура навчального посібника.....	64
2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника.....	68
2.3. Розробка апарату навчального посібника.....	70
Висновки.....	78
Перелік посилань.....	80
Додаток А – Фрагмент навчального посібника.....	83

## Вступ

З-поміж проблем, що виникли перед системою освіти України з переходом на новий її зміст, найголовнішою є створення нових підручників та навчальних посібників для учнів та студентів. Саме навчальні видання, розкриваючи і формуючи предметні поняття, визначають обсяг знань, умінь і навичок, які здобувачам освіти необхідно засвоїти, формують їхній світогляд і світосприймання. Саме підручник насамперед «визначає специфіку прийомів засвоєння закладеного в ньому обсягу знань і тим самим не тільки підвищує ефективність засвоєння, а й сприяє активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти, розвиває їх розумові здібності, пам'ять, допитливість, зацікавленість предметом, виробляє уміння самостійного набування знань [14].

Сучасний підручник виступає не лише як носій певної суми знань, їх закріплення в пам'яті та відтворення за потреби, а й носій змісту тих видів діяльності, які ведуть до розвитку творчих потенцій учнів. Саме тому проблема структури підручників, аналізу удосконалення їх структурних компонентів і наукового обґрунтування функцій цих компонентів є вирішальними у процесі удосконалення існуючих і створення нового покоління підручників та навчальних посібників.

Тому мета роботи – обґрунтувати і укласти макет навчального посібника з теми «Механізми керування автомобілем».

Об'єкт дослідження – процес вивчення будови автомобіля студентами (учнями) закладів передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти.

Предмет дослідження – зміст навчального посібника з теми «Механізми керування автомобілем».

Завдання дослідження:

- визначити результати навчання з теми «Механізми керування автомобілем»;
- скомпонувати інформаційне поле;

- сформувати дидактичні одиниці навчального матеріалу основного тексту посібника;
- побудувати структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника;
- обґрунтувати методичний апарат посібника «Механізми керування автомобілем»;
- розробити макет навчального посібника «Механізми керування автомобілем».

Методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної літератури; абстрагування і конкретизація при проектування змісту навчання, формулюванні принципів і загальної логіки проектування і розробці на цій основі процедури проектування освітнього процесу.

Результати кваліфікаційної роботи було апробовано на Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми професійної та технологічної освіти: погляд у майбутнє», 28.10.2022 року, м. Умань.

# 1. Проектування основного тексту навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

## 1.1 Проектування результатів навчання з теми

Точне розуміння цілей вивчення матеріалу допомагає пояснити учневі (студенту), орієнтири спільної діяльності, зробити зрозумілими завдання, які необхідно вирішити. Це знімає напругу в процесі навчання, сприяє формуванню мотивів і підвищує ефективність навчання.

В процесі розвитку педагогічної науки питанню постановки цілі постійно приділялася увага багатьма педагогами і психологами. Традиційно в педагогіці цілі описуються наступним чином [1]:

- через зміст навчання;
- через діяльність викладача;
- через внутрішні процеси розвитку особистості;
- через учбову діяльність учнів.

Така презентація цілі на сьогодні вже не задовольняє вимог сучасної технології навчання, так як вона не дає уяви про результат навчання.

В рамках діяльнісного підходу до навчання і цілепокладання висунуті наступні вимоги:

- відповідність цілі основним вимогам до фахівця;
- чітке відображення предмета навчальної діяльності або змісту навчального матеріалу;
- відображення елементів навчальної діяльності студентів в процесі досягнення цілі;
- наявність способу або «інструменту» для контролю досягнення цілі;
- наявність шкали оцінювання сформованих якостей особистості.

Прийнято поділяти цілі на стратегічні, тактичні і оперативні. Для окремої дисципліни ставлять тактичні цілі навчання, які потім

конкретизуються для кожного розділу, теми у вигляді оперативних цілей навчання.

Виділяють три рівні сформованості умінь (дидактичних цілей) [1; 2]:

1 – з опорою на джерело інформації (ОДІ), тобто є вміння виконання дії за інструкцією, під керівництвом;

2 – самостійно (С), тобто без використання інструкцій, описів, вказівок;

3 – самостійно в автоматичному режимі (СА) – в даному випадку вміння і навички автоматизовані, дії виконуються автоматично, не вимагають великих розумових зусиль.

Щоб спроектувати результати навчання, розглянемо робочу програму з будови автомобілів [15].

Аналіз програми показав, що в результаті вивчення теми «Механізми керування автомобілем» студенти повинні уміти:

- пояснювати призначення та загальну будову рульового керування автомобілів;
- характеризувати будову та роботу вузлів та деталей рульового керування;
- визначати можливі несправності рульового керування та здійснювати його технічне обслуговування;
- пояснювати призначення та загальну будову гальмівної системи;
- характеризувати будову та роботу основних деталей гальмівної системи;
- визначати основні несправності гальмівної системи ;
- здійснювати технічне обслуговування гальмівної системи.

Для того, щоб сформувавши в студентів зазначені вище вміння, необхідно визначити систему знань, які їх забезпечують. Узагальнені результати навчальної діяльності студентів з теми «Механізми керування автомобілем» подаємо у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати навчання з теми «Механізми керування автомобілем»

Дидактична ціль	Бажаний рівень сформованості дій	Дидактичні навчальні задачі
<i>Уміти:</i>		<i>Знати:</i>
- пояснювати призначення та загальну будову рульового керування автомобілів	С	- призначення рульового керування - загальну будову рульового керування
- характеризувати будову та роботу вузлів та деталей рульового керування	С	- призначення та будову основних вузлів та деталей рульового керування
- визначати можливі несправності рульового керування та здійснювати його технічне обслуговування	С	- основні несправності рульового керування - особливості технічного обслуговування рульового керування
- пояснювати призначення та будову гальмівної системи автомобіля	С	- призначення гальмівної системи - загальну будову гальмівної системи
- характеризувати будову та роботу основних вузлів та деталей гальмівної системи	С	- призначення та конструкцію основних вузлів та деталей гальмівної системи
- визначати можливі несправності гальмівної системи та здійснювати її технічне обслуговування	С	- основні несправності гальмівної системи - технічне обслуговування гальмівної системи

З таблиці 1.1 видно, яких результатів навчання повинні досягти студенти під час вивчення теми «Механізми керування автомобілем».

## 1.2. Компонування інформаційного поля теми

Для komponування інформаційного поля для розробки навчального посібника на тему: «Механізми керування автомобілем» в рамках навчальної дисципліни «Технологія (Автомобілі)» було проведено порівняльний аналіз навчальних підручників метою визначення їх показників якості та для вибору

основного підручника. Згідно робочої програми навчальної дисципліни «Технологія (Автомобілі)» основними літературними джерелами для формування її змісту були:

1. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кислик В.Ф., Луцик В.В. – К.; Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.
2. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. – К.: Арістей, 2005. – 280 с.

Аналіз навчальних матеріалів проводимо за трьома групами показників [2]. Перша група показників якості характеризує наявність діагностично висунутої мети, сюди належать: перелік спеціальностей, для яких призначено підручник і рівнів засвоєння матеріалу, що вивчається; наявність зазначеної мети перед кожним розділом, структури підручника; рекомендацій по його використанню.

Друга група характеризує дидактичну обробку змісту: повнота відображення матеріалу, який вивчається; наявність та відображення логічної структури матеріалу, який вивчається; послідовність та логічність, відображення сучасних досягнень розвитку науки і техніки; зв'язок викладення з практикою; відповідність визначень і термінів загальноприйнятих у базових дисциплінах; рівномірність розподілу навчального матеріалу; доступність викладу; наочність. Третя група – дидактичні принципи та організація структури підручника – включає: наявність вказівок до самостійної роботи за кожним розділом; наявність завдань і вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками; завдань для самостійного розв'язання; наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними.

Показники якості і коефіцієнти значущості і-го показника якості в g-му навчальному посібнику, для подальшого розрахунку оцінки літературних джерел вказані в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Показники якості навчальних джерел

№ з/п	Найменування показника	Ki
1	2	3
<b>Група I – Наявність діагностично висунутої мети</b>		
1	Перелік спеціальностей, для яких призначено підручник	1
2	Перелік рівнів засвоєння матеріалу, що вивчається	1
3	Наявність назначеної мети перед кожним розділом	1
4	Наявність структури підручника	1
5	Наявність рекомендацій по його використанню	1
<b>Група II – Дидактична обробка змісту</b>		
6	Повнота відображення матеріалу, який вивчається	3
7	Наявність та відображення логічної структури матеріалу, який вивчається	3
8	Послідовність та логічність	3
9	Відображення сучасних досягнень розвитку науки і техніки	3
10	Зв'язок викладення з практикою	3
11	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих в базових дисциплінах	2
12	Рівномірність розподілу навчального матеріалу	2
13	Доступність викладу	3
14	Наочність	2
<b>Група III – Дидактичні принципи та організація структури підручника</b>		
15	Наявність вказівок до самостійної роботи за кожним розділом	3
16	Наявність завдань та вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	3
17	Наявність завдань для самостійного розв'язання	2
18	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	3

Визначення загальної суми балів для кожного навчального підручника проводиться за формулою:

$$N_{ig} = K_i \cdot P_{ig} \quad (1)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт значущості  $i$ -го показника якості в  $g$ -му навчальному підручнику (посібнику);

$P_{ig}$  – оцінка реалізації  $i$ -го показника якості в  $g$ -му навчальному підручнику (посібнику), порівняльний аналіз навчальних підручників (посібників) за кожним показником виконується по п'ятибальній шкалі.;

$N$  – кількість показників [2].

Оцінювання обраних джерел інформації за показниками якості представлено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Оцінювання якості навчальних джерел з дисципліни

№ з/п	Найменування показника	[1]			[2]		
		$K_i$	$P_{ig}$	$N_{ig}=K_i \cdot P_{ig}$	$K_i$	$P_{ig}$	$N_{ig}=K_i \cdot P_{ig}$
<b>Група I – Наявність діагностично висунутої мети</b>							
1	Перелік спеціальностей, для яких призначено підручник	1	5	5	1	5	5
2	Перелік рівнів засвоєння матеріалу, що вивчається	1	4	4	1	3	3
3	Наявність назначеної мети перед кожним розділом	1	2	2	1	2	2
4	Наявність структури підручника	1	5	5	1	4	4
5	Наявність рекомендацій по його використанню	1	2	2	1	4	4
	<b>Σ I</b>			<b>18</b>			<b>18</b>
<b>Група II – Дидактична обробка змісту</b>							
6	Повнота відображення матеріалу, який вивчається	3	5	15	3	5	15
7	Наявність та відображення логічної структури матеріалу, який вивчається	3	4	12	3	5	15
8	Послідовність та логічність	3	5	15	3	5	15
9	Відображення сучасних досягнень розвитку науки і техніки	3	4	12	3	4	12
10	Зв'язок викладення з практикою	3	5	15	3	5	15
11	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих в базових дисциплінах	2	4	8	2	4	8
12	Рівномірність розподілу навчального матеріалу	2	5	10	2	4	8
13	Доступність викладу	3	5	15	3	5	15
14	Наочність	2	4	8	2	4	8
	<b>Σ II</b>			<b>110</b>			<b>111</b>
<b>Група III – Дидактичні принципи та організація структури підручника</b>							
15	Наявність вказівок до самостійної роботи за кожним розділом	3	2	6	3	0	0
16	Наявність завдань та вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	3	2	6	3	0	0
17	Наявність завдань для самостійного розв'язання	2	2	4	2	0	0
18	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	3	2	6	3	0	0
	<b>Σ III</b>			<b>22</b>			<b>0</b>
	<b>Σ</b>			<b>150</b>			<b>139</b>

За результатами оцінювання ми вибрали книгу №1, яка набрала більшу кількість балів та в якій виклад матеріалу є логічним і послідовним.

Після аналізу навчальних джерел починаємо формувати інформаційне поле.

Інформаційне поле – відібраний матеріал теми який після дидактичного опрацювання стає основний текст навчального посібника. Інформаційне поле формується не лише з обраного підручника, туди додають інформацію із інших джерел для кращого розкриття змісту матеріалу, адже від цього залежатиме продуктивність вивчення матеріалу учнями, його сприйняття, усвідомлення, розуміння і запам'ятовування. Для інформаційного поля, крім матеріалів підручника [5], нами було використано наступні літературні джерела: [6-10; 16-20; 23-27].

### 1.3 Формування дидактичних одиниць навчального матеріалу

На основі створеного інформаційного поля теми «Механізми керування автомобілем» було виділено основні структурні елементи змісту теми – дидактичні одиниці.

У «Словнику законодавчих термінів» дидактична одиниця ототожнюється із поняттям «навчальний елемент» і визначається як «мінімальна доза навчальної інформації, що зберігає властивості навчального об'єкта» [12]. Т. Боровкова під дидактичною одиницею розглядає окремовзяту навчальну тему [3]. Водночас під дидактичною одиницею розглядають менші дидактичні складники.

Таким чином, дидактична одиниця – це найменша частина навчальної інформації, яка необхідна для сприйняття, аналізу та засвоєння студентами.

Для теми «Механізми керування автомобілем» було визначено наступні 24 дидактичні одиниці:

- ДО1 Призначення і класифікація рульового керування автомобіля
  - ДО2 Загальна будова і робота рульового керування автомобіля
  - ДО3 Рульове колесо та рульова колонка
  - ДО4 Типи рульових механізмів
  - ДО5 Черв'ячний рульовий механізм
  - ДО6 Гвинтовий рульовий механізм
  - ДО7 Рейковий рульовий механізм
  - ДО8 Привод рульового механізму
  - ДО9 Класифікація рульових приводів
  - ДО10 Конструкція приводів рульового механізму
  - ДО11 Призначення та класифікація підсилювачів рульового керування
  - ДО12 Гідравлічний підсилювач керма
  - ДО13 Електричний підсилювач рульового керування
  - ДО14 Система активного рульового керування
  - ДО15 Система динамічного рульового керування
  - ДО16 Система адаптивного рульового керування
  - ДО17 Основні несправності та технічне обслуговування рульового керування автомобіля
  - ДО18 Призначення, класифікація та вимоги до гальмівних систем
  - ДО19 Гальмівні механізми
  - ДО20 Гальмівні приводи
  - ДО21 Гідравлічні гальмівні приводи
  - ДО22 Пневматичні гальмівні приводи
  - ДО23 Антиблокувальні системи (АБС)
  - ДО24 Основні несправності гальмівних систем і способи їх усунення
- Зміст дидактичних одиниць подано у таблиці 1.4.

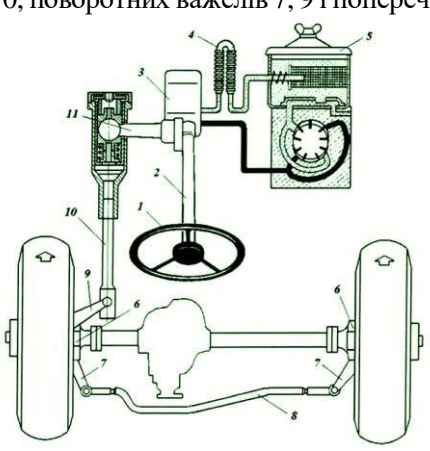
Таблиця 1.4 – Зміст дидактичних одиниць навчального матеріалу з теми «Механізми керування автомобілем»

Номер ДО	Назва дидактичної одиниці	Зміст дидактичної одиниці
1	2	3
ДО1	Призначення і класифікація рульового керування автомобіля	<p>Автомобільний транспорт, на відміну, наприклад, від залізничного, не може постійно пересуватися прямолінійно з точки А в точку В. Йому необхідно змінювати траєкторію руху, виконувати маневри, здійснювати поворотання в ліву і праву сторону, розвертання залежно від дорожньої ситуації.</p> <p>Конструктивно вирішити це завдання, базуючись на законах фізики, можна двома шляхами. Перший шлях – кінетичний – полягає в можливості поворотання колеса у горизонтальній площині. Другий – силовий – передбачає збільшення крутного моменту на одному колесі і зменшення на іншому. Через таку різницю швидкостей обертання коліс і можлива зміна напрямку руху автомобіля.</p> <p>Переважно для зміни напрямку руху задіюється саме кінематичний спосіб повороту коліс. Саме для зміни положення керованих коліс і встановлюють рульове керування автомобіля. Керовані колеса зазвичай розташовані на передній осі. Тільки на деяких автомобілях передбачена система «підрулювання» задніх коліс, яка буває активною або пасивною. Це дає можливість змінювати положення задніх коліс в горизонтальній площині на декілька градусів, чим підвищує загальну керованість автотранспортного засобу.</p> <p>Силовий спосіб зміни руху використовується дуже рідко. Це можливо найближча перспектива у розвитку автомобілебудування. Сьогодні уже є автомобілі з такою схемою, в якій кожне кероване колесо має власний електромотор, але використовуються вони дуже рідко. У серійних автомобілях силовий метод активно застосовується в тій або іншій мірі при роботі системи курсової стійкості.</p> <p>Отже, рульове керування автомобіля – це сукупність пристроїв, що призначені для зміни напрямку руху автомобіля, а також забезпечують його рух в заданому напрямку.</p> <p>Управління автомобілем може здійснюватися двома основними способами – поворотанням керованих коліс або поворотанням керованих осей.</p> <p>Повертання керованих осей в якості способу управління автомобілями не знайшло широкого застосування і застосовується тільки для управління великогабаритними автотранспортними засобами. Управління поворотанням керованих коліс є найбільш поширеним способом зміни напрямку руху автомобілів. При цьому необхідно враховувати, що при повороті внутрішні і зовнішні колеса однієї осі перекочуються по колах різного радіуса (зовнішнє – по більшому радіусу, ніж внутрішнє). Тому керовані колеса повинні бути повернуті на різні кути – внутрішні на більший кут, зовнішні – на менший (рис. 1).</p> <p>Якщо кути поворотання керованих коліс будуть однаковими, то зовнішнє колесо, яке рухається по дузі більшого радіуса, буде рухатися з проковзуванням. Щоб уникнути цього негативного явища, осі керованих коліс повертаються таким чином, щоб в площині повороту вони перетиналися в одній точці, яка є спільним центром кіл, по яких перекочуються колеса. Таку точку називають центром повороту.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3														
		<div data-bbox="774 264 1284 712" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="544 719 1473 779">Рисунок 1 – Повертання коліс за допомогою рульової трапеції: <i>a</i> – колеса не повернуті; <i>б</i> – колеса повернуті</p> <p data-bbox="544 797 1473 898">Повертання коліс на різні кути забезпечує рульова трапеція, яку утворюють балка моста, поперечна рульова тяга і поворотні важелі, що прикріплені до маточини коліс.</p> <p data-bbox="544 902 1473 963">В таблиці 1 наведено класифікацію рульового керування автомобілів за різними ознаками.</p> <p data-bbox="587 981 1342 1014">Таблиця 1 – Класифікація рульового керування автомобілів</p> <table border="1" data-bbox="544 1032 1461 1973"> <thead> <tr> <th data-bbox="544 1032 778 1093">Класифікація за ознаками</th> <th data-bbox="778 1032 1461 1093">Типи вузлів і механізмів рульового керування</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="544 1093 778 1238">За способом повертання автомобіля</td> <td data-bbox="778 1093 1461 1238">повертанням керованих коліс; складанням елементів (одновісний тягач і одновісний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1238 778 1384">За розташуванням рульового колеса</td> <td data-bbox="778 1238 1461 1384">рульове керування з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове керування з правим розташуванням (лівосторонній рух).</td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1384 778 1529">За розташуванням керованих коліс</td> <td data-bbox="778 1384 1461 1529">двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1529 778 1675">За конструкцією рульового механізму</td> <td data-bbox="778 1529 1461 1675">черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні</td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1675 778 1854">За конструктивними особливостями приводу рульового керування</td> <td data-bbox="778 1675 1461 1854">привід до керованих коліс; привід до керованих осей; привід до ланок, які складаються</td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1854 778 1973">За типом підсилювачів рульового механізму</td> <td data-bbox="778 1854 1461 1973">гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="544 1991 1473 2051">Основні вимоги, що висуваються до механізму рульового керування автомобіля пов'язані із забезпеченням безпеки дорожнього руху.</p>	Класифікація за ознаками	Типи вузлів і механізмів рульового керування	За способом повертання автомобіля	повертанням керованих коліс; складанням елементів (одновісний тягач і одновісний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.	За розташуванням рульового колеса	рульове керування з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове керування з правим розташуванням (лівосторонній рух).	За розташуванням керованих коліс	двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.	За конструкцією рульового механізму	черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні	За конструктивними особливостями приводу рульового керування	привід до керованих коліс; привід до керованих осей; привід до ланок, які складаються	За типом підсилювачів рульового механізму	гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)
Класифікація за ознаками	Типи вузлів і механізмів рульового керування															
За способом повертання автомобіля	повертанням керованих коліс; складанням елементів (одновісний тягач і одновісний причіп); обертанням коліс одного борту в бік зворотний руху; гальмуванням коліс одного борту.															
За розташуванням рульового колеса	рульове керування з лівим розташуванням (правосторонній рух); рульове керування з правим розташуванням (лівосторонній рух).															
За розташуванням керованих коліс	двовісні автомобілі: першої осі, другої осі, першої та другої осей; тривісні автомобілі: першої осі, першої та третьої осей; чотиривісні автомобілі: першої і другої осей, першої та третьої осей, всіх осей.															
За конструкцією рульового механізму	черв'ячні (з сектором або роликом); кривошипно-гвинтові (з шипом у кривошипа, з гайкою у кривошипа і ін.); комбіновані (гвинт-гайка-рейка-сектор); рейкові і шестеренні															
За конструктивними особливостями приводу рульового керування	привід до керованих коліс; привід до керованих осей; привід до ланок, які складаються															
За типом підсилювачів рульового механізму	гідравлічні (з відкритим і закритим центром); пневматичні (включаючи вакуумні); комбіновані (електрогідравлічні і ін.)															

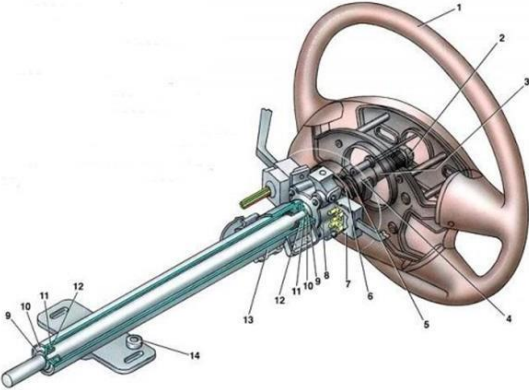
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>Автомобіль не повинен втрачати керованості і маневреності при будь-яких дорожніх умовах і обставинах, так як це може призвести до дорожньо-транспортних пригод, аварій і навіть катастроф.</p> <p>Відповідно рульове керування автомобіля має відповідати наступним вимогам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильність кінематики повороту;</li> <li>- легкість керування;</li> <li>- силова і кінематична слідкуюча дія;</li> <li>- узгодженість елементів рульового керування з підвіскою автомобіля з метою виключення мимовільного повертання керованих коліс;</li> <li>- висока надійність усіх елементів рульового керування.</li> </ul>
ДО2	Загальна будова і робота рульового керування автомобіля	<p>Механізм рульового керування складається з наступних елементів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рульове колесо;</li> <li>- рульова колонка;</li> <li>- рульовий механізм;</li> <li>- рульовий привід.</li> </ul> <p>Існують і додаткові компоненти, які можуть встановлюються, а можуть і ні. Перш за все – це підсилювачі керма. Раніше далеко не на всі автомобілі були обладнані підсилювачами керма. Сьогодні цей пристрій вже можна віднести і до обов'язкових компонентів практично будь-якого автомобіля, за винятком бюджетних моделей В і А класу. Підсилювач керма призначений для формування додаткового зусилля (зниження існуючого передавального числа, тобто зміни відношення кутів повороту керма і керованих коліс).</p> <p><b>Рульовий механізм</b> призначений для збільшення прикладеного до рульового колеса крутного моменту і передачі його до рульового приводу.</p> <p><b>Рульовий привід</b> передає зусилля від рульового механізму до керованих коліс, при цьому забезпечує їх повертання на неоднакові кути.</p> <p><b>Підсилювач керма</b> допомагає зменшити зусилля на рульовому колесі, зменшити зворотній зв'язок від коліс до керма, і, цим самим, підвищити безпеку руху та зручність керування автомобілем.</p> <p>Рульовий механізм автомобіля (рис. 2) включає в себе рульове колесо 1, рульову колонку 2 і виконавчий рульовий механізм 3. Рульовий привід являє собою кінематичну систему, що складається з рульових тяг і важелів: сошки 11, поздовжньої тяги 10, поворотних важелів 7, 9 і поперечної тяги 8.</p>  <p>Рисунок 2 – Схема рульового керування: 1 – рульове колесо; 2 – рульова колонка; 3 – рульовий механізм; 4 – радіатор; 5 – насос гідропідсилювача керма; 6 – поворотний кулак; 7, 9 – поворотні важелі; 8 – поперечна тяга; 10 – поздовжня тяга; 11 – сошка</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>При повертанні рульового колеса обертання передається за допомогою рульової колонки редуктора рульового механізму 3. Подальше переміщення сошки 11 через поздовжню тягу і поворотний важіль повертають ліву цапфу (для автомобілів з лівим розташуванням керма) з поворотним кулаком 6, а разом з нею і ліве колесо і далі через поворотні важелі 7 і поперечну тягу 8 праву цапфу разом з правим колесом.</p> <p>Залежно від прийнятих конструкторських і технічних рішень при конструюванні автомобілів різних типів, загальна будова і складові елементи рульового механізму і рульового приводу можуть відрізнятись. Конструкція рульового управління багато в чому залежить від типу підвіски керованих коліс автомобіля.</p> <p>Якщо говорити про теперішній час, то на ряді марок і моделей сучасних автомобілів встановлюються різні системи рульового керування, зокрема, відзначимо адаптивне (DAS), а також активне (AFS) і динамічне (ADS) рульове керування.</p>
ДОЗ	Рульове колесо та рульова колонка	<p>Сідаючи в автомобіль на місце водія, перше, що ви бачите, - це рульове колесо. Обертаючи його в ту чи іншу сторону, ви спрямуєте автомобіль. Нічого складного в рульовому колесі (або кермі) немає... якщо це, звичайно, кермо автомобіля найпростішої комплектації. У сучасних автомобілях кермо – це і місце для встановлення подушки безпеки, і пульт керування аудіосистемою разом із телефоном, також це контролер для керування бортовим комп'ютером. Рульове колесо сучасного автомобіля іноді буває просто перевантажене усілякими перемикачами і кнопками, які мають різне призначення.</p> <p>Важливий момент – розташування керма. У країнах з правостороннім рухом кермо і рульова колонка розташовані зліва, в країнах з лівостороннім рухом відповідно кермо праворуч.</p> <p>Кермо складається з таких основних деталей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обід, зовнішня частина керма для обхвату руками водія;</li> <li>– маточина, використовується для кріплення керма на втулці рульової колонки;</li> <li>– спиці, які забезпечують зв'язок між ободом і маточиною.</li> </ul> <p>Обід в більшості випадків круглий, хоча буває круглим зі скошеною в нижній частині хордою. Іноді зустрічаються ободи овальні, а на спортивних болідах – прямокутні. На обід найчастіше надівається обплетення з різноманітних матеріалів (замша, шкіра, тканина, вініл). Можуть також використовуватися декоративні рішення у вигляді накладок, оздоблення дерев'яним шпоном тощо.</p> <p>Обід намагаються зробити травмобезпечним, щоб при аварії він не пошкодив грудну клітку водія. Для виготовлення використовуються пластик, композити, іноді метали (сталь, алюміній зі спеціальними накладками на місцях хвата).</p> <p>У легкових автомобілів діаметр обода в основному становить від 380 до 425 мм. Від діаметра залежать прикладені зусилля для здійснення управління автомобілем – чим менший діаметр керма, тим складніше його повернути, але покращується керованість. Тому у вантажних автомобілів обід керма більший, ніж у легкових автомобілів.</p> <p>Ще один важливий параметр – кут нахилу керма відносно горизонтальної площини. Його роблять в межах від 0° до 90°, тобто від повністю горизонтального розташування до вертикального. Тут керуються таким правилом – чим більший кут нахилу, тим більше зусиль потрібно докладати для керування автомобілем на кермо, але</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>знову ж таки, покращується керованість. Тому на вантажних автомобілях кут нахилу мінімальний (кермо розташоване майже горизонтально), а на спортивних болідах майже максимальний (кермо розташований вертикально). У легкових машин кут нахилу роблять у межах 40°-70°.</p> <p>Спиці виготовляють у більшості випадків з тих же матеріалів що і обід. І практично завжди це цілісна або лита, або зварна конструкція.</p> <p>Рульове колесо встановлюється на втулку рульової колонки. Рульова колонка – це по суті труба (кожух з полімерних матеріалів), яка служить для фіксації керма, передачі зусилля від нього на рульовий механізм, а також для установки додаткових компонентів – підрульових перемикачів світла, керування двірниками, іноді звуковими сигналами, вузлів протиугінної системи, системи запалювання, іноді трансмісії (класична американська схема, коли важіль КПП на рульовій колонці). Тобто варіанти компонування рульової колонки є різні. На рис. 3 показано один з найпоширеніших варіантів конструкції рульової колонки.</p>  <p>Рисунок 3 – Конструкція рульової колонки: 1 – рульове колесо; 2 – гайка; 3 – вал рульової колонки; 4 – втулка скидача; 5 – пружина; 6 – контактне кільце; 7 – перемикач показчика поворотів; 8 – основа перемикача; 9 – стопорне кільце; 10 – шайба; 11 – втулка підшипника; 13 – труба рульової колонки, 14 – втулка</p> <p>Усередині колонки ставиться приводний вал або система сталевих валів, переважно – два вала. Якщо валів кілька, то вони об'єднуються за допомогою карданної передачі, спеціальних шарнірів. Це травмобезпечний варіант, при аварії вали складаються і рульова колонка не завдає істотної шкоди здоров'ю шофера.</p> <p>З метою кріплення вузлів використовуються спеціальні кріпильні елементи (пружинки, зрізані болти з гайками та шайбами, гвинти, спеціальні ущільнювачі). Найчастіше, особливо на позашляховиках, ще ставиться демпфер, він компенсує ударні навантаження, гасить коливання рульового приводу, які передаються від коліс на кермо (дорожню тряску на руки).</p> <p>Якщо з одного боку рульова колонка з'єднується певним чином з рульовим колесом, то з іншого, також за допомогою певного конструкційного рішення, з рульовим механізмом.</p> <p>Рульові колонки можуть бути регульованими і нерегульованими. Регульовані рульові колонки налаштовуються за такими параметрами як висота і виліт (нахил). Раніше, коли колонка була жорстко закріплена в одній площині, доводилося виробникам придумувати різні оригінальні рішення у вигляді відкидного, телескопічного або рухомого керма.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		Регулювання виконується або вручну, або автоматично, за допомогою спеціальних сервоприводів (електромоторів).
ДО4	Типи рульових механізмів	<p>Рульовий механізм – частина рульового керування, що полегшує керування автомобілем, завдяки застосуванню редуктора з високим передавальним числом. Редуктор дозволяє значно зменшити зусилля, необхідне для обертання рульового колеса, що особливо актуально при управлінні автомобілями, що мають значну масу і діаметр керованих коліс.</p> <p>Однак, при цьому виграш у силі обертається програшем в відстані, і щоб повернути керовані колеса автомобіля на деякий кут, необхідно повернути рульове колесо на кут, що дорівнює добутку кута повороту коліс на передавальне число редуктора.</p> <p>Для керування автомобілем доцільніше використовувати рульовий механізм із змінним передавальним числом, так як максимальне зусилля на рульовому колесі потрібне при маневруванні на невеликих швидкостях руху, а особливо при повертанні коліс нерухомого автомобіля. На високих швидкостях руху потрібні значно менші зусилля для поворотів.</p> <p>Деталі, які входять до рульового механізму, в процесі роботи рульового керування піддаються зношуванню, що спричиняє появу зазорів і негативно впливає на керованість автомобіля та на безпеку руху. З цієї причини для виготовлення відповідальних деталей механізму необхідно використовувати зносостійкі матеріали, а також передбачити можливість проведення регулювання зазорів або їх усунення в автоматичному режимі за допомогою трансформованих елементів конструкції і різних слідкуючих пристроїв.</p> <p>Ще однією умовою, яку необхідно враховувати в конструкції рульового керування, є зворотний зв'язок між керованими колесами і рульовим колесом. Удари і поштовхи з боку дороги (особливо бічні) не повинні відчутно передаватися керму і змінювати його положення, мак як це може викликати і мимовільну зміну напрямку руху автомобіля.</p> <p>Тому до конструкцій рульових механізмів висувають наступні основні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– високе передавальне число і забезпечення заданого характеру зміни передавального числа рульового механізму;</li> <li>– високий коефіцієнт корисної дії при передачі зусилля від рульового колеса шпці;</li> <li>– здатність рульового механізму сприймати зусилля від керованих коліс до керма, що необхідно для їх стабілізації;</li> <li>– висока надійність механізму в цілому, а також зносостійкість його деталей;</li> <li>– мінімальне число необхідних під час експлуатації регулювань і простота технічного обслуговування.</li> </ul> <p>В залежності від типу основних робочих пар рульові механізми сучасних автомобілів поділяють на рейкові (зубчато-колісні), черв'ячні, гвинтові, планетарні і комбіновані.</p> <p>Черв'ячні рульові механізми бувають з передачею черв'як-ролик, черв'як-сектор і черв'як-кливошип. Ролик може бути двох- або трьохгребневий, сектор – двох- або багатозубий, кливошип з одним або двома шипами.</p>
ДО5	Черв'ячний рульовий механізм	Рульовий механізм, що використовує черв'ячну передачу, знайшов застосування в рульовому керуванні автомобілів раніше інших конструкцій. Причиною цього стали такі позитивні властивості

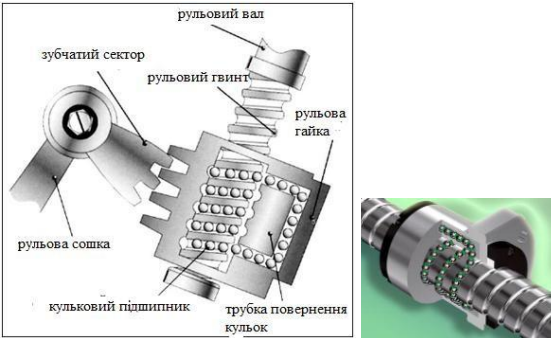
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>черв'ячної передачі, як велике передавальне число, самогальмування і відносна простота конструкції.</p> <p>Високе передавальне число позитивно впливає на здатність рульового механізму значно підвищувати момент, прикладений руками водія до керма, без застосування будь-яких підсилювачів.</p> <p>Самогальмування, яке властиве черв'ячним передачам, дозволяє значно зменшити вплив поштовхів і ударів з боку дороги на зміщення елементів конструкції рульового керування і утримувати рульове колесо в початковому положенні.</p> <p>Однак, така конструкція рульового механізму має і певні недоліки, основним серед яких є низький коефіцієнт корисної дії черв'ячної передачі, що забирає значну частину енергії, яка подається до керма, на подолання сил тертя між деталями.</p> <p>Крім того, внаслідок особливості конструкції в черв'ячних передачах наявні підвищені зазори, які, в сукупності з зазорами в приводі, призводять до погіршення чутливості рульового керування.</p> <p>Високе передавальне число з однієї сторони допомагаючи водієві легко впоратися з керуванням автомобіля, з іншої змушує його більше працювати руками, так як вимагає значних переміщень (обертання) рульового колеса для забезпечення навіть незначних маневрів автомобілем.</p> <p>Для зниження сил тертя в черв'ячній парі використовують передачу типу «черв'як-ролик», в якій тертя ковзання замінюється тертям качення.</p> <p>Сьогодні черв'ячні рульові механізми дещо втратили свою колишню популярність, і на багатьох автомобілях поступаються місцем більш простим і зручним у використанні рейковим механізмам, які встановлюються в рульовому керуванні сучасних передньоприводних легкових автомобілів і невеликих вантажівок з незалежною підвіскою.</p> <p>Однак, в рульових механізмах вантажних автомобілів невеликої вантажопідйомності, автобусів, позашляхових автомобілів, а також для легкових автомобілів з заднім приводом черв'ячні передачі поки не мають гідної альтернативи.</p> <p>Черв'ячні рульові механізми розрізняються формою черв'яка і конструкцією спряженого з черв'яком веденого елемента – «черв'як-сектор», «черв'як-кривошип» або «черв'як-ролик». Саме останній отримав найбільш широкого застосування.</p> <p>На рис. 4 зображено рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем. У його конструкції використовується циліндричний черв'як з нерівномірним кроком. При обертанні черв'яка конічний палець здійснює переміщення в осьовому напрямку вздовж черв'яка. Рульову сошку закріплено на відповідному валу, сполученому з пальцем. Вона може повертатися на 70°. Зношування робочих елементів цього механізму відносно низьке, люфт в рульовому валу і між пальцем і черв'яком піддається регулюванню. Передавальне число такого рульового механізму змінюється пропорційно внаслідок нерівномірного кроку черв'яка.</p>

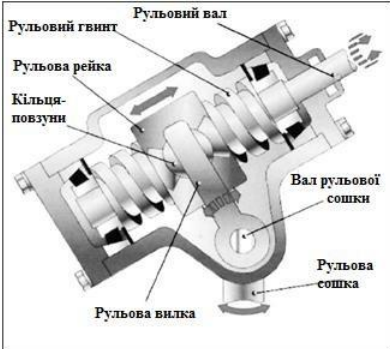
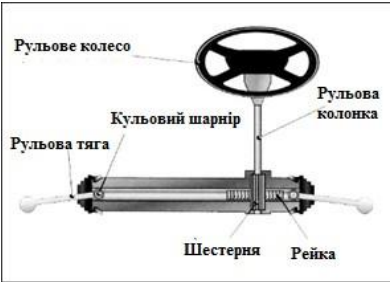
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<div data-bbox="890 259 1161 577" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="655 591 1398 618">Рисунок 4 – Рульовий механізм з черв'яком і роликовим пальцем</p> <p data-bbox="547 636 1469 734">У рульовому механізмі типу «черв'як – сектор» (рис. 5) на кінці рульового вала передбачено циліндричний черв'як, який переміщає зубчастий сектор.</p> <div data-bbox="810 734 1246 1012" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="724 1021 1331 1048">Рисунок 5 – Черв'ячно-секторний рульовий механізм</p> <p data-bbox="547 1075 1469 1339">Перевагою такого черв'ячного рульового механізму можливість досягнення високого передавального числа – до 22:1. Зубчастий сектор знаходиться в постійному зачепленні з черв'яком, будь-який поворот рульового вала викликає поворот зубчастого сектора. Рульова сошка, яка закріплена на зубчастому секторі, може повертатися на 70°. Зношування рульового механізму цього типу відносно високе внаслідок тертя ковзання робочих елементів. Недоліком є необхідність прикладання значних зусиль водієм до рульового колеса.</p> <p data-bbox="547 1348 1469 1406">У черв'ячно-роликовому рульовому механізмі для передачі руху від черв'яка замість зубчастого сектора використовується ролик (рис. 6).</p> <div data-bbox="858 1429 1200 1756" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="724 1774 1331 1800">Рисунок 6 – Черв'ячно-роликовий рульовий механізм</p> <p data-bbox="547 1818 1469 2047">Черв'як в цьому рульовому механізмі зводиться на конус у напрямку до центру і приймає глободну форму, що нагадує пісочний годинник. Перевагою такої форми черв'яка є те, що вона дає можливість ролику повертатися відносно свого центру, і це дозволяє зменшити розмір рульового механізму. Рульова сошка, яка прикріплена до валу ролика, може повертатися на кут 90°. Передавальне число залишається постійним. Підвищений люфт можна усувається регулюванням</p>

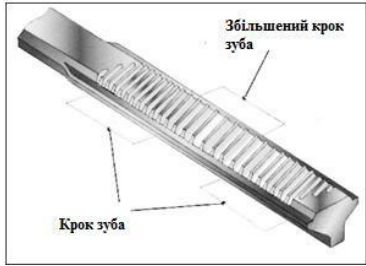
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
ДОб	Гвинтовий рульовий механізм	<p>положення рульового вала.</p> <p>Гвинтові рульові механізми встановлюються на деяких легкових автомобілях представницького класу, а також важких вантажних автомобілях і автобусах.</p> <p>До складу гвинтового рульового механізму автомобіля входять такі основні елементи: гвинт, встановлений на валу рульового колеса; гайка, що здійснює переміщення по гвинту; зубчаста рейка, нарізана на гайці; зубчастий сектор, що з'єднаний з рейкою; рульова сошка, яка розташована на валу сектора. Тобто в роботі механізму беруть участь дві робочі пари – гвинт-гайка і рейка-зубчастий сектор.</p> <p>Гвинт і гайка, які застосовуються в гвинтовому рульовому механізмі, відрізняються від звичайної гвинтової пари тим, що спеціально виконані між бічними поверхнями пари порожнини заповнені кульками (рис.7).</p>  <p>Рисунок 7 – Кулько-гвинтовий рульовий механізм</p> <p>Доріжками для кочення кульок слугують гвинтові канавки, які виконані на тілі гвинта та в гайці. При повертанні гвинта кульки починають циркулювати в гайці по замкнутому колу, викочуючись з гвинтового каналу через отвір з одного боку гайки і повертаючись назад у гайку через обвідний канал з протилежного боку.</p> <p>Використання таких кульок дозволяє замінити тертя ковзання в парі гвинт-гайка на тертя кочення, що підвищує корисну дію передачі, як в прямому напрямку, так і в зворотному. Це покращує умови для стабілізації керованих коліс, однак механізм стає досить чутливим до поштовхів з боку дороги. В такому випадку для згладжування ударів потрібно встановлювати амортизатори або підсилювачі рульового керування.</p> <p>Глибину гвинтових канавок роблять змінною, а товщину середнього зуба сектора збільшують у порівнянні з іншими зубами для того, щоб рульовий механізм не заклинював у крайніх положеннях.</p> <p>Принцип роботи гвинтового рульового механізму майже не відрізняється від роботи черв'ячного механізму. Повертання рульового колеса супроводжується обертанням гвинта, який переміщує гайку, що сполучається з ним. При цьому по гвинтових канавках починають циркулювати кульки чим значно зменшують тертя між гвинтовими поверхнями. Гайка за допомогою зубчастої рейки переміщає зубчастий сектор, а з ним і рульову сошку.</p> <p>Зазор в зчепленні поршня-рейки з сектором вала сошки регулюють шляхом осевого переміщення вала сошки за допомогою спеціального гвинта.</p> <p>Зазор в парі гвинт-гайка не регулюється. Тому, щоб забезпечити високу надійність і необхідний термін служби даного зчеплення, гвинт і гайку виготовляють з високоякісних легованих сталей.</p>

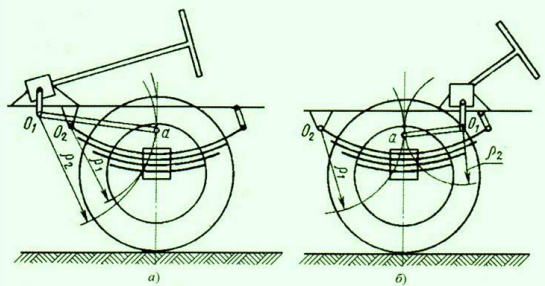
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>У порівнянні з черв'ячним гвинтовий рульовий механізм має більший коефіцієнт корисної дії і може передавати великі зусилля.</p> <p>Недоліком даної конструкції є складність підгонки деталей гвинтової передачі при використанні в конструкції циркулюючих кульок.</p> <p>Ще один варіант рульового механізму типу «гвинт-гайка» але вже з кільцями-повзунами зображено на рис. 8.</p>  <p>Рисунок 8 – Рульовий механізм типу «гвинт-гайка» з кільцями-повзунами</p> <p>За принципом дії цей механізм подібний до рульовому механізму з циркуляцією кульок. Кільця-повзуни, які розташовані збоку від рульової гайки, передають переміщення гайки до рульової вилки. Рульова сошка, що встановлена на вал, який знаходиться на рульовій вилці, може повертатися на 90°. Зношування рульового механізму цього типу, що викликається тертям, як правило, високий. Передавальне число постійне.</p>
ДО7	Рейковий рульовий механізм	<p>Рейковий рульовий механізм в даний час міцно зайняв місце в конструкціях рульового керування в легкових автомобілях з переднім приводом та незалежною підвіскою.</p> <p>Рейкові рульові механізми є компактними, простими законструкцією і мають високий коефіцієнт корисної дії. Тому їх широко використовують на легкових автомобілях. Також такі механізми почали застосовувати на вантажних автомобілях малої вантажопідйомності з незалежною підвіскою.</p> <p>Особливо вдалим є застосування рейкових рульових механізмів в автомобілях, які оснащені незалежною підвіскою передніх коліс типу MacPherson (Макферсон), так як поворотний важіль, який сполучається кульовим пальцем з поперечною тягою, при цьому можна виконати на стійці підвіски, використовуючи стійку як елемент рульового механізму.</p> <p>Робочою парою в рейковому рульовому механізмі є шестерня і зубчаста рейка. При нормальному профілі зубів шестерні і рейки передавальне число механізму постійне (рис. 9).</p>  <p>Рисунок 9 – Рульовий механізм з постійним кроком зубів</p> <p>В рейкових рульових механізмах для створення лінійного</p>

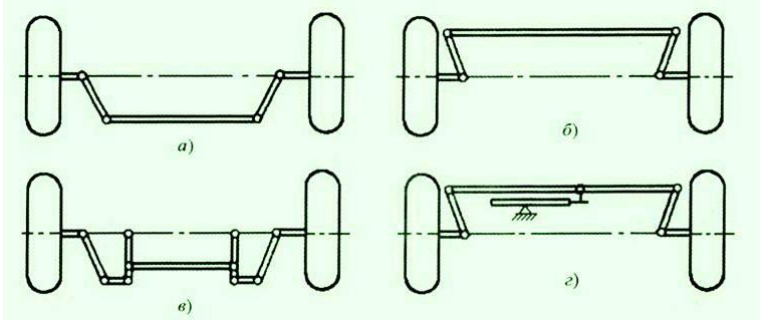
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>переміщення рейки використовується шестерня. Зуби шестерні знаходяться в постійному зчепленні з зубами рейки, і будь-яке переміщення вала рульової колонки викликає поперечне переміщення рульової рейки. Переміщення рейки передається безпосередньо рульовим тягам, які встановлені на обох кінцях рейки. Кульові шарніри, які розташовані між рейкою і рульовими тягами, забезпечують можливість незалежного вертикального переміщення рульових тяг. Рейка утримується в зчепленні з шестірнею за допомогою підпружиненої притискної колодки, яка регулює зазор між зубами. Тертя ковзання між рейкою і шестернею здійснює амортизуючу дію і поглинає поштовхи, які виникають під час руху автомобіля.</p> <p>Сучасні рейкові кермові механізми можуть мати змінне передавальне число. Це досягається нарізанням зубів рейки спеціального профілю та зі змінним кроком. Приклад такої рейки показано на рис. 10.</p>  <p>Рисунок 10 – Рейка рульового механізму із змінним кроком зубів</p> <p>Принцип роботи рейкового рульового механізму із змінним кроком зубів такий же, як і у описаного вище рейкового рульового механізму з постійним кроком. У центрі рейки крок зубів більший, ніж на кінцях. Змінний крок дає можливість збільшувати передавальне число рульового керування в міру обертання шестерні. Зуби в центрі рейки забезпечують більше переміщення рейки при кожному повороті шестерні, для чого потрібно відносно велике зусилля. Зуби на кінцях рейки забезпечують менше переміщення рейки, для чого потрібно відносно невелике зусилля водія.</p> <p>Для усунення цього недоліку на сучасних автомобілях встановлюються підсилювачі рульового керування. Фактично при використанні такого рульового механізму, чим більше ми повертаємо рульове колесо, тим менше зусилля потрібно прикладати. При прямолінійному русі рульове керування є важчим, ніж при повертанні рульового колеса в граничне положення – це полегшує маневрування і паркування.</p> <p>У рейковому рульовому механізмі зі змінним кроком передбачено пропорційно зростаюче передавальне число.</p>
ДО8	Привод рульового механізму	<p>Приводом (або силовим приводом) в механіці називають сукупність пристроїв, які призначені для приведення у дію машин і механізмів. У загальному випадку силовий привід служить для дистанційного керування виконавчим органом машини, передаючи йому зусилля, яке прикладається до органів керування.</p> <p>Рульовий привід забезпечує кінематичний зв'язок рульового механізму і керованих коліс. Він перетворює обертання вала рульового механізму або поступальний рух рейки в обертання керованих коліс навколо вертикальної осі для здійснення автомобілем маневру.</p> <p>В рульовий привід входять деталі, які передають зусилля від рульового механізму до керованих коліс. Тобто до рульового приводу</p>

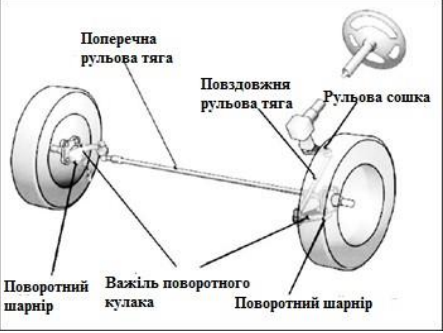
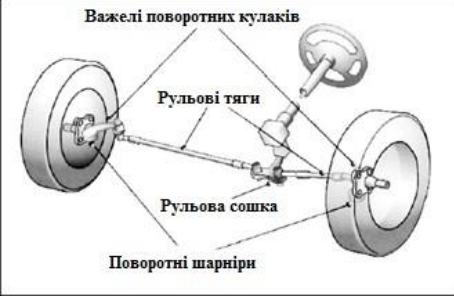
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>відноситься все, що знаходиться між рульовим механізмом і керованими колесами.</p> <p>Обов'язковим елементом рульового приводу є рульова трапеція, яка забезпечує повертання керованих коліс на різні кути.</p> <p>Дія на рульову трапецію здійснюється механічним приводом.</p> <p>Рульовий привід має забезпечувати виконання таких вимог:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– забезпечення правильного співвідношення кутів повертання керованих коліс;</li> <li>– виключення або зменшення автоколиваний керованих коліс;</li> <li>– виключення мимовільного повертання керованих коліс при коливаннях автомобіля на підвісці.</li> </ul> <p>Самовільне повертання керованих коліс може мати місце через неузгодженість кінематики переміщення підвіски і поздовжньої рульової тяги. При розташуванні рульового механізму, як показано на рис. 11, б, вертикальне переміщення передньої осі призводить до поздовжнього переміщення тяги і повертання коліс. Значно краще кінематичне узгодження досягається якщо рульове керування компонується перед передньою віссю (рис. 11, а).</p>  <p>Рисунок 11 – Схеми кінематичного узгодження рульового приводу і підвіски: а – узгоджена схема; б – неузгоджена схема</p> <p>Однією з вимог безпеки є відсутність зазорів в шарнірах приводу. За способом усунення зазору шарніри приводу можуть бути саморегульовані, з періодичним ручним регулюванням і нерегульовані.</p> <p>Саморегульовані шарніри не вимагають регулювань в процесі експлуатації – зазор, який з'являється в результаті зношування деталей, усувається притисканням сухарів до головки рульового пальця за допомогою пружини.</p> <p>Шарніри з періодичним регулюванням мають в своїй конструкції спеціальну різьбову пробку, затягуючи яку можна усунути зазори між деталями.</p> <p>Нерегульовані шарніри використовують на автомобілях, колеса яких повертаються тільки навколо вертикальної осі. Ці шарніри простіші за конструкцією і дешевші у виготовленні, але менш довговічні.</p> <p>В конструкціях рульових приводів легкових автомобілів також широко застосовуються нерегульовані шарніри з вкладишами із синтетичних матеріалів, які мають високу зносостійкість і низький коефіцієнт тертя.</p>
ДО9	Класифікація рульових приводів	<p>Рульові приводи класифікують за такими конструктивними ознаками і властивостями:</p> <p><i>за взаємним розташуванням рульового колеса і рульового вала</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– з роздільним розташуванням;</li> <li>– з поєднаним розташуванням.</li> </ul> <p>При роздільному розташуванні рульового вала і рульового колеса їх з'єднують карданним валом, гумовою напівмуфтою, перфорованим або сильфонним патрубком. При аварії така конструкція забезпечує</p>

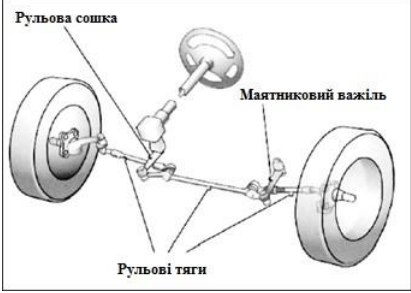

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>травмобезпеку, так як при прямому ударі вал складається і не переміщує рульове колесо.</p> <p><i>за розташуванням рульової трапеції щодо осі керованих коліс</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– з переднім розташуванням;</li> <li>– з заднім розташуванням.</li> </ul> <p>Варіанти розташування і пристрої рульової трапеції при проектуванні рульового управління автомобіля визначаються компоувальними можливостями. Схеми основних типів рульових трапецій представлені на рис. 12.</p> <p><i>за конструкцією поперечної тяги</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– з суцільною тягою;</li> <li>– з розрізною тягою.</li> </ul> <p>При застосуванні залежної підвіски і нерозрізної балки моста поперечну тягу для збільшення жорсткості рульового керування виконують суцільною, при цьому вона може розташовуватися як перед балкою моста, так і за нею (рис. 12, а,б).</p>  <p>Рисунок 12 – Схеми рульових трапецій: а – з заднім розташуванням і нерозрізною тягою; б – з переднім розташуванням і нерозрізною тягою; в, г – з розрізною тягою</p> <p>Якщо в автомобілях з незалежною підвіскою застосувати нерозрізну поперечну тягу, то переміщення одного з коліс викликало би повертання і іншого. Тому, з метою уникнення цього, поперечну тягу виконують розрізною (рис. 12, в).</p> <p>На автомобілях з переднім приводом і з рейковим рульовим механізмом рульова трапеція складається з двох тяг, безпосередньо зв'язаних з рейкою (рис. 12, г).</p> <p>Зміна довжини поперечної тяги дозволяє здійснювати регулювання сходження керованих коліс.</p> <p><i>за наявністю підсилювача</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– з використанням підсилювача;</li> <li>– без використання підсилювача.</li> </ul> <p>Конструкція елементів рульового приводу повинна бути досить жорсткою для надійної і правильної передачі зусиль і в той же час дозволяти змінювати їх взаємне положення. Для забезпечення такої передачі з'єднання деталей рульового приводу здійснюється за допомогою кульових шарнірів.</p> <p>Сошка зв'язує вихідний вал рульового механізму з поздовжньою тягою. Її виготовляють методом кування зі змінним еліптичним перетином по довжині, що є найбільш раціональним для виконання умов міцності і жорсткості.</p> <p>Сошку з'єднують з валом шліцьовим з'єднанням трикутного профілю і фіксують гайкою. Для посадки без зазору отвір в сошці і кінець вала виконують конічними, а для правильної установки сошки на валу передбачені відповідні мітки або несиметрично розташовані шліци.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
ДО10	Конструкція приводів рульового механізму	<p>Найпростішою конструкцією рульового приводу є односекційна поперечна рульова тяга, яка переміщається рульовою сошкою (рис. 13). Рульова сошка штовхає або тягне поздовжню рульову тягу для переміщення важеля, який з'єднаний з поворотним шарніром на поворотному кулаку. Поперечна рульова тяга з'єднує поворотні шарніри на поворотних кулаках передніх коліс автомобіля. Будь-яке переміщення одного з поворотних шарнірів передається через рульову тягу до шарніра на протилежному поворотному кулаку.</p>  <p>Рисунок 13 – Рульовий привід з односекційною рульовою тягою</p> <p>Рульовий привід такого типу, як правило, застосовують в автомобілях з жорстким мостом, в яких відстань між важелями поворотних кулаків не змінюється. Для з'єднання поздовжньої рульової тяги з важелями поворотних кулаків використовують кульові шарніри.</p> <p>Доопрацьований варіант односекційний рульової тяги – рульовий привід з двосекційною рульовою тягою, що переміщується рульовою сошкою зображено на рис. 14. Рульова сошка тягне або штовхає дві окремі кермові тяги, які з'єднані з важелями поворотних кулаків за допомогою кульових шарнірів. Переміщення рульових тяг повертає поворотні шарніри на поворотних кулаках. Рульовий привід такого типу, як правило, застосовується в автомобілях з незалежною підвіскою, в якій поворотні шарніри можуть переміщатися один незалежно від іншого.</p>  <p>Рисунок 14 – Рульовий привід з двосекційною рульовою тягою</p> <p>Рульовий привід з трьохсекційною рульовою тягою, що переміщується рульовою сошкою, показано на рис. 15. У цій рульовій тязі передбачено маятниковий важіль, який передає рух рульового керування до протилежної сторони автомобіля. Такі типи рульових приводів також застосовують в автомобілях з незалежною підвіскою. Однак така конструкція більш дорого вартісна.</p>

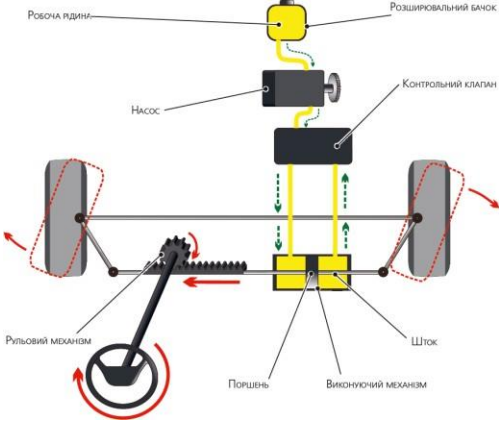
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		 <p data-bbox="651 562 1401 589">Рисунок 15 – Рul'овий привід з тр'охсекційною рульовою тягою</p> <p data-bbox="544 600 1474 864">Тр'охсекційна рульова тяга забезпечує найвищу ступінь точності і максимальний контроль над рульовим керуванням. При русі автомобіля по нерівній дорозі поштовхи передаються через рульовий привід і механізм рульового керування водієві. Для пом'якшення цих поштовхів на рульовий привід встановлюють амортизатор. Амортизатори рульового управління можуть бути вбудовані в рульовий привід будь-якого типу (рис. 16), але в автомобілях з рейковим рульовим механізмом їх застосовують не часто.</p>  <p data-bbox="738 1164 1315 1191">Рисунок 16 – Амортизатори рульового управління</p> <p data-bbox="544 1205 1474 1301">Амортизатор рульового керування допомагає протидіяти підвищенню зусиль на рульовому колесі і випадковому переміщенню рульового колеса.</p>
ДО11	Призначення та класифікація підсилювачів рульового керування	<p data-bbox="544 1310 1474 1473">Габарити і маса легкових автомобілів будь-яких класів з часом тільки зростають, і застосування рейкового рульового механізму часто замало для забезпечення комфортного керування транспортним засобом. Єдиним правильним інженерним рішенням було впровадження в систему рульового керування підсилювача.</p> <p data-bbox="544 1480 1474 1608">Оскільки рульове керування автомобіля відноситься до найбільш відповідального елемента системи керування, підсилювачі керма повинні не тільки забезпечувати комфорт і зручність водія, але і відповідати умовам безпеки руху.</p> <p data-bbox="544 1615 1474 1709">Важливими умовами якості підсилювачів керма, як елементів конструкції автомобілів, є їх довговічність, зручність технічного догляду та експлуатації.</p> <p data-bbox="587 1715 1374 1742">До підсилювачів рульового керування висувають такі вимоги:</p> <ul data-bbox="587 1749 1474 2011" style="list-style-type: none"> <li>– збереження можливості керування автомобілем у разі виходу підсилювача з ладу;</li> <li>– не перешкоджати стабілізації керованих коліс;</li> <li>– забезпечувати слідкуючу дію;</li> <li>– поглинати удари і поштовхи, які сприймаються автомобілем з боку дороги і передаються на рульове колесо;</li> <li>– мати високий коефіцієнт корисної дії і використовувати мінімальну кількість потужності двигуна для своєї роботи.</li> </ul> <p data-bbox="587 2018 1474 2045">Підсилювач рульового керування повинен включатися при певному</p>

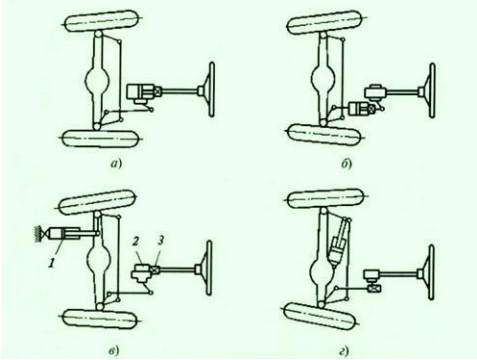
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>зусиллі, яке прикладають до керма. Це зусилля залежить від сил тертя в рульовому механізмі і типу застосованого центруючого пристрою. Центруючий пристрій обов'язково є у всіх підсилювачах, так як він також не дозволяє підсилювачу вмикатися при незначних поштовхах з боку керованих коліс. У якості центруючих і реактивних пристроїв в підсилювачах рульового керування можуть застосовуватися пружини, торсіони, плунжери, реактивні камери або їх комбінації.</p> <p>Вмикання підсилювача рульового керування відбувається внаслідок зворотного зв'язку від керованих коліс, що здійснюється за допомогою рульового приводу.</p> <p>На сучасних автомобілях можуть встановлюватися гідравлічні, електричні і комбіновані підсилювачі рульового керування.</p> <p>Найчастіше сьогодні застосовуються гідравлічні підсилювачі рульового керування, які характеризуються хорошими динамічними і масогабаритними показниками при робочих тисках до 15 МПа, невеликим часом спрацьовування (0,02...0,05 сек), хорошими демпфуючими властивостями, малою трудомісткістю технічного обслуговування.</p> <p>Електричні підсилювачі відрізняються високою економічністю, так як енергія споживається ними тільки при вмиканні, а також низьким рівнем шуму, високими демпфуючими властивостями та швидкодією, легкістю забезпечення реактивної дії, що змінюється, в залежності від швидкості руху автомобіля.</p> <p>Комбіновані підсилювачі рульового керування встановлюють у вигляді електромеханічних або електрогідравлічних систем на багатовісних спеціальних шасі, автопоїздах і легкових автомобілях вищого класу. Це перспективні конструкції, що поєднують переваги гідравлічних і електричних підсилювачів рульового керування.</p>
ДО12	Гідравлічний підсилювач керма	<p>Гідравлічний підсилювач керма (ГПК) являє собою елемент рульового керування, в якому додаткове зусилля при повертанні рульового колеса утворюється за рахунок гідравлічного тиску.</p> <p>Для легкових автомобілів головне призначення ГПК - забезпечення комфорту. Керувати транспортним засобом, оснащеним гідравлічним підсилювачем керма, легко і зручно. До того ж водієві не потрібно для здійснення маневру робити кермом повних п'ять-шість оборотів в сторону повороту. Такий стан речей особливо актуально при паркуванні і маневруванні на вузьких ділянках.</p> <p>Ще одна важлива функція гідропідсилювача – це збереження керованості автомобілем і пом'якшення ударів, що передаються на кермо в результаті наїзду керованих коліс на нерівності дороги.</p> <p>Для ефективної роботи ГПК до нього висувають такі вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– надійність системи і безшумність при роботі;</li> <li>– простота обслуговування і мінімальний розмір пристрою;</li> <li>– технологічність і екологічна безпека;</li> <li>– невеликий поворотний момент на колесі з автоматичним поверненням в нейтральне положення;</li> <li>– легкість і плавність рульового управління;</li> <li>– забезпечення кінематичної слідкуючої дії – відповідність між кутами повороту керованих коліс і керма;</li> <li>– забезпечення силової слідкуючої дії – пропорційність між силами опору повороту керованих коліс і зусиллям на кермі;</li> <li>– можливість керування автомобілем при виході системи з ладу.</li> </ul> <p>Гідравлічний підсилювач включає в себе наступні конструктивні</p>

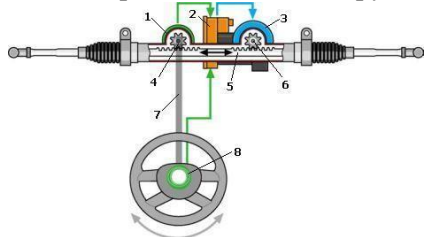
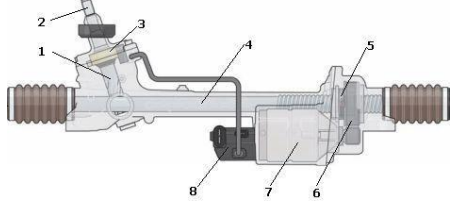
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>елементи (рис. 17):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– насос (з розширювальним бачком);</li> <li>– контрольний клапан;</li> <li>– виконавчий механізм;</li> <li>– власне робочу рідину.</li> </ul>  <p>Рисунок 17 - Принципова схема системи гідравлічного підсилювача рульового керування</p> <p>Насос створює надлишковий тиск робочої рідини в системі. При обертанні рульового колеса контрольний клапан зміщується і відкриває канал у виконавчий механізм для робочої рідини під тиском. У виконавчому механізмі знаходиться поршень, пов'язаний через шток (тягу) з рульовою трапецією. Під тиском робочої рідини поршень переміщується, створюючи додаткове зусилля на рульовому приводі, зменшуючи тим самим зусилля водія для обертання рульового колеса.</p> <p>Залежно від того, в який бік обертається кермо, робоча рідина під тиском подається в порожнину над поршнем або під ним.</p> <p>Коли рульове колесо стоїть по центру, насос перекачує робочу рідину без навантаження фактично вхолосту. Як тільки кермо починає повертатися, тиск рідини в системі зростає і досягає максимуму при крайньому (правому або лівому) положенні рульового колеса.</p> <p>Взаємне розташування елементів гідравлічного підсилювача рульового керування і їх взаємозв'язок істотно впливають на керованість, маневреність і безпеку руху автомобіля. Чим ближче один до одного розташовані розподільний пристрій і силовий циліндр, тим менша затримка спрацювання силового циліндра, тим більш плавно працює ГПК і тим вища стійкість керування автомобілем в цілому.</p> <p>Однак для підвищення сприйнятливості підсилювача рульового керування і покращення захисту механізму від зовнішніх впливів розподільний пристрій доцільно розташовувати ближче до керма, а силовий циліндр ближче до керованих коліс. Тому в реальних конструкціях елементи ГПК можуть розташовуватися в одному корпусі, в такому випадку підсилювач рульового керування називають інтегральним (рис. 18, а), або компонуватися в інших варіантах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– розподільний пристрій і силовий циліндр об'єднані в одному агрегаті, рульовий механізм окремо (рис. 18, б);</li> <li>– розподільний пристрій і рульовий механізм в одному агрегаті, а силовий циліндр окремо (рис. 18, в),</li> <li>– всі елементи підсилювача рульового керування розділені (рис. 18, г).</li> </ul> <p>Кожна компоновальна схема має свої переваги і недоліки.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>Найбільше застосування знайшли підсилювачі інтегрального типу.</p>  <p>Рисунок 18 – Компонувальні схеми гідравлічних підсилювачів рульового керування: 1 – силовий циліндр; 2 – рульовий механізм; 3 – розподільний пристрій</p> <p>Гідропідсилювач керма встановлюється на рульовий механізм будь-якого типу.</p> <p>Переваги гідропідсилювача:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– полегшення керування автомобілем,</li> <li>– зниження стомлюваності водія;</li> <li>– пом'якшення ударів, переданих на рульове колесо від нерівностей дороги;</li> <li>– краща керованість і маневреність автомобіля, а значить і підвищена безпека на дорозі.</li> <li>– До недоліків ГПК можна віднести наступні:</li> <li>– постійно працюючий насос відбирає частину потужності двигуна;</li> <li>– необхідність періодичного обслуговування системи.</li> </ul>
ДО13	Електричний підсилювач рульового керування	<p>Електричним підсилювачем рульового керування (повсякденна назва - електропідсилювач керма, ЕПК) називається конструктивний елемент рульового керування автомобіля, в якому додаткове зусилля при повертанні рульового колеса створюється за допомогою електричного приводу. У сучасних автомобілях електропідсилювач рульового керування поступово замінює гідропідсилювач.</p> <p>Основними перевагами ЕПК в порівнянні з ГПК є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– зручність регулювання характеристик рульового керування;</li> <li>– висока інформативність рульового керування;</li> <li>– висока надійність в зв'язку з відсутністю гідравлічної системи;</li> <li>– паливна економічність, обумовлена економною витратою енергії (зниження витрати палива до 0,5 л. на 100 км).</li> </ul> <p>Електропідсилювач рульового керування відкриває широкі можливості для створення різних систем активної безпеки: курсової стійкості, автоматичного паркування, аварійного рульового керування, допомоги руху по смузі.</p> <p>Розрізняють дві основні схеми компонування ЕПК:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) зусилля електродвигуна передається на вал рульового колеса;</li> <li>2) зусилля електродвигуна передається на рейку рульового механізму.</li> </ol> <p>Найчастіше використовуються електропідсилювач з приводом на рульову рейку. Інша його назва – електромеханічний підсилювач рульового керування. Відомими конструкціями такого підсилювача є підсилювач керма з двома шестернями і підсилювач керма з паралельним приводом.</p> <p>Електромеханічний підсилювач рульового керування складається з</p>

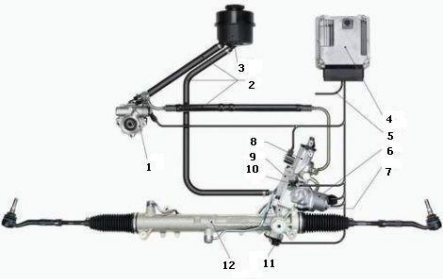
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>електродвигуна, механічної передачі і системи керування.</p>  <p>Рисунок 19 – Схема електромеханічного підсилювача керма: 1 - датчик крутного моменту на кермовому колесі; 2 - електронний блок керування; 3 - електродвигун; 4 - шестерня вала рульового керування; 5 - зубчаста рейка; 6 - шестерня підсилювача керма; 7 - карданний вал рульового керування; 8 - датчик кута повороту рульового колеса.</p> <p>ЕПК об'єднаний з рульовим механізмом в одному блоці. У конструкції підсилювача використовується асинхронний електродвигун. Механічна передача забезпечує передачу крутного моменту від електродвигуна до рейки рульового механізму. У електропідсилювача з двома шестернями одна шестерня передає крутний момент на рейку рульового механізму від рульового колеса, інша – від електродвигуна підсилювача. Для цього на рейці передбачено дві ділянки зубів, одна з яких служить приводом підсилювача.</p>  <p>Рисунок 20 – Схема електромеханічного підсилювача керма з паралельним приводом: 1 - вал-шестерня; 2 - торсіонний стержень; 3 - датчик крутного моменту на рульовому колесі; 4 - зубчаста рейка; 5 - гайка на циркулюючих кульках; 6 - ремінна передача; 7 - електродвигун; 8 - електронний блок керування</p> <p>У ЕПК з паралельним приводом зусилля від електродвигуна передається на рейку рульового механізму за допомогою пасової передачі і спеціального кулькового механізму.</p> <p>Система управління електричним підсилювачем керма включає вхідні датчики, електронний блок керування і виконавчий пристрій.</p> <p>До вхідних датчиків належать датчик кута повертання рульового колеса і датчик крутного моменту на рульовому колесі. Система керування електропідсилювачем керма також використовує інформацію, що надходить від блоку управління ABS (датчик швидкості автомобіля) і блоку управління двигуном (датчик частоти колінчастого вала двигуна).</p> <p>Електронний блок керування опрацьовує сигнали датчиків. Відповідно до закладеної програми виробляється відповідний керуючий вплив на виконавчий пристрій – електродвигун підсилювача.</p> <p>Електропідсилювач керма забезпечує роботу рульового керування автомобіля в наступних режимах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повертання автомобіля в звичайних умовах;</li> <li>– повертання автомобіля на малій швидкості;</li> <li>– повертання автомобіля на великій швидкості;</li> <li>– активне повертання коліс у середнє положення;</li> <li>– підтримку середнього положення коліс.</li> </ul>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>Повертання автомобіля здійснюється шляхом обертанням рульового колеса. Крутний момент від рульового колеса передається через торсіон на рульовий механізм. Закручування торсіона вимірюється датчиком крутного моменту, кут повороту рульового колеса – датчиком кута повороту рульового колеса. Інформація від датчиків, а також інформація про швидкість автомобіля, частоту обертання колінчастого вала двигуна, передаються в електронний блок керування.</p> <p>Блок керування розраховує необхідну величину крутного моменту електродвигуна підсилювача і шляхом зміни величини сили струму забезпечує її на електродвигуні. Крутний момент від електродвигуна передається на рейку рульового механізму і далі, через рульові тяги, на керовані колеса.</p> <p>Таким чином, повертання коліс автомобіля здійснюється за рахунок об'єднання зусиль, що передаються від рульового колеса і електродвигуна підсилювача.</p> <p>Повертання автомобіля на невеликій швидкості зазвичай проводиться під час паркування. Воно характеризується великими кутами повороту рульового колеса. Електронна система керування забезпечує в такому випадку максимальний крутний момент електродвигуна і відповідно значне посилення рульового керування (так зване «легке кермо»).</p> <p>При повертанні на високих швидкостях, навпаки електронна система керування забезпечує найменший крутний момент і мінімальне посилення рульового керування (так зване «важке кермо»).</p> <p>Система керування також може збільшувати реактивне зусилля, що виникає при повертанні коліс. Відбувається так зване активне повернення коліс у середнє положення.</p> <p>Під час експлуатації автомобіля часто виникає потреба упідтриманні середнього положення коліс (рух при сильному бічному вітрі, різному тиску в шинах). В таких випадках система керування забезпечує корекцію середнього положення керованих коліс.</p>
ДО14	Система активного рульового керування	<p>Система активного рульового керування (Active Front Steering, AFS) призначена для зміни передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху, а також коригування кута повороту передніх коліс при проходженні поворотів і гальмуванні на слизькому покритті.</p> <p>Система AFS є спільною розробкою фірм Bosch і ZF. В даний час система встановлюється на більшість моделей автомобілів BMW в якості опції і є фірмовим атрибутом даної марки. Конкурентними перевагами даної системи є підвищення комфорту і безпеки при експлуатації автомобіля.</p> <p>Система активного рульового управління в своїй роботі взаємодіє з іншими системами, в тому числі з гідропідсилювачем керма Servotronic, системою динамічної стабілізації DSC. Конструкція системи AFS об'єднує планетарний редуктор і систему управління.</p> <p>Планетарний редуктор служить для зміни швидкості обертання рульового вала. Він встановлюється на рульовому валу. Планетарний редуктор включає сонячну шестерню, блок сателітів і коронну (епіциклічну) шестерню. На вході рульовий вал з'єднаний з сонячною шестернею, на виході - з блоком сателітів.</p> <p>Епіциклічна шестерня має можливість обертання. При нерухомій шестерні передавальне число планетарного редуктора дорівнює одиниці і рульовий вал передає обертання безпосередньо. Обертання</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>епіциклічної шестерні в одну або іншу сторону дозволяє збільшити або зменшити передавальне число планетарної передачі, чим досягається зміна передавального відношення рульового механізму. Обертання шестерні забезпечує електродвигун, з'єднаний з її зовнішньою стороною за допомогою черв'ячної передачі.</p>  <p>Рисунок 21 - Схема активного рульового керування: 1 - насос гідропідсилювача керма; 2 - шланги; 3 - бачок для робочої рідини; 4 - електронний блок керування; 5 - шина обміну даними; 6 - електродвигун; 7 - датчик кута повороту електродвигуна; 8 - клапан системи Servotronic; 9 - планетарний редуктор; 10 - аварійний фіксатор; 11 - датчик сумарного кута повороту; 12 - рульовий механізм</p> <p>Для реалізації функцій системи активного рульового керування створена система управління. Електронна система управління включає вхідні датчики, електронний блок управління і виконавчі пристрої.</p> <p>Вхідні датчики призначені для вимірювання параметрів роботи системи і перетворення їх в електричні сигнали. Система AFS в своїй роботі використовує датчики положення електродвигуна, сумарного кута повороту, кута повороту рульового колеса, датчики системи динамічної стабілізації (швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі і вертикального прискорення). Датчик сумарного кута повороту рульового механізму може не встановлюватися, в цьому випадку кут розраховується віртуально на підставі сигналів інших датчиків.</p> <p>Електронний блок керування приймає сигнали від датчиків, обробляє їх і відповідно до закладеного алгоритму формує керуючі впливи на виконавчі пристрої. Електронний блок управління має з'єднання і здійснює взаємодію з іншими системами автомобіля: Servotronic, динамічної стабілізації DSC, управління двигуном, доступув автомобіль.</p> <p>У ролі виконавчого механізму системи AFS виступає електродвигун. Він забезпечує обертання епіциклічної шестерні планетарного редуктора. Електродвигун обладнаний аварійним електромагнітним фіксатором, який блокує черв'ячну передачу. У вихідному положенні передача заблокована. При подачі струму на електродвигун, спрацьовує електромагніт, і фіксатор, долаючи зусилля пружини, звільняє ротор електродвигуна. При виникненні несправності в системі AFS, припиняється подача струму на електродвигун, фіксатор блокує черв'ячну передачу.</p> <p>Виникнення несправностей в системі супроводжується спрацьовуванням сигнальної лампи на панелі приладів. При цьому на інформаційному дисплеї з'являється повідомлення системи самодіагностики.</p> <p>Система активного рульового керування активується при запуску двигуна. Робота системи полягає в зміні передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості і умов руху.</p>

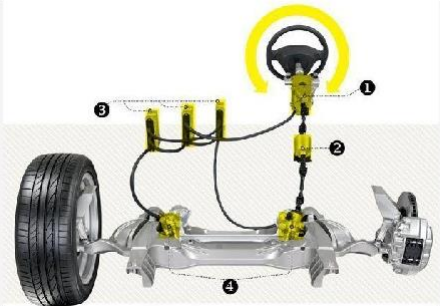
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>При здійсненні маневрів на низькій швидкості відповідно до сигналів датчика кута повороту рульового колеса включається електродвигун. Електродвигун через черв'ячну пару передає обертання на епіциклічну шестерню планетарного редуктора. Обертання шестерні в певному напрямку з максимальною швидкістю забезпечує найменше передавальне відношення рульового механізму, яке досягає значення 1:10. При цьому кермо стає гострим, зменшується число оборотів рульового колеса від упору до упору, чим досягається високий комфорт в управлінні.</p> <p>З ростом швидкості руху виконання поворотів супроводжується зменшенням частоти обертання електродвигуна, відповідно збільшується передавальне відношення рульового механізму. На швидкості 180-200 км/год передавальне відношення досягає оптимального значення 1:18. Електродвигун при цьому перестає обертатися, а зусилля від рульового колеса передається на рульовий механізм безпосередньо.</p> <p>З подальшим зростанням швидкості електродвигун знову почне працювати, при цьому обертання виробляється в протилежну сторону. Передавальне відношення рульового механізму може досягати величини 1:20. При цьому передавальному відношенні рульове управління має найменшу гостроту, збільшується число оборотів рульового колеса від упору до упору, тим самим забезпечується безпека маневрування на високих швидкостях.</p> <p>Якщо при проходженні повороту фіксується надлишкова обертальність автомобіля (втрата зчеплення задніх коліс з дорогою) система AFS на підставі сигналів датчиків системи DSC самостійно коригує кут повороту передніх коліс. В результаті чого зберігається курсова стійкість автомобіля. У разі, коли система активного рульового керування не може повністю забезпечити стійкість автомобіля, підключається система динамічної стабілізації.</p> <p>Аналогічним чином система активного рульового керування стабілізує рух автомобіля при гальмуванні на слизькому покритті, чим досягається підвищення ефективності антиблокувальної системи гальм ABS і скорочення гальмівного шляху.</p> <p>Система активного рульового керування постійно увімкнена і не має можливості вимикання.</p>
ДО15	Система динамічного рульового керування	<p>Система динамічного рульового керування служить для зміни передавального відношення рульового механізму в залежності від швидкості руху автомобіля і кута повороту рульового колеса. Крім того, динамічне керування разом з системою курсової стійкості бере участь в стабілізації автомобіля шляхом підрулювання керованих коліс. За своєю сутністю, система аналогічна системі активного рульового керування. Основна відмінність полягає у використанні для зміни передавального відношення замість планетарного редуктора хвильової передачі.</p> <p>Система динамічного рульового керування встановлюється на автомобілі Audi. Але першість у застосуванні хвильової передачі для зміни передавального відношення рульового механізму належить компанії Toyota. Її система Variable Gear Ratio Steering (VGRS) встановлюється з 1998 року.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<div data-bbox="885 264 1173 481" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="544 488 1473 577">Рисунок 22 - Схема підсумовуючого механізму: 1 - зубчаста муфта; 2 - гнучка шестерня; 3 - овальний підшипник; 4 - ротор електродвигуна; 5 - рульовий вал; 6 - статор електродвигуна; 7 - порожнистий вал.</p> <p data-bbox="544 589 1473 786">Основним конструктивним елементом системи динамічного керування є підсумовуючий механізм, який змінює кут повороту керованих коліс. Кут повороту може збільшуватися (підрулювання в напрямку повороту) або зменшуватися (підрулювання в протилежному напрямку). Крім того, для підтримки курсової стійкості автомобіля, сумуючий механізм може повертати колеса без участі водія.</p> <p data-bbox="544 790 1473 987">Підсумовуючий механізм (рис. 22) змонтований на рульовому валу. Верхня частина рульового вала через шліци з'єднана з гнучкою шестернею, яка забезпечена зовнішнім зубчастим вінцем зі ста зубів. Шестерня має овальну форму і тому тільки в двох місцях з'єднується з внутрішнім вінцем зубчастою муфтою, у якої на два зуба більше. Зубчаста муфта жорстко з'єднана з нижньою частиною рульового вала.</p> <p data-bbox="544 992 1473 1153">Якщо система динамічного рульового керування не активована, обертання від рульового колеса передається через верхню частину рульового вала, гнучку шестерню, зубчасту муфту, нижню частину рульового вала і далі на рульовий механізм без зміни передавального відношення.</p> <p data-bbox="544 1158 1473 1391">На верхню частину рульового вала надітий порожнистий вал. На одному кінці вала розміщений синхронний електродвигун постійного струму. З протилежного боку посаджений кульковий підшипник. Внутрішнє кільце підшипника має овальну форму. Зовнішнє кільце підшипника виконано у вигляді гнучкої сталевий обойми. У зборі овальний підшипник утворює генератор хвиль. На зовнішнє кільце підшипника посаджена гнучка шестерня.</p> <p data-bbox="544 1395 1473 1691">При активації системи динамічного керування на електродвигун подається електричний струм. Обертання від двигуна передається на овальний підшипник, гнучку шестерню і далі на зубчасту муфту. За рахунок ексцентричності хвильової передачі кожен повний оборот підшипника призводить до повороту зубчастої муфти на 3,5 градуса. Залежно від напрямку обертання досягається позитивний або негативний підсумовуючий ефект рульового керування. Іншими словами, для повороту керованих коліс на певний кут рульове колесо можна буде повернути на більший або менший кут.</p> <p data-bbox="544 1695 1473 1892">Керування електродвигуном підсумовуючого механізму здійснює електронний блок керування. Для зміни передавального відношення рульового механізму блок розраховує необхідний кут підрулювання. Крім того, блок керування визначає коригувальні параметри кута повороту керованих коліс для підтримки курсової стійкості автомобіля на заданому водієм курсі.</p> <p data-bbox="544 1897 1473 2031">Основними параметрами для розрахунку керуючого впливу є швидкість руху автомобіля (визначає датчик частоти обертання колеса) і заданий водієм кут повороту рульового колеса (визначає датчик кута повороту рульового колеса). Крім цього блок управління в своїй роботі</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		використовує сигнали від датчика положення вала електродвигуна, датчика нульового положення рульового механізму, датчиків системи курсової стійкості.
ДО16	Система адаптивного рульового керування	<p>Компанія Nissan розробила і впровадила на серійних автомобілях систему, в якій відсутній жорсткий механічний зв'язок між кермом і колесами. Система адаптивного рульового керування (Direct Adaptive Steering, DAS) встановлюється на деякі комплектації автомобіля Infiniti Q50 з 2013 року. В таких системах електроніка дозволяє адаптувати роботу рульового керування до конкретних умов руху і індивідуальних запитів водія.</p>  <p>Рисунок 23 - Схема системи адаптивного рульового керування: 1 – сервопривод рульового колеса; 2 - електромагнітне зчеплення; 3 – електронні блоки керування; 4 - сервоприводи рульового механізму</p> <p>До складу електронної системи адаптивного рульового керування входять датчики, електронні блоки керування і виконавчі пристрої.</p> <p>В системі DAS використовується два види датчиків: кута повороту рульового колеса і зусилля на колесі.</p> <p>Датчик кута повороту рульового колеса фіксує фактичний кут повороту. Інформація від датчика використовується для обчислення кута повороту передніх коліс.</p> <p>Датчик зусилля на колесі встановлюється в рульовому механізмі передніх коліс. Він служить для формування зворотного зв'язку з рульовим колесом в залежності від умов руху.</p> <p>Сигнали від датчиків надходять в електронні блоки керування. Безпечну роботу системи адаптивного рульового керування забезпечують три блоки керування (перший ступінь захисту). Вони постійно контролюють роботу один одного з готовністю в будь-який момент взяти на себе функції сусіда. У своїй роботі блоки керування взаємодіють з іншими системами автомобіля.</p> <p>Відповідно до закладеної програми блоки формують керуючий вплив на виконавчі пристрої: сервопривід рульового механізму, сервопривід рульового колеса, електромагнітне зчеплення. Сервопривід рульового механізму забезпечує поворот коліс на певний кут. В системі використовується окремий сервопривід на кожне з передніх коліс. Сервопривід рульового колеса створює електронну симуляцію природного опору на рульовому колесі, так званий зворотний зв'язок з дорогою.</p> <p>Електромагнітне зчеплення є важливим елементом безпеки (другий ступінь захисту). При подачі електричної енергії зчеплення розмикається, рульове керування здійснюється по проводах. При припиненні подачі електричної енергії (в тому числі в аварійній ситуації) зчеплення замикається, рульове керування здійснюється за традиційною механічною схемою. Електромагнітне зчеплення встановлюється в розрізі рульової колонки.</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>Робота електронної системи адаптивного рульового керування здійснюється наступним чином. Коли водій обертає рульове колесо, датчик кута повороту рульового колеса зчитує зміну кута, а електронний блок керування розраховує необхідний кут повороту передніх коліс. Сервоприводи рульового механізму переміщують рульову рейку і забезпечують поворот коліс на розрахунковий кут. Фактичне зусилля повороту на колесі вимірюється відповідним датчиком і передається в блок керування. Після обробки інформації блок керування посилає сигнал на сервопривід рульового колеса для імітації зворотного зв'язку з дорогою.</p> <p>Система Direct Adaptive Steering дозволяє водієві вибирати характер зворотного зв'язку (зусилля на рульовому колесі і реакцію системи). В налаштуваннях передбачені три режими роботи: важкий, стандартний і легкий. Крім перерахованих режимів, зусилля і реакції системи можуть бути персоналізовані (налаштовані під конкретного водія).</p> <p>Система адаптивного рульового керування має кілька суттєвих переваг, що відрізняють її від традиційного механічного керування:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– швидкодія;</li> <li>– точність управління;</li> <li>– відсутність вібрацій на рульовому колесі;</li> <li>– можливість реалізації нових функцій.</li> </ul> <p>Прямий цифровий канал від рульового колеса до рульової рейки і назад забезпечує високу швидкодію і точність руху за обраною траєкторією, що робить керування транспортним засобом більш комфортним, інформативним і безпечним. Крім того, система дозволяє рухатися прямолінійно при сильному поперечному вітрі без підрулення. Система DAS захищає водія і від надмірних вібрацій керма, які спостерігаються при русі по нерівних дорогах. При цьому зберігається зв'язок з дорогою.</p> <p>Система адаптивного рульового керування відкриває широкі перспективи для реалізації нових функцій, особливо в частині активної безпеки. В даний час на базі системи побудована активна система руху по смузі, в якій за допомогою відеокамери і блоку управління здійснюється автоматичне утримання автомобіля в центрі смуги руху.</p>
ДО17	Основні несправності та технічне обслуговування рульового керування автомобіля	<p>До несправностей рульового керування відносять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– зношування передавальної пари («шестерня-рейка»);</li> <li>– порушення герметичності рульового механізму;</li> <li>– зношування або руйнування підшипника рульового вала;</li> <li>– зношування шарніра наконечника рульової тяги (найпоширеніша).</li> </ul> <p>Окремо необхідно зупинитися на несправності підсилювача рульового керування. Розрізняють такі несправності гідропідсилювача керма:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знос підшипника вала насоса;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу насоса;</li> <li>– низький рівень робочої рідини в бачку;</li> <li>– засмічення елементів приводу (фільтруючого елемента, клапана насоса і ін.);</li> <li>– ослаблення кріплення або пошкодження шлангів.</li> </ul> <p>Основні причини несправностей рульового керування:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– низька якість доріг;</li> <li>– порушення правил експлуатації (зміна періодичності обслуговування, застосування неякісної робочої рідини і</li> </ul>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3														
		<p>комплектуючих);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– некваліфіковане проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту системи;</li> <li>– граничний термін служби системи.</li> </ul> <p>Причиною несправностей рульового керування можуть також стати різні відхилення від робочих характеристик коліс (тиск в шинах, балансування, ступінь зносу шин, знос підшипника).</p> <p>Про наступаючу несправність рульового керування свідчать, як правило, різні зовнішні ознаки, основними з яких є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– стуки в рульовому керуванні;</li> <li>– биття на рульовому колесі;</li> <li>– збільшений люфт рульового колеса;</li> <li>– туге обертання рульового колеса;</li> <li>– шум в підсилювачі рульового керування;</li> <li>– підтікання робочої рідини.</li> </ul> <p>Підтікання робочої рідини в елементах рульового керування відбувається не так явно, як при несправності системи охолодження – калюжу під автомобілем ви не побачите. Встановити підтікання можна при детальному огляді системи, при цьому несправний елемент виглядає вологим, фахівці ще кажуть – запітнілим.</p> <p>Таблиця 2 - Зовнішні ознаки і відповідні їм несправності рульового керування</p> <table border="1" data-bbox="544 976 1461 1617"> <thead> <tr> <th data-bbox="544 976 826 1010">Ознаки</th> <th data-bbox="826 976 1461 1010">Несправності</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="544 1010 826 1088">стуки в рульовому управлінні</td> <td data-bbox="826 1010 1461 1088"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– ослаблення кріплення кульової опори</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1088 826 1211">биття на рульовому колесі</td> <td data-bbox="826 1088 1461 1211"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос або руйнування підшипника рульового вала;</li> <li>– відхилення від робочих характеристик колеса</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1211 826 1301">збільшений люфт рульового колеса</td> <td data-bbox="826 1211 1461 1301"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос передавальної пари;</li> <li>– знос підшипника рульового вала</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1301 826 1424">туге обертання рульового колеса</td> <td data-bbox="826 1301 1461 1424"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення кута установки коліс;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини;</li> <li>– засмічення елементів приводу</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1424 826 1514">шум в підсилювачі рульового керування</td> <td data-bbox="826 1424 1461 1514"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– знос підшипника вала насоса;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="544 1514 826 1617">підтікання робочої</td> <td data-bbox="826 1514 1461 1617"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення герметичності рульового механізму рідини (знос пильовика рульової тяги);</li> <li>– ослаблення кріплення або пошкодження шлангів</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p>Технічне обслуговування рульового механізму полягає в періодичній перевірці і підтяжці кріплень, змащуванні і перевірці герметичності всіх ущільнень.</p> <p>При експлуатації необхідно регулярно в терміни, вказані в хімотологічній карті, перевіряти рівень масла в бачку насоса і промивати його фільтри.</p> <p>При ЩТО перевіряють герметичність з'єднань і шлангів системи гідропідсилювача рульового керування, люфт (вільний хід), стан приводу рульового керування і рульової трапеції.</p> <p>Для гідросистеми необхідно використовувати тільки чисте, відфільтроване масло, яке вказане в хімотологічній карті. Залити масло потрібно через лійку з подвійною сіткою і заливний фільтр, що встановлений в горловині кришки бачка насоса.</p>	Ознаки	Несправності	стуки в рульовому управлінні	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– ослаблення кріплення кульової опори</li> </ul>	биття на рульовому колесі	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос або руйнування підшипника рульового вала;</li> <li>– відхилення від робочих характеристик колеса</li> </ul>	збільшений люфт рульового колеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос передавальної пари;</li> <li>– знос підшипника рульового вала</li> </ul>	туге обертання рульового колеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення кута установки коліс;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини;</li> <li>– засмічення елементів приводу</li> </ul>	шум в підсилювачі рульового керування	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос підшипника вала насоса;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини</li> </ul>	підтікання робочої	<ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення герметичності рульового механізму рідини (знос пильовика рульової тяги);</li> <li>– ослаблення кріплення або пошкодження шлангів</li> </ul>
Ознаки	Несправності															
стуки в рульовому управлінні	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– ослаблення кріплення кульової опори</li> </ul>															
биття на рульовому колесі	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос або руйнування підшипника рульового вала;</li> <li>– відхилення від робочих характеристик колеса</li> </ul>															
збільшений люфт рульового колеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос шарніра наконечника рульової тяги;</li> <li>– знос передавальної пари;</li> <li>– знос підшипника рульового вала</li> </ul>															
туге обертання рульового колеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення кута установки коліс;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини;</li> <li>– засмічення елементів приводу</li> </ul>															
шум в підсилювачі рульового керування	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знос підшипника вала насоса;</li> <li>– пробуксовка ременя приводу;</li> <li>– низький рівень робочої рідини</li> </ul>															
підтікання робочої	<ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення герметичності рульового механізму рідини (знос пильовика рульової тяги);</li> <li>– ослаблення кріплення або пошкодження шлангів</li> </ul>															

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>При ТО-1 перевіряють кріплення та шплінтування гайок важелів поворотних цапф, гайок і кульових пальців поздовжньої й поперечної рульових тяг, стан ущільнювачів кульових пальців, усувають виявлені несправності.</p> <p>Перевіряють кріплення та при необхідності закріплюють сошку рульового керування на валу, картер рульового механізму на рамі й контргайку регулювального гвинта вала рульової сошки.</p> <p>Перевіряють люфт і зусилля повороту рульового колеса за допомогою люфтоміра-динамометра, люфт у шарнірах рульового приводу. При необхідності люфти усувають.</p> <p>Перевіряють затягування та при необхідності затягують клини карданного вала рульового механізму, перевіряють і при необхідності регулюють натяг приводних ременів насоса гідропідсилювача рульового керування.</p> <p>При ТО-2 додатково до робіт, виконуваних при ТО-1, перевіряють кріплення та при необхідності закріплюють рульове колесо на валу та колонку рульового керування на панелі кабіни, знімають і промивають фільтр насоса гідропідсилювача рульового керування.</p>
ДО18	<p>Призначення, класифікація та вимоги до гальмівних систем</p>	<p>Гальмівна система – це найважливіший засіб забезпечення активної безпеки автомобіля. Вона призначена для зміни швидкості руху автомобіля, його зупинки, а також утримання транспортного засобу на місці протягом тривалого часу.</p> <p>У легкових і вантажних автомобілях обов'язково мають бути встановлені такі гальмівні системи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– робоча гальмівна система;</li> <li>– стоянкова гальмівна система;</li> <li>– запасна гальмівна система.</li> </ul> <p>У вантажних автомобілях і автобусах додатково можуть встановлюватися такі гальмівні системи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– допоміжна гальмівна система;</li> <li>– гальмівна система причепа.</li> </ul> <p>Робоча гальмівна система призначена для регулювання швидкості автомобілів у будь-яких дорожніх умовах.</p> <p>Запасна гальмівна система слугує для зупинки автомобілів у разі відмови робочої гальмівної системи.</p> <p>Стоянкова гальмівна система слугує для утримання автомобілів нерухомими на дорозі.</p> <p>Допоміжна гальмівна система призначена для тривалого підтримання швидкості руху машини сталою або для її регулювання в межах, відмінних від нуля. Її використовують з метою зниження навантаження на робочу гальмівну систему за тривалого гальмування, наприклад у разі довгого спуску у гірській місцевості.</p> <p>У більшості сучасних транспортних засобів роль допоміжної гальмової системи виконує двигун, що працює в гальмівному режимі. На великовантажних автомобілях і автобусах з цією метою застосовують спеціальні гальмівні пристрої, які називають сповільнювачами.</p> <p>Гальмівна система причепа, що працює у складі автотранспортного поїзда, призначена як для зниження швидкості руху причепа, так і для автоматичного його гальмування у разі аварійного роз'єднання з тягачем.</p> <p>Вимоги до сучасних гальмівних систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– забезпечувати у будь-який момент часу максимально можливу в</li> </ul>

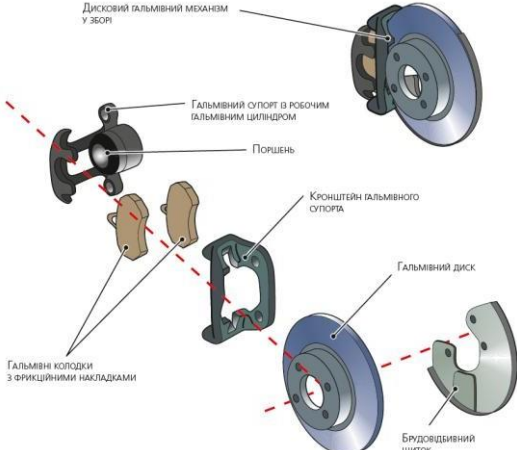

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>даних умовах ефективність гальмування, тобто зупинити машину з мінімальним гальмівним шляхом;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– працювати таким чином, щоб під час гальмування не спричинити втрату автомобілем стійкості руху;</li> <li>– мати високу надійність; навіть за відмови якогось його елемента вона має забезпечити ефективне гальмування автомобіля.</li> </ul> <p>Будь-яка гальмівна система складається з привода і гальмівного механізму.</p>
ДО19	Гальмівні механізми	<p>Гальмівним механізмом називають пристрій, призначений для безпосереднього створення штучного опору руху автомобіля. Штучний опір гальмівних механізмів створюють за допомогою фрикційних пристроїв обертових (роторних) і нерухомих (статорних) частин.</p> <p>Гальмівні механізми бувають барабанні, дискові та стрічкові. Останні, до слова сказати, можна зустріти хіба що на гусеничній техніці.</p> <p>Барабанний гальмівний механізм. Свого часу це був дуже поширений тип гальмівних механізмів. До складу найпростішого барабанного гальмівного механізму входять (рис. 24): гальмівний щиток, що не обертається і жорстко закріплений на поворотному кулаку (якщо це керовані передні колеса) або на цапфі (якщо це задня вісь), на гальмівний щиток встановлено робочий гальмівний циліндр, також гальмівні колодки, які одним кінцем спираються на опори, а іншим – упираються в поршні робочого гальмівного циліндра. На гальмівні колодки наклеюються або приклепуються фрикційні накладки, усі ці деталі зверху накриваються гальмівним барабаном, який обертається разом із колесом.</p> <p>Якщо раптово потрібно знизити швидкість або зупинитися, то водій, натискаючи на педаль гальма, через гідропривід діє на поршні робочого гальмівного циліндра, які, переміщуючись, розводять гальмівні колодки, притискаючи їх до поверхні гальмівного барабана.</p> <p>Існує декілька схем розташування гальмівних колодок.</p>  <p>Рисунок 24 – Приклад барабанного гальмівного механізму</p> <p>У барабанному гальмівному механізмі, який показано на рис. 24 (одна з найпоширеніших схем розташування колодок), дві колодки встановлені послідовно одна за одною. Одна колодка – передня, інша – задня (по ходу руху). Причому обидві колодки знизу встановлені на осях, а зверху впираються в поршні робочого циліндра. При гальмуванні сили діятимуть так, що передня колодка буде нібито підклинювати, а задню колодку створювані зусилля намагатимуться відсунути від барабана. Цим може бути викликаний нерівномірний знос фрикційних накладок. Так само цей ефект призводить до того, що робочі поверхні фрикційних накладок використовуються не повною</p>


Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>мірою.</p> <p>Для того щоб після гальмування гальмівні колодки повернулися у вихідне положення, встановлено відвідні пружини.</p> <p>Зазор між колодками і барабаном часто регулюється автоматично. Реалізовано це просто: поршні робочих циліндрів, переміщуючись назовні під дією тиску рідини, виберуть наявний між ними і пружними кільцями осьовий зазор, після чого потягнуть кільця за собою. Рух поршнів триватиме доти, доки колодки не упруться в барабан. При відпусканні педалі відвідні пружини зможуть перемістити поршні назад тільки на величину, відповідну осьовому зазору між поршнем і кільцем, оскільки зрушити кільце вони не в змозі.</p> <p>Величина зазору, як було сказано вище, відповідає необхідному зазору між колодкою і барабаном. Таким чином, у міру зношування накладок кільце переміщатиметься уздовж циліндра, підтримуючи постійну величину зазору в механізмі.</p> <p>Барабанні гальмівні механізми мають низку переваг, порівняно з дисковими гальмами, однак і вад чимало.</p> <p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– велика робоча поверхня гальмівних колодок і можливість її збільшення як за рахунок діаметра гальмівного барабана, так і його ширини (корисна властивість для вантажних автомобілів);</li> <li>– відносна захищеність гальмівного механізму від пилу і бруду;</li> <li>– стійкість елементів гальмівного механізму до перепаду температур.</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мала, порівняно з дисковими гальмами, потужність;</li> <li>– велика інерційність елементів гальмівного механізму;</li> <li>– чутливість до перегріву.</li> </ul> <p>Дискові гальмівні механізми. Єдиною перспективною альтернативою барабанних механізмів для легкових автомобілів стали дискові гальмівні механізми. У таких механізмах гальмівний диск кріпиться до маточини колеса і обертається разом із колесом. Щоб зупинити автомобіль, необхідно підвести під тиском гальмівну рідину до поршня в гальмівному супорті. Поршень, впливаючи на гальмівні колодки, передасть на них зусилля від гальмівної рідини, притисне до диска і почне уповільнювати колесо. Чимось принцип дії дискового гальма схожий на велосипедне гальмо, де роль диска відіграє поверхня обода колеса, а зупинка здійснюється притисканням колодок гальма до обода. Будову дискового гальмівного механізму можна побачити на рис.</p> <p>25</p>

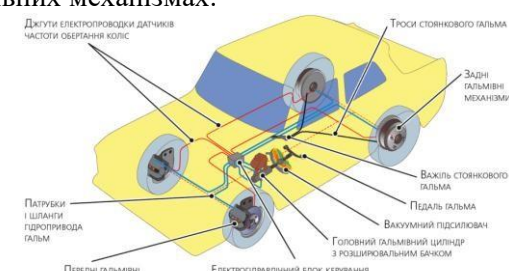
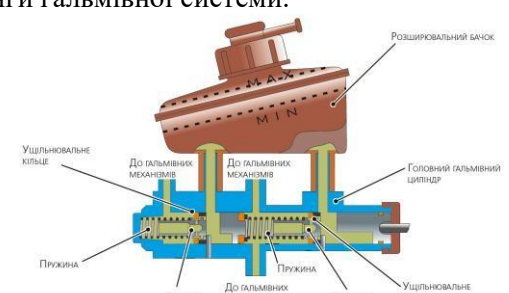
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		 <p data-bbox="702 739 1348 772">Рисунок 25 – Приклад дискового гальмівного механізму</p> <p data-bbox="542 784 1468 974">Існує два типи гальмівних супортів: фіксований і плаваючий. У першому випадку в гальмівний супорт має два поршні, які розташовані по обидва боки від гальмівного диска. Сам супорт жорстко закріплений на поворотному кулаку. Поршні здійснюють вплив на внутрішню і зовнішню гальмівні колодки. До кожного поршня підводиться гальмівна рідина.</p> <p data-bbox="542 985 1468 1176">У другому випадку гальмівний супорт має один поршень або поршні тільки з одного боку, при цьому він може переміщатися уздовж осі обертання диска. Так, при гальмуванні поршень переміщується і тисне на внутрішню колодку, після того як колодка упреться в диск, а тиск в гідроприводі продовжить зростати, вже супорт почне переміщатися і притискати зовнішню колодку до диска.</p> <p data-bbox="542 1187 1468 1243">Перший варіант надійніший, але дорожчий. Другий варіант дешевший, але не такий надійний.</p> <p data-bbox="542 1254 1468 1344">Ефективність дискових гальм набагато вища за ефективність барабанних. Вони простіші в обслуговуванні та краще відводять тепло, що виділяється під час гальмування.</p> <p data-bbox="542 1355 1468 1758">Так як одним із найнебезпечніших факторів роботи гальмівних механізмів вважається їх перегрівання, існує необхідність збільшення ефективності відведення тепла від гальмівного механізму. Вирішення даної проблеми є простим з точки зору ідеї але не таким простим з точки зору технологічності. У диску зробили багато отворів і каналів, через які з метою охолодження диска зсередини може проходити повітря (рис. 26). Ефективність тепловідведення підвищилась у декілька разів. Але за покращене охолодження довелося заплатити низькою стійкістю диска до перепаду температур. Виникла ймовірність появи тріщин на диску при потраплянні на нього, наприклад, води при дуже активному гальмуванні. Причиною цього є те, що отвори стали своєрідними концентраторами напружень.</p>  <p data-bbox="702 1982 1356 2016">Рисунок 26 – Приклад вентилязованого гальмівного диска</p> <p data-bbox="590 2027 1460 2049">Часто на гальмівних дисках можна побачити канавки (рис. 27).</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>Причиною виготовлення дисків з такими конструктивними особливостями є те, що при здійсненні гальмування на фрикційних накладках гальмівних колодок утворюється шар відпрацьованого матеріалу (пилу), який погіршує ефективність гальмування. Цей шар відпрацьованого пилу зрізується канавками, оновлюючи тим самим робочу поверхню фрикційної накладки.</p>  <p>Рисунок 27 – Приклад вентилязованого гальмівного диска зі спеціальними канавками</p> <p>Проте час іде, деякі автомобілі стають більш потужними і важкими, мають високі динамічні показники і у край високу енергоозброєність, і, щоб зупинити всю цю масу, що рухається на величезній швидкості, потрібне застосування надфективних гальмівних механізмів. Основний показник, що впливає на ефективність роботи гальм, як було сказано вище, – температура.</p> <p>Існує два шляхи вирішення проблеми перегріву гальм. Перший із них – виготовити гальмівні механізми зі своєю системою охолодження, однак це занадто ускладнює конструкцію і подальше обслуговування. Другий варіант – встановити композитні гальмівні диски, наприклад металокерамічні. Таким дискам взагалі не страшний перегрів. Але плата за металокераміку – крихкість і висока собівартість.</p>
ДО20	Гальмівні приводи	<p>Гальмівний привод – це сукупність пристроїв, які призначені для передачі зусиль, що створюються водієм на педалі або важелі, до гальмівних механізмів.</p> <p>Гальмівний привід має забезпечувати легке, швидко й одночасне приведення в дію гальмівних механізмів, а також рівномірний розподіл приводних зусиль між ними. Він має забезпечувати також пропорційність між силою на педалі і силами, що приводять у дію гальма, мати високий коефіцієнт корисної дії, бути нескладним за конструкцією і надійним в експлуатації.</p> <p>Залежно від принципу дії виділяють такі типи гальмівних приводів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механічний (використовується в стоянковій гальмівній системі);</li> <li>– гідравлічний (основний тип приводу);</li> <li>– пневматичний (використовується в гальмівній системі вантажних автомобілів);</li> <li>– електричний;</li> <li>– комбінований (є комбінацією кількох типів приводу, наприклад, електропневматичний привід).</li> </ul> <p>У легкових автомобілях використовується переважно гідравлічний привід.</p> <p>Механічний привід – це система важелів, тяг, валиків, через які зусилля від педалі або важеля керування передається до гальмівних механізмів.</p> <p>Механічні приводи застосовують для керування гальмівними механізмами автомобілях різних моделей.</p>
ДО21	Гідравлічні гальмівні	<p>Гідравлічний привід є гідростатичним, тобто таким, у якому енергія від педалі чи важеля керування до гальмівних механізмів передається тиском рідини.</p>

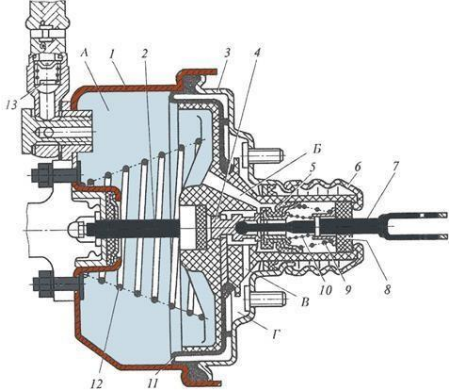
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
	приводи	<p>Принцип дії гідростатичного приводу ґрунтується на властивості нестисливої рідини, що перебуває у спокої, передавати тиск однаково усім точкам замкненого об'єму рідини.</p> <p>Гідравлічний привід гальм складається з таких елементів (рис. 28):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– педаль гальма;</li> <li>– головний гальмівний циліндр;</li> <li>– вакуумний підсилювач;</li> <li>– патрубки гідропривода і гальмівні шланги;</li> <li>– передні і задні робочі гальмівні циліндри, які розташовані в гальмівних механізмах.</li> </ul>  <p>Рисунок 28 - Приклад гідравлічного гальмівного керування легкового автомобіля</p> <p>Принцип роботи полягає в наступному: педаль гальма через шток зв'язується з поршнем, який переміщується в головному гальмівному циліндрі (рис. 29), заповненому гальмівною рідиною, як, утім, і всі патрубки та шланги гальмівної системи.</p>  <p>Рисунок 29 - Приклад головного гальмівного циліндра разом із розширювальним бачком.</p> <p>При натисканні на педаль гальма поршень у циліндрі переміщується, тисне на рідину, яка передає зусилля на робочі гальмівні циліндри гальмівних механізмів.</p> <p>Окрім того, що за допомогою головного гальмівного циліндра зусилля передається від педалі до гальмівних механізмів, також головний циліндр забезпечує розділення контурів.</p> <p>Над головним гальмівним циліндром встановлено розширювальний бачок, необхідний для компенсації розширення гальмівної рідини при її нагріві та для запобігання потраплянню повітря в систему гідропривода гальм (для цього необхідно завжди стежити за рівнем гальмівної рідини в бачку і не допускати його падіння нижче позначки «MIN»).</p> <p>Розширювальний бачок розділений на два резервуари (або один резервуар, але розділений перегородкою), які сполучаються з головним гальмівним циліндром системи через два отвори. На поршнях є кільцеві ущільнювальні манжети, які притискаються пружинами.</p> <p>Крім проточки, поршні мають кільцеві порожнини і плоскі кутоподібні пази, які з'єднуються з резервуаром при будь-якому положенні поршнів. Це перешкоджає потраплянню повітря в</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>гідравлічну магістраль.</p> <p>Щоб не обтяжувати водія постійними перевірками рівня гальмівної рідини, в розширювальному бачку встановлюють поплавець і приєднують до нього датчик рівня гальмівної рідини. Щойно цей рівень впаде нижче заданого, на приладовому щитку в салоні автомобіля загориться відповідний сигналізатор, а може ще й спрацює звукова сигналізація.</p> <p>Запобігти потраплянню повітря в гідравлічний привід гальмівної системи практично неможливо. Так, при заміні будь-яких елементів гальмівної системи доводиться зливати частину гальмівної рідини, а залити свіжу гальмівну рідину без потрапляння повітря неможливо.</p> <p>Також при перегріванні гальмівних механізмів ця рідина може почати кипіти, утворюючи бульбашки повітря.</p> <p>Для видалення повітря з гідропривода гальм у найвищих точках кожного елемента гальмівної системи передбачено так звані сапуни. Сапун — це порожнистий болт, який виступає в ролі клапана, але з «ручним приводом». При відкручуванні сапуна «клапан» відчиняється, при закручуванні — зачиняється.</p> <p>Кінцевим елементом гідравлічного привода є робочий циліндр. Колісні гальмівні циліндри поділяють на одно- і двосторонні.</p> <p>Односторонні циліндри, що мають один поршень, використовують у дискових гальмівних механізмах, а також у деяких різновидах барабанних гальм.</p> <p>Двосторонні колісні циліндри (рисунок 30) застосовують у барабанних гальмівних механізмах. Вони мають два поршні, причому іноді різних діаметрів.</p> <div data-bbox="798 1131 1260 1299" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок 30. Двосторонній колісний гальмівний циліндр: 1 – клапан; 2 – штовхач; 3 – тилозахисний чохол; 4 – корпус; 5 – поршень; 6 – манжета; 7 – розпірна пружина</p> <p>При підведенні тиску в колісний циліндр поршні 5 переміщуються і тиснуть (безпосередньо або через штовхач 2) на гальмівні колодки. У процесі розгальмовування тиск у колісному циліндрі знижується і поршні повертаються у вихідне положення.</p> <p>Вакуумний підсилювач у гідравлічному гальмівному приводі слугує для зменшення зусилля, що прикладається до педалі гальм.</p> <p>Натискання педалі створює тиск в гальмівній рідині, яка тисне на поршні, а вже поршні в свою чергу притискають гальмівні колодки до поверхні гальмівних дисків. Відповідно, основним зусиллям і зусиллям, з якого все починається, є сила впливу ноги людини на педаль гальма. Так ось, завдяки вакуумному підсилювачу, це зусилля вдається підвищити в кілька разів.</p> <p>Складається вакуумний підсилювач гальм (див. рисунок 12) з двох камер, розділених спеціальною мембраною. Камера, розташована ближче до головного гальмівного циліндру, це вакуумна камера, в ній підтримується низький тиск. Камера ж звернена до педалі гальма називається атмосферною. Ця, атмосферна камера за допомогою слідкуючого клапана може з'єднуватися або з камерою, де у нас створюється вакуум, або безпосередньо з навколишнім середовищем,</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>тобто з середовищем, у якому тиск повітря складає певну і досить солідну величину. Так само вакуумний підсилювач включає в себе штовхач сліdkуючого клапана, який з'єднується прямо з педаллю гальма, ну і ще однією важливою складовою підсилювача гальм, є поворотна пружина мембрани.</p> <p>Що стосується діафрагми, яка розділяє дві камери, то вона по центру забезпечена спеціальним п'ятаком, який тисне на шток поршня головного гальмівного циліндра. Коли ж ви відпускаєте педаль гальма, поворотна пружина повертає мембрану в її вихідне положення.</p> <p>Вакуумна камера з'єднується через спеціальний шланг з пристроєм, здатним створити розрідження, а кажучи простіше, подібність вакууму. Таким пристроєм може служити, або сам двигун, якщо це бензиновий мотор, або спеціальний вакуумний насос. Такі насоси в обов'язковому порядку встановлюються в автомобілях з дизельними силовими установками. Хоча, останнім часом насосами стали оснащуватися і вакуумні підсилювачі гальм у машинах, що працюють на бензині. Це потрібно для стабільно високої ефективності роботи підсилювача на різних режимах роботи двигуна.</p> <p>Коли автомобіль їде і гальмувати не потрібно, в обох камерах підтримується розріджена область. Але, як тільки водій натискає на педаль гальма, клапан перекриває з'єднання між камерами і відкриває доступ в атмосферну камеру, атмосферного ж повітря під відповідним тиском. Це повітря а також зусилля натискаючого на педаль гальм водія, і впливають на поршень головного гальмівного циліндра, який забезпечує нагнітання гальмівної рідини в систему. По суті, вакуумний підсилювач дозволяє нам використовувати атмосферний тиск, для підвищення гальмівного зусилля. Що ж стосується підсилювачів, які оснащуються вакуумними насосами, то таке рішення, крім підвищення стабільності роботи ВУТ, практично завжди використовується для роботи електронних помічників в управлінні автомобілем. Приміром, саме такі вакуумні насоси забезпечують роботу системи ESP, що відповідає за стійкість автомобіля на віражах і в поворотах.</p>  <p>Рисунок 31. Вакуумний підсилювач: 1 – корпус; 2 – шток; 3 – накривка підсилювача; 4 – плунжер; 5 – клапан; 6 – захисний чохол; 7 – штовхач; 8 – фільтр; 9, 10, 12 – пружини; 11 – діафрагма; 13 – зворотний клапан; А, Г – вакуумна та атмосферна порожнини підсилювача; Б, В – канали</p> <p>У систему гідропривода гальм встановлюють регулятор тиску гальмівної рідини. Для чого він потрібен?</p> <p>Задні колеса мають починати гальмування на мить раніше передніх. Це зроблено для того, щоб запобігти занесенню автомобіля, якщо його колеса потраплять на слизьку поверхню. Але процес руху досить складний, і автомобіль може бути завантажений поклажею чи</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>пасажирами, внаслідок чого навантаження на задню вісь підвищиться. А якщо задня вісь стане важчою, для її гальмування доведеться докласти більше зусилля. От саме для того, щоб водій не був обтяжений думками про розподіл гальмівних зусиль між передньою і задньою віссю, в гідропривод гальм «врізали» регулятор.</p> <p>Регулятор тиску коригує тиск гальмівної рідини в системі задніх гальмівних механізмів залежно від зміни навантаження на задні колеса.</p> <p>До гальмівної рідини пред'являють жорсткі вимоги, оскільки вона працює в у край агресивних умовах: під впливом високих і низьких температур. Тому основним показником, що характеризує гальмівну рідину, є температура її кипіння: що вона вища, то краще. Взагалі, кипіння для гальмівної рідини – це шлях до зниження ефективності гальмування практично до нуля: рідина закипіла, з'явилися пухирці повітря, педаль провалилася, а гальмування так і не почалося. Також не варто забувати про те, що низькі температури можуть призвести до замерзання гальмівної рідини, результатом чого також буде втрата ефективності гальмування.</p> <p>Разом з автомобілем поставляється й інструкція з експлуатації. Якщо в автомобілі її немає, відповідний посібник можна придбати окремо. У такій інструкції обов'язково буде вказано тип гальмівної рідини за класифікацією Департаменту транспорту США – DOT.</p> <p>На сьогодні найпоширеніші гальмівні рідини мають позначення DOT3, DOT4, DOT4+ і DOT5.1. Причому доливати в розширювальний бачок головного гальмівного циліндра рідину вищого класу допускається (наприклад, DOT4 долити в бачок із рідиною DOT3), звичайно, за умови, що обидві рідини випущені одним і тим же виробником. І навпаки, доливати в бачок з DOT4 рідину класу DOT3 не слід</p>
ДО22	Пневматичні гальмівні приводи	<p>Пневматичний гальмівний привод – вид конструкції гальмівної системи, яка використовує в якості енергоносія стиснене повітря.</p> <p>Пневматичні гальма використовують у різних видах транспорту:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пасажирські автобуси;</li> <li>– вантажні комерційні автомобілі;</li> <li>– спеціалізована техніка – грейдери, навантажувачі, бульдозери, автокрани, інші спецзасоби;</li> <li>– залізничний транспорт.</li> </ul> <p>Пневматичний гальмівний привід використовують окремо або в комплексі з іншими системами (приклади – комбіновані гальмівні системи електропневматичного або пневмо-гідролічного типу).</p> <p>Пневматичні гальмівні системи також класифікують за кількістю робочих контурів-магістралей. Зустрічаються 3 види систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– одноконтурні;</li> <li>– двоконтурні;</li> <li>– багатоконтурні.</li> </ul> <p>Особливістю одноконтурних систем є те, що магістралі на передні та задні колеса об'єднані в одну гілку, а інтенсивність потоку стиснутого повітря контролює один гальмівний кран. Одноконтурна модель пневматичної гальмівної системи – застарілий тип конструкції, який в більшості випадків зустрічається тільки на старих моделях вантажних автомобілів і автобусів.</p> <p>У двоконтурній системі магістралі гальмівної системи автомобіля розділені на дві гілки. Одна гілка передає стиснуте повітря на передні колеса, друга – на задні. Потік енергоносія контролюють два гальмівних</p>


Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>крани – по одному на кожен контур магістралей. Двоконтурна конструкція більш надійна, ніж одноконтурна. Якщо вийшла з ладу гілка задньої вісі, передні гальмівні вузли продовжують функціонувати і навпаки.</p> <p>Багатоконтурна система – складна, але ефективна і надійна конструкція. Багатоконтурні пневматичні системи зустрічаються у великих вантажних автомобілях і складаються з трьох і більше контурів. Багатоконтурна гальмівна пневмосистема збільшує стійкість, полегшує управління і зупинку вантажівки.</p> <p>Конструкція пневматичного гальмівного привода приблизно однакова для всіх видів автомобілів (рис. 32). Відрізнятися можуть окремі вузли і елементи.</p> <p>Компресор нагнітає повітря в ресиверах (балонах). Встановлюють у передню частину автомобіля біля блоку двигуна. Агрегат працює від клиновидного ремня, який поєднує шків компресора і шківрадіаторного вентилятора.</p> <p>В ресиверах (повітряних балонах) зберігається запас стиснутого повітря. Пневматичні гальма обладнанні двома ресиверами. Перший балон, який у народі називають “мокрим”, обладнаний запобіжним клапаном і краном для зливання конденсату. На другому ресивері є тільки кран для зливання конденсату. Запобіжний клапан, який контролює тиск у другому балоні, встановлений далі по магістралі у гальмівному крані.</p> <p>Рисунок 32 - Загальний вигляд пневматичної гальмівної системи: 1 - двосекційний гальмівний кран, 2, 6 - гальмівні камери (силові циліндри), 3 - запобіжний клапан, 4 - регулятор тиску, 5 - компресор, 7 - кран відбору повітря, 8 і 9 - роз'єднувальний кран із з'єднувальною голівкою, 10 - ресивери (повітряні балони), 11, 12 - гальмівні барабани у зборі.</p> <p>Запобіжний клапан захищає систему від перевантаження і скидає надмірний тиск. Кількість захисних клапанів залежить від типу конструкції і кількості контурів магістралей.</p> <p>Регулятор тиску контролює і підтримує оптимальний тиск в системі, а за необхідності впускає або випускає повітря у пристрій розвантаження компресора.</p> <p>Комбінований поршневий вузол, який розподіляє потоки стиснутого повітря по системі, послідовно заповнює енергоносієм всі контури пневмосистеми і гальмівні камери. Гальмівний кран – вузол, який зв'язує ресивери і гальмівні циліндри коліс. Кількість гальмівних кранів у пневматичній системі залежить від кількості контурів.</p> <p>Осушувач повітря виокремлює пари води і інші домішки (наприклад, пари масла) із повітря, яке всмоктується. У сучасних моделях автомобілів осушувач суміщений з регулятором тиску, тому останній як окремий вузол відсутній.</p> <p>Гальмівні вузли з силовими циліндрами (гальмівними камерами)</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>встановлені на колесах автомобіля і відповідають за зупинку транспортного засобу. Кожен вузол обладнаний гальмівним циліндром, до якого за трубопроводом під тиском надходить повітря і який притискає гальмівні колодки до барабана.</p> <p>Роз'єднувальний кран зустрічається тільки у тягачах з причепами. Через кран пневматичну гальмівну систему тягача з'єднують з гальмівною магістраллю причепа. Кран об'єднує дві системи, збільшує стійкість і керованість автомобіля, зменшує ризик заносу причепа при гальмуванні.</p> <p>Пневмопідсилювачі збільшують показники тиску до необхідного рівня і зменшують навантаження на компресор. Кількість підсилювачів відрізняється у різних моделях автомобілів.</p> <p>Трубопровід – система труб і шлангів, що з'єднує всі вузли і елементи. Кількість відгалужень трубопроводу залежить від кількості контурів пневматичної гальмівної системи.</p> <p>Педаля гальма передає зусилля на поршні гальмівного крана і відкриває канали для стиснутого повітря від ресиверів на гальмівні камери коліс.</p> <p>Вимірювальні пристрої і датчики – елементи контролю, за якими водій стежить за станом і працездатністю гальмівної системи. До них належать датчики, які знаходяться у ресиверах і гальмівних камерах, і двострілковий манометр. Одна стрілка манометра показує тиск у балонах, а друга – в гальмівних камерах. У старих моделях автомобілів манометрів було два і кожен відповідав за свій вузол.</p> <p>Головна і єдина функція будь-якої гальмівної системи – своєчасно зупинити автомобіль не залежно від умов і зовнішніх факторів. Неважливо, чи треба плавно зупинити авто перед перехрестям, чи різко загальмувати через перешкоду, яка виникла неочікувано, – автомобіль має зупинитися без шкоди для водія, транспортного засобу та інших учасників дорожнього руху.</p> <p>Розглянемо основні етапи і процеси, які відбуваються у пневматичній гальмівній системі.</p> <p>Компресор гальмівної системи – привідний агрегат, який працює тільки коли запущений двигун. Через повітряний фільтр до компресора надходить повітря, яке агрегат через регулятор тиску закачує до ресиверів.</p> <p>Регулятор тиску, розташований або як окремий вузол, або вбудований до осушувача, контролює і оптимізує тиск повітря, а коли ресивери заповнені повністю, забезпечує холостий хід компресора. Якщо регулятор тиску не працює, його заміняє запобіжний клапан.</p> <p>Ресивери системи з'єднані послідовно. У нижній частині першого балона знаходиться спускний кран, через який з енергоносія виводиться конденсат і пари масла. Другий балон з'єднаний з краном, який обладнаний регулятором тиску і запобіжним клапаном. Останні скидають зайве повітря і нормалізують тиск у системі, якщо він перевищує дозволений.</p> <p>Гальмівний кран контролює і перенаправляє потік стислого повітря до камер силових циліндрів, які знаходяться у гальмівних вузлах коліс. В одноконтурній системі за передні колеса автомобіля відповідає нижній циліндр крана, а за задні колеса тягача і колеса причепа (якщо є) – верхній циліндр. Пневматичні гальма причепа під'єднують до автомобіля через роз'єднувальний кран і з'єднувальну головку.</p> <p>Коли водій натискає педаль гальма, гальмівний кран відкриває</p>

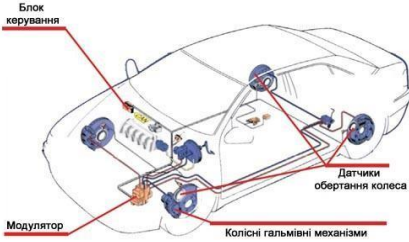
Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>доступ для стислого повітря, яке з ресиверів надходить до гальмівних камер коліс. У циліндрах збільшується тиск, розтискні кулаки притискають колодки до гальмівних барабанів коліс і зупиняють автомобіль. Коли водій відпускає педаль, клапани гальмівних камер коліс виводять повітря і колодки повертаються до вихідного положення.</p>  <p>Рисунок 33 – Пневматичний барабанний гальмівний вузол у зборі на автомобілі</p> <p>Водій може слідкувати за станом пневматичної гальмівної системи за допомогою манометра, який показує тиск стислого повітря у ресиверах і гальмівних камерах. Манометр з'єднаний з датчиками тиску, які передають дані на панель приладів у кабіні водія.</p> <p>Пневматичні і гідравлічні гальмівні системи – це два аналогові приводи гальм, кожен з яких має свої переваги і недоліки. Перший тип приводу використовують в основному у важких автомобілях, а другий частіше зустрічається на транспортних засобах повсякденного використання.</p> <p>Чим пневматичні гальма краще гідравлічних:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коли водій відпускає педаль гальма, стисле повітря не повертається назад до системи, а виходить через клапани скидання в атмосферу;</li> <li>– пневматична система більш економна, бо використовує стиснене повітря, яке компресор забирає з атмосфери;</li> <li>– повітря менше зношує систему, ніж рідинний наповнювач;</li> <li>– стиснене повітря - нейтральне середовище, тому вірогідність того, що енергоносії втратить властивості, набагато менша. Гідравлічні суміші для гальмівних систем сильно відрізняються одна від одної за складом, змішувати їх не можна, а вивести з ладу систему може будь-яка стороння домішка;</li> <li>– пневматична гальмівна система легше переносить температурні коливання як оточуючого середовища, так і усередині системи. Гідравлічний енергоносії може закипіти або замерзнути від різкого стрибка температури, в результаті гальма виходять з ладу;</li> <li>– пневматика менше боїться дрібних протікань, тому що компресор працює постійно і в разі протікання робочого газу швидко заповнить нестачу.</li> </ul> <p>Однак і у гідравліки є свої переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– гідрогальма спрацьовують швидше, тому що рідина має високу щільність і не стискається, як повітря;</li> <li>– у гідравлічного приводу конструкція значно простіша, ніж у пневматичної гальмівної системи</li> <li>– гідравлічний привід функціонує як окрема система на відміну від пневматичного, в якому робота компресора залежить від роботи двигуна;</li> <li>– незважаючи на те, що пневматичні гальма спрацьовують</li> </ul>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>швидше, ККД гідравлічних гальм вищий за рахунок менших втрат енергії при переміщенні енергоносія трубопроводом.</p> <p>Ну і найголовніша відмінність між гідравлікою і пневматикою – ціна на запчастини і агрегати. Хоча важко порівнювати, наприклад, вартість гальмівного супорта легкового автомобіля і барабанні гальма важкого тягача, як мінімум через велику різницю у габаритах і конструкції.</p> <p>Саме завдяки відмінностям між двома видами гальмівних приводів кожен з типів займає свою нішу і практично не конкурує з аналогом.</p>
ДО23	Антиблокувальні системи (АБС)	<p><i>Антиблокувальна система гальм (ABS)</i> відноситься до групи устаткування, яке підвищує рівень активної безпеки автомобіля.</p> <p>ABS – це системами, оснащені пристроями керування із зворотнім зв'язком, що запобігають блокуванню коліс під час гальмування і зберігають керованість і курсову стійкість автомобіля.</p> <p>При розробці системи ABS беруть до уваги наступне:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– варіанти зчеплення між шиною і дорогою;</li> <li>– нерівності дорожнього покриття, що викликають коливання коліс і осей;</li> <li>– гальмівний гістерезис;</li> <li>– зміни тиску в головному гальмівному циліндрі при дії водія на педаль гальма;</li> <li>– зміни радіуса колеса, наприклад при установці запасного колеса.</li> </ul> <p>До основних критеріїв якості керування ABS відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– підтримка курсової стійкості під час керування автомобілем шляхом забезпечення достатньої величини поперечної сили зчеплення на задніх колесах;</li> <li>– підтримка керованості автомобіля шляхом забезпечення достатньої поперечної сили зчеплення на передніх колесах;</li> <li>– зменшення гальмівного шляху в порівнянні з гальмуванням із заблокованими колесами;</li> <li>– швидка зміна гальмівних моментів для різних коефіцієнтів зчеплення, наприклад коли автомобіль рухається через невеликі ділянки льоду на дорожньому покритті;</li> <li>– контроль низьких амплітуд зміни гальмівного моменту з метою попередження вібрацій в зубчатих передачах;</li> <li>– високий рівень комфорту руху в результаті незначного впливу зворотного зв'язку на педаль гальма і використання безшумних виконавчих механізмів.</li> </ul> <p>Найпростіша ABS складається (рис.34) з трьох основних елементів: електронного блоку керування-4, модулятора-3 і датчиків швидкості коліс-1, 2. Також до гальмівної системи відноситься головний гальмівний циліндр-5, замок запалення-6, контрольна лампочка несправності ABS-7, запобіжники-8,9.</p> <div data-bbox="831 1675 1230 1962" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок 34 – Схема ABS автомобіля Mercedes W123</p> <p>ABS приводиться в робоче положення після ввімкнення запалення і</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>досягнення автомобілем певної швидкості руху.</p> <p><i>Датчик кутової швидкості</i> встановлюється на маточинному вузлі колеса з мінімальним зазором по відношенню до зубчатого ротора, закріпленого на гальмівному барабані або диску, що обертається. Цей датчик є котушкою індуктивності із магнітним сердечником, в якій з частотою, пропорційною кутовій швидкості обертання колеса, генерується електричний струм.</p> <p><i>Електронний блок керування</i> аналізує інформацію датчиків, відстежуючи моменти блокування коліс. При необхідності він дає команди модуляторам понизити тиск в гальмівній магістралі автомобіля.</p> <p><i>Модулятори</i> звичайно мають по два електромагнітні клапани, один з яких перекриває доступ рідини в магістраль, що сполучає головний гальмівний циліндр з робочим (колісним), а другий при надмірному тиску відкриває доступ рідини в резервуар гідроаккумулятора.</p> <p>За останні декілька десятиріч у світі запатентовані сотні конструкцій ABS. Найпоширеніші по <i>міжнародній класифікації</i> ділять на три основні групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- чотиріканальні з чотирма датчиками;</li> <li>- триканальні з трьома датчиками;</li> <li>- двоканальні з двома і трьома датчиками.</li> </ul> <p>Відрізняються вони як кількістю датчиків, так і кількістю контурів, в яких електронний блок ABS регулює тиск. Найдорожчі і найефективніші - чотирьохканальні з датчиками на кожному колесі. Спрошені схеми, що зустрічаються на старих автомобілях, - двоканальні з двома або трьома датчиками.</p> <p>Розглянемо роботу антиблокувальної системи на прикладі триканальної ABS Bosch серії 2S (рис. 35), у конструкцію якої входить гідропомпа. Модулятор, розташований поряд з головним гальмівним циліндром, є окремим блоком і оснащений чотирма електроклапанами, а сама система діє в режимі так званого трифазного циклу за принципом зворотного нагнітання. Клапани задніх коліс працюють паралельно, оскільки відносяться до різних контурів.</p>  <p>Рисунок 35 – Схема триканальної ABS Bosch серії 2S</p> <p>Про роботу ABS свідчить поява вібрацій педалі гальма, що є ознакою роботи клапанів модулятора. Частота вібрацій залежить від коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою, швидкості руху, зусилля, що прикладається до педалі, а також алгоритму роботи і налаштувань ABS різних поколінь. Варто помітити, що при гальмуванні з ABS на льоду, снігу, гальмівний шлях часто виявляється більше, ніж без цієї системи, тобто при блокуванні коліс. ABS у подібних випадках через легкість блокування коліс працює неякісно - знижує тиск в контурах до мінімуму, через що ефективно уповільнити автомобіль не вдається. В той же час на слизьких покриттях протектор заблокованого колеса не гріється і не плавиться, тому коефіцієнт тертя повністю працює на</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
		<p>уповільнення автомобіля. Для використання даного ефекту за деяких умов руху ABS можна вимкнути. Правда, при цьому слід врахувати підвищення схильності автомобіля до заносів (при гальмуванні).</p> <p>При нормальному гальмуванні (перша фаза) без блокування коліс електроклапани сполучають колісні гальмівні циліндри з головним, і гальмівна система працює в звичному режимі, як без ABS.</p> <p>У разі блокування одного з коліс (друга фаза) електронний блок керування посилає електричний сигнал на відповідний електроклапан, який перекриває робочий контур, забезпечуючи підтримку постійного тиску в ньому. Якщо і в цьому режимі колесо блокується, електронний блок керування знижує тиск і гальмівне зусилля, відкривши клапан для зливу гальмівної рідини в ємність, звідки вона перекачується помпою в резервуар головного гальмівного циліндра.</p> <p>Потім слідує фаза витримки - електроклапан роз'єднує всі магістралі системи перед фазою підвищення тиску. Після цього він переводиться в первинне положення, закриває зливний отвір, тиск гальмівної рідини і гальмівне зусилля знову збільшуються.</p> <p>У сучасних моделях ABS головний гальмівний циліндр вже з'єднаний з підсилювачем і модулятором в один блок, що значно спрощує установку системи при складанні автомобілів.</p> <p>На легкових автомобілях малого класу система ABS повинна доповнюватися пристроєм затримки утворення моменту розвороту (GMA) з метою підтримки керованості під час екстреного гальмування на неоднорідному дорожньому покритті.</p> <p>Пристрій GMA затримує зростання тиску в колісному циліндрі переднього колеса з більш високим коефіцієнтом зчеплення з дорожнім покриттям.</p> <p><i>Особливості ABS вантажних автомобілів.</i> Системи ABS вантажних автомобілів виконують ту ж функцію – запобігання блокуванню коліс при гальмуванні автомобіля.</p> <p>На відміну від легкових, вантажні автомобілі мають пневматичні гальмівні системи, але функціональний опис ланцюгів керування ABS для легкових автомобілів аналогічний і для вантажних автомобілів.</p> <p>Система ABS, що використовується у вантажних автомобілях, складається з датчиків частоти обертання коліс, електронного блоку управління (ECU) і модуляторів тиску.</p> <p><i>Система індивідуального керування (IR).</i> Система IR – це система при якій встановлюється і контролюється оптимальний тиск індивідуально для кожного колеса, що дозволяє одержувати найефективніше гальмування. При гальмуванні на слизькій поверхні може утворитися високий момент розвороту щодо вертикальної осі автомобіля, створюючи труднощі при керуванні короткобазовими автомобілями. Це пов'язано з виникненням великого моменту в рульовому керуванні через велику величину плеча обкатки на вантажних автомобілях.</p> <p><i>Система низькопорогового регулювання (SL).</i> Система SL зменшує відхилення від траєкторії руху і моменти в рульовому керуванні донуля. Для цієї мети використовується один клапан управління тиском в обох колесах даної осі. У разі чистого керування SL рівень тиску визначається по колесу, яке здійснює рух на покритті з якнайменшим коефіцієнтом зчеплення.</p> <p><i>Система модифікованого індивідуального керування (IRM).</i> В системі IRM клапан модуляції тиску встановлюється на кожному колесі</p>

Продовження таблиці 1.4

1	2	3															
		<p>осі. Зменшуються моменти відведення настільки, наскільки це необхідно, і обмежується різниця гальмівного тиску між лівою і правою сторонами до допустимого рівня. Це веде до руху колеса з більш високим коефіцієнтом зчеплення, яке загальмовується менш сильно. Таке компромісне рішення приводить до трохи більшого гальмівного шляху, ніж під час індивідуального керування, проте забезпечується більш безпечне керування автомобілем.</p> <p>Всі системи ABS повинні оснащуватися контрольними лампами для водія, які спалахують після включення запалення і гаснуть через 2 с. Якщо лампи спалахують під час керування автомобілем, то це показує, що знайдена несправність. Це може означати повне відключення ABS.</p>															
ДО24	Основні несправності гальмівних систем і способи їх усунення	<p>Безпека руху автомобілів залежить від справності гальм і вмiлого користування ними.</p> <p>Справність гальмівної системи характеризується величиною гальмівного шляху, який для вантажних автомобілів із повною масою 3,5 – 12 т має бути не більшим за 18 м, а для автопоїздів на їхній базі – не більшим за 22 м.</p> <p>Під час експлуатації машин слід дотримуватись герметичності гідравлічного і пневматичного гальмівних приводів. Стоянкова гальмівна система має утримувати вантажні автомобілі та автопоїзди у спорядженому стані на ухилі до 31 %.</p> <p>У процесі експлуатації слід уникати частого і різкого гальмування, оскільки це призводить до прискореного зношування накладок гальмівних колодок і гальмівних барабанів.</p> <p>Щоденно перед початком роботи перевіряють дію гальмівної системи. Наприкінці роботи видаляють конденсат із балонів пневмосистеми, відкривши зливні крани.</p> <p>Несправності гальмівних систем (табл. 3), які усувають під час технічного обслуговування автомобілів, спричинюють неповне, неоднорідне гальмування або неможливість розгальмування.</p> <p>Таблиця 3-Несправності гальмівних систем</p> <table border="1" data-bbox="564 1335 1449 2040"> <thead> <tr> <th data-bbox="564 1335 756 1397">Ознака несправності</th> <th data-bbox="756 1335 1070 1397">Причина несправності</th> <th data-bbox="1070 1335 1449 1397">Спосіб усунення</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="564 1397 1449 1429" style="text-align: center;">Неповне гальмування коліс (за натисненої педалі):</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1429 756 1868">Автомобіль повільно знижує швидкість або рухається без сповільнення</td> <td data-bbox="756 1429 1070 1868">Негерметичність гідро- або пневмоприводу гальм; Потрапляння повітря в систему гідроприводу; Порушення регулювання гальмівних механізмів; Заоливлення гальмових колодок і барабанів;  Зношені накладки і барабани.</td> <td data-bbox="1070 1429 1449 1868">Виявити витікання гальмівної рідини або повітря в системі й усунути його; Видалити повітря із системи;  Відрегулювати гальмівні механізми;  Замінити несправний сальник; Промити колодки і барабани бензином; Зачистити сталеву щіткою фрикційні накладки колодок; Замінити накладки колодок і барабан.</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="564 1868 1449 1899" style="text-align: center;">Неповне розгальмування:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1899 756 2040">Автомобіль повільно набирає швидкість, гальмівні</td> <td data-bbox="756 1899 1070 2040">Несправний гальмівний кран пневмоприводу; Відсутній вільний хід педалі; Засмічення отворів у</td> <td data-bbox="1070 1899 1449 2040">Замінити гальмівний кран;  Відрегулювати вільний хід;  Прочистити отвори мідним</td> </tr> </tbody> </table>	Ознака несправності	Причина несправності	Спосіб усунення	Неповне гальмування коліс (за натисненої педалі):			Автомобіль повільно знижує швидкість або рухається без сповільнення	Негерметичність гідро- або пневмоприводу гальм; Потрапляння повітря в систему гідроприводу; Порушення регулювання гальмівних механізмів; Заоливлення гальмових колодок і барабанів;  Зношені накладки і барабани.	Виявити витікання гальмівної рідини або повітря в системі й усунути його; Видалити повітря із системи;  Відрегулювати гальмівні механізми;  Замінити несправний сальник; Промити колодки і барабани бензином; Зачистити сталеву щіткою фрикційні накладки колодок; Замінити накладки колодок і барабан.	Неповне розгальмування:			Автомобіль повільно набирає швидкість, гальмівні	Несправний гальмівний кран пневмоприводу; Відсутній вільний хід педалі; Засмічення отворів у	Замінити гальмівний кран;  Відрегулювати вільний хід;  Прочистити отвори мідним
Ознака несправності	Причина несправності	Спосіб усунення															
Неповне гальмування коліс (за натисненої педалі):																	
Автомобіль повільно знижує швидкість або рухається без сповільнення	Негерметичність гідро- або пневмоприводу гальм; Потрапляння повітря в систему гідроприводу; Порушення регулювання гальмівних механізмів; Заоливлення гальмових колодок і барабанів;  Зношені накладки і барабани.	Виявити витікання гальмівної рідини або повітря в системі й усунути його; Видалити повітря із системи;  Відрегулювати гальмівні механізми;  Замінити несправний сальник; Промити колодки і барабани бензином; Зачистити сталеву щіткою фрикційні накладки колодок; Замінити накладки колодок і барабан.															
Неповне розгальмування:																	
Автомобіль повільно набирає швидкість, гальмівні	Несправний гальмівний кран пневмоприводу; Відсутній вільний хід педалі; Засмічення отворів у	Замінити гальмівний кран;  Відрегулювати вільний хід;  Прочистити отвори мідним															

Продовження таблиці 1.4

1	2	3		
		<p>барабани сильно нагріваються</p>	<p>головному гальмівному циліндрі гідроприводу гальм; Поламани стяжні пружини колодок або обірвані накладки гальмівних колодок; Заклинювання поршнів у гідросистемі приводу гальм; У вихідному положенні поршня головного гальмівного циліндра не відкривається перепускний отвір.</p>	<p>дротом;  Замінити зламані деталі;  Замінити колісні гальмівні циліндри;  Прочистити перепускний отвір; відрегулювати вільний хід педалі.</p>
Неоднакова дія гальм:				
		<p>Занос автомобіля під час гальмування</p>	<p>Порушення регулювання гальмових механізмів і їхнього приводу; Засмічення трубопроводів і шлангів; Потрапляння повітря в гідравлічний привід гальм.</p>	<p>Відрегулювати гальмівні механізми та їх привід;  Продути трубопроводи і шланги стисненим повітрям; Видалити повітря з приводу.</p>
Відсутній чи недостатній тиск повітря в пневмоприводі:				
		<p>Світяться лампи першого і другого контурів, манометр не показує тиску.</p>	<p>Витікання повітря з пневмосистеми; Клапани компресора нещільно прилягають до своїх гнізд; Зависли плунжери розвантажувального пристрою компресора.</p>	<p>Виявити й усунути витікання повітря; Притерти клапани;  Промити деталі розвантажувального пристрою.</p>

#### 1.4 Побудова структурно-сислової моделі основного тексту посібника

Важливим питанням при розробці навчального посібника є визначення оптимальної логічної послідовності розміщення навчального матеріалу. З цією метою проведемо структурування змісту основного тексту навчального посібника та побудуємо структурно-сислову модель навчального матеріалу. Структурно-сислову модель навчального матеріалу теми «Механізми керування автомобілем» будемо на основі графоаналітичного методу структурування [22]. Побудова даної моделі складається з наступних етапів:

##### 1 Формування множини понять теми

Множина понять теми «Механізми керування автомобілем» включає 24 дидактичні одиниці

## 2. Побудова схеми взаємозв'язків між поняттями

Схема взаємозв'язків між поняттями теми «Механізми керування автомобілем» показана на рисунку 1.1.

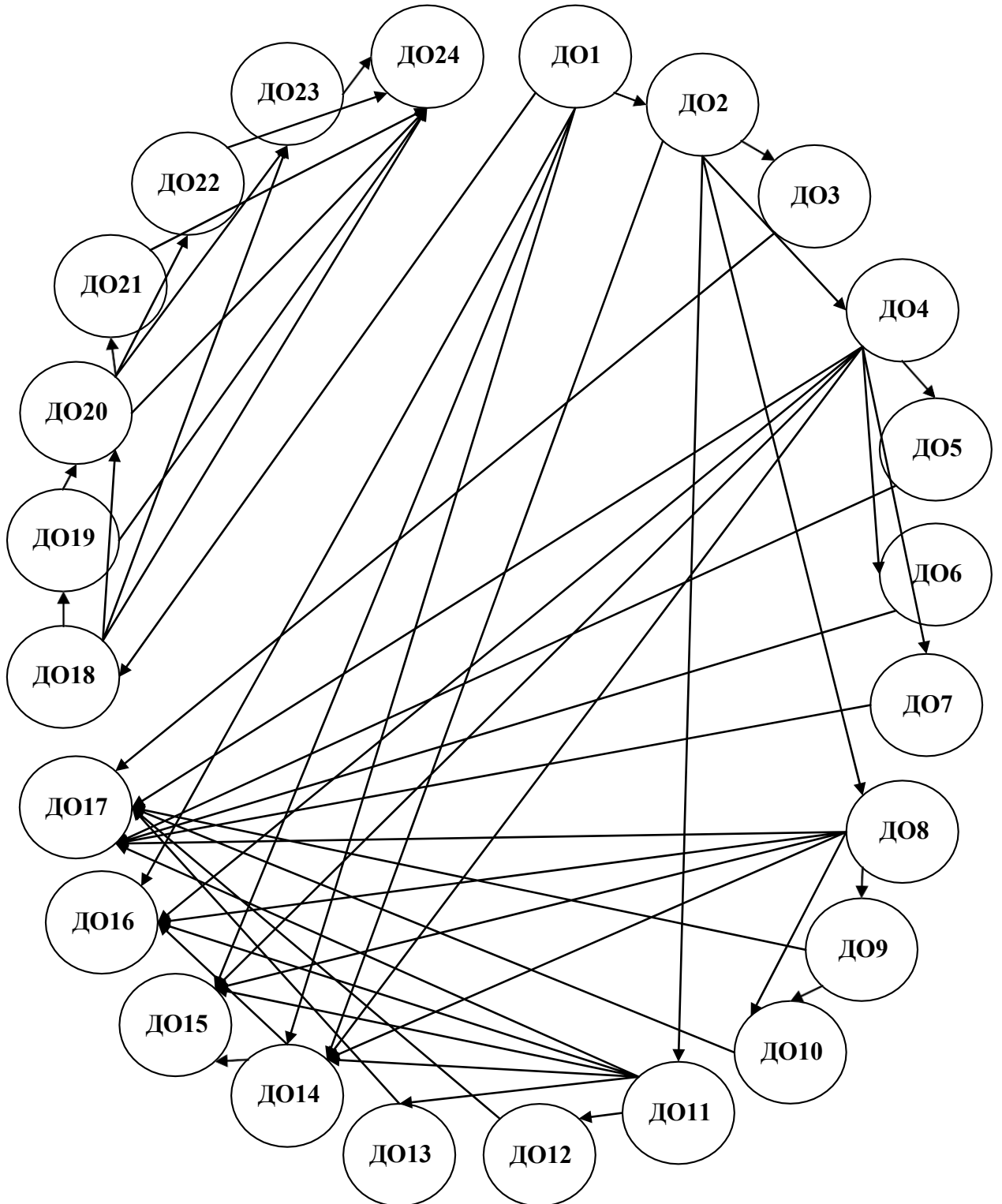


Рисунок 1.1 – Граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями

На наступному етапі проводимо аналіз графу з метою виявлення автономних вершин, тобто дидактичних одиниць навчального матеріалу які не мають ні вхідних, ні вихідних зв'язків, і замкнених контурів, тобто дидактичних одиниць, які взаємно впливають одна на одну. В нашому випадку ні «автономних вершин», ні «замкнених контурів» на графі не виявлено, тому переходимо до побудови матриці зв'язків між основними дидактичними одиницями (таблиця 1.5.). Розмірність матриці у нашому випадку 24x24 елементів.

Таблиця 1.5 – Матриця зв'язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

ДО	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	W <sub>b</sub>
1		1												1	1	1	1	1							6
2			1	1				1			1			1	1	1	1								8
3																	1								1
4					1	1	1							1	1	1	1								7
5																	1								1
6																	1								1
7																	1								1
8									1	1				1	1	1	1								6
9										1							1								2
10																	1								1
11												1	1	1	1	1	1								6
12																	1								1
13																	1								1
14															1	1	1								3
15																	1								1
16																	1								1
17																									0
18																			1	1			1	1	4
19																				1				1	2
20																					1	1	1	1	4
21																								1	1
22																								1	1
23																								1	1
24																									0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
W <sub>a0</sub>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	5	6	6	16	1	1	2	1	1	2	6	Шар 0
W <sub>a1</sub>		0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	5	5	15	0	1	2	1	1	2	6	Шар 1
W <sub>a2</sub>			0	0	1	1	1	0	1	2	0	1	1	3	4	4	14		0	1	1	1	1	5	Шар 2
W <sub>a3</sub>					0	0	0		0	1		0	0	0	1	1	10			0	1	1	1	4	Шар 3
W <sub>a4</sub>										0					0	0	3					0	0	3	Шар 4
W <sub>a5</sub>																	0							0	Шар 5
W <sub>a6</sub>																									Шар 6

Заповнення клітин матриці виконується наступним чином: якщо для вивчення дидактичної одиниці ДО2 необхідно знання дидактичної одиниці ДО1, то на перетині першого рядка і другого стовпця ставиться одиниця. Далі потрібно підсумувати окремо кожен рядок матриці і отримане число дописати в стовпець праворуч та підсумувати окремо кожен стовпець матриці і отримане число дописати в рядок знизу. Ці суми в стовпці і рядку показують кількість вихідних і вхідних зв'язків для кожної вершини графа, а самі отримані рядки і стовпці утворюють вектори  $W_a$  (вектор-рядок) і  $W_b$  (вектор-стовпець), розмірність яких дорівнює кількості рядків або кількості стовпців матриці взаємозв'язків.

Далі розкладаємо вектор  $W_a$  на шари. Кожен з шарів утворює вектор. Позначимо ці вектори через  $V(z)$ , де  $z$  – номер шару ( $z \geq 0$ ). Розмірність цих векторів (кількість елементів кожного шару) визначається в процесі розкладання вектора  $W_a$  на шари.

В якості нульового шару береться вектор  $V(0) = (ДО1)$ . Елементами вектора є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектора  $W_{a0}$ . Перший шар будується згідно з формулою:

$$W_{a1} = W_{a0} - W_{b1} \quad (1.1)$$

де  $W_{a1}$  - допоміжний вектор для побудови першого шару,  $W_{b1}$  - вектор, рівний 1-му рядку матриці взаємозв'язків (номери рядків матриці відповідають номерам нульових елементів вектора  $W_a$ ).

Таким чином,  $V(1) = (ДО2, ДО18)$ . Елементами вектора є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектора  $W_{a1}$ .

Для побудови наступних шарів використовується формули, аналогічні :

$$W_{a2} = W_{a1} - W_{b2} - W_{b18};$$

$$W_{a3} = W_{a2} - W_{b3} - W_{b4} - W_{b8} - W_{b11} - W_{b19};$$

$$W_{a4} = W_{a3} - W_{b5} - W_{b6} - W_{b7} - W_{b9} - W_{b12} - W_{b13} - W_{b14} - W_{b20};$$

$$W_{a5} = W_{a4} - W_{b10} - W_{b15} - W_{b16} - W_{b21} - W_{b22} - W_{b23};$$

Виконавши таким чином роботу, ми змогли розбити всю множину дидактичних одиниць навчального матеріалу на 8 шарів:

Шар 0:  $V(0) = (ДО1)$ ;

Шар 1:  $V(1) = (ДО2, ДО18)$ ;

Шар 2:  $V(2) = (ДО3, ДО4, ДО8, ДО11, ДО19)$ ;

Шар 3:  $V(3) = (ДО5, ДО6, ДО7, ДО9, ДО12, ДО13, ДО14, ДО20)$ ;

Шар 4:  $V(4) = (ДО10, ДО15, ДО16, ДО21, ДО22, ДО23)$ ;

Шар 5:  $V(5) = (ДО17, ДО24)$

На базі отриманого результату будуємо структурно-сміслову модель навчального матеріалу посібника «Механізми керування автомобілем» в шарово-паралельній формі (рисунок 2.2).

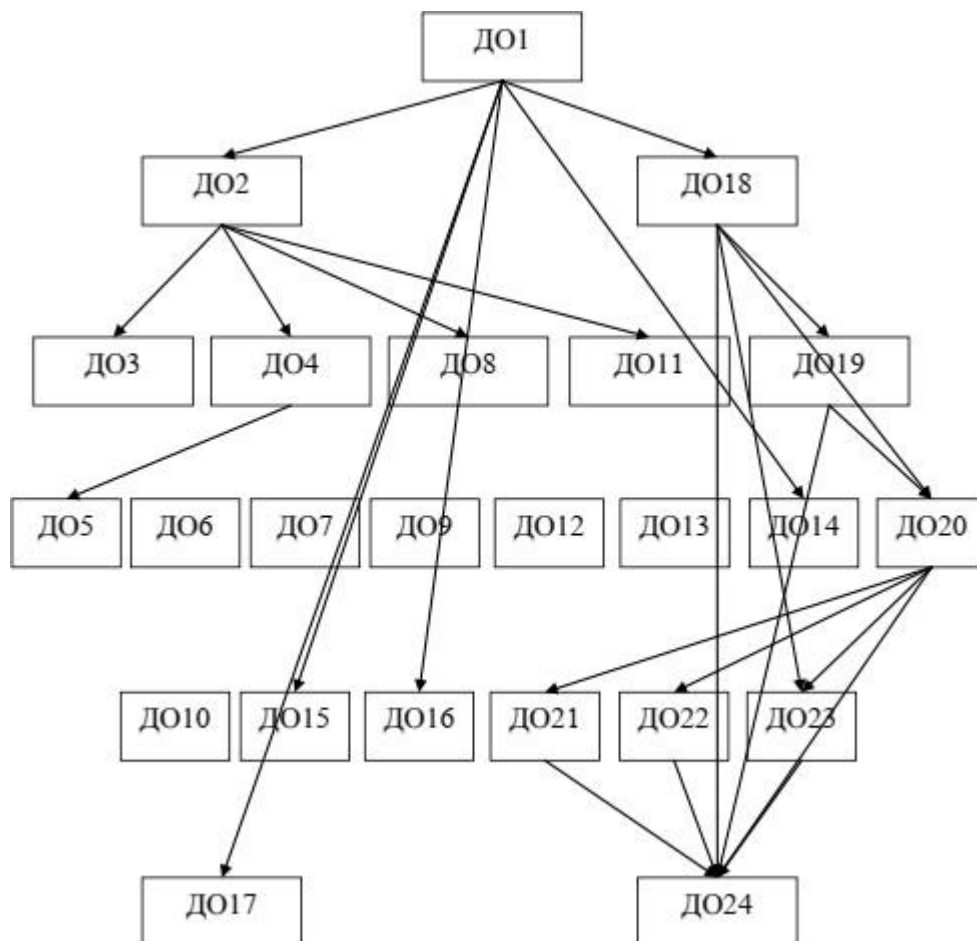


Рисунок 2.2 – Структурно-смістова модель навчального матеріалу посібника «Механізми керування автомобілем»

Аналіз моделі дозволяє отримати оптимальну послідовність викладу навчального матеріалу (рисунок 2.3).

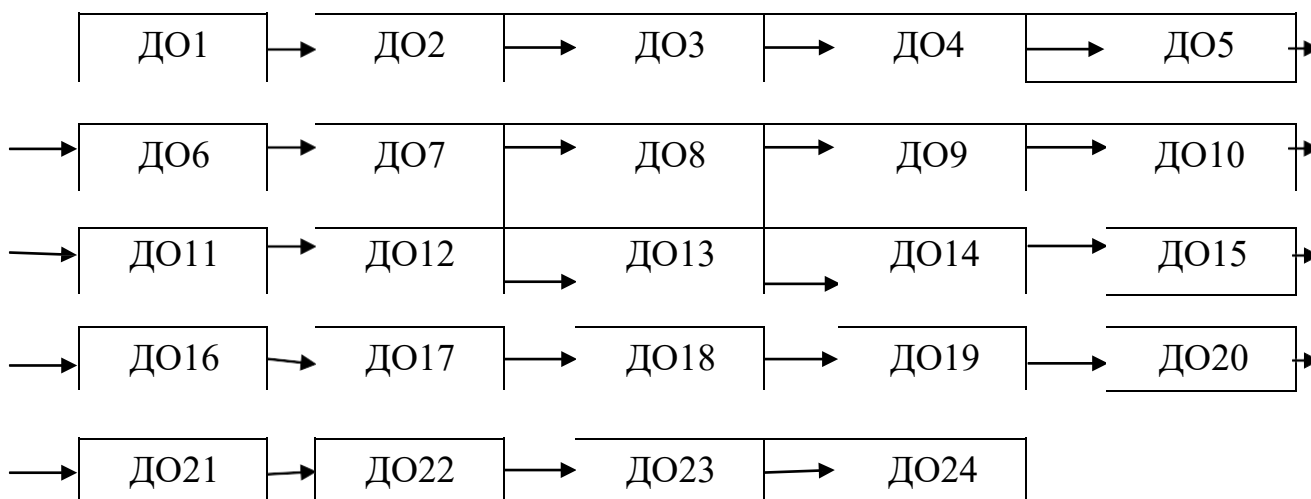


Рисунок 2.3 – Логічний ланцюжок оптимального викладу змісту теми «Механізми керування автомобілем»

Як видно з рисунку вона не відрізняється від прийнятої на початку проектування. Згідно структурно-логічної моделі зміст теми можна розділити на 2 розділи: рульове керування (ДО1 – ДО17) і гальмівна система (ДО18-ДО24).

#### Висновки до першого розділу

В першому розділі визначено результати навчання з теми «Механізми керування автомобілем», скомпоновано інформаційне поле навчального матеріалу, визначено дидактичні одиниці основного тексту посібника, побудовано структурно-смыслову модель навчального матеріалу та встановлено логічну послідовність викладу основного тексту посібника.

## 2. Розробка елементів методичного апарату навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

### 2.1 Вимоги та структура навчального посібника

Типологічна модель системи навчальних видань для закладів освіти має у своєму складі чотири групи видань, які диференційовані за функціональною ознакою, що визначає їх значення та місце в навчальному процесі. Цими виданнями є [21]:

1) Програмно-методичні, які визначають мету й завдання, структуру, зміст дисциплін, обсяг матеріалу по окремих питаннях, послідовність їхнього розгляду. До програмно-методичних видань належать навчальні плани й навчальні програми.

2) Навчальні – це підручники, навчальні посібники, конспекти лекцій, курси лекцій, тощо. Матеріал поданий таким чином, щоб той, хто навчається, мав можливість самостійно засвоювати текст видання.

3) Навчально-методичні – це методичні вказівки, методичні рекомендації, що містять матеріали з методики викладання навчальної дисципліни, виконання контрольних робіт, курсових і дипломних проектів у вузах, по організації самостійної роботи студентів.

4) Допоміжні видання – це практикуми, хрестоматії, збірники завдань та вправ, книги для читання, словники, атласи, енциклопедії, тощо.

Композиція й апарат навчального видання, які визначають його структуру, є важливими засобами реалізації навчальних завдань і забезпечують технологію оволодіння дисципліною. В основу розробки структури навчального видання закладені інформаційні, дидактичні та педагогічні зачатки, що відображають специфіку навчального процесу – його завдання, мету, основні напрямки оволодіння дисципліною, впливу на особистість студента.

Система знань навчального видання реалізується його інформаційною основою, й спрямована на оволодіння дисципліною. Структура видання, як інформаційна система, має відобразити логіку предметної галузі дисципліни, забезпечуючи повноту подання навчальної інформації.

Дана структура реалізується, насамперед, у композиції (структурі) змісту навчальної літератури, причому в основі побудови цього змісту лежить навчальна програма. Теми навчальної дисципліни та її дидактичні одиниці є основою предметної галузі навчального видання та структурують виклад матеріалу.

Дидактична система навчального видання процесуальна, забезпечує технологію й динаміку оволодіння навчальним матеріалом. Структура дидактичної системи підпорядкована цілям і завданням навчання, визначає маршрути освоєння матеріалу по даному виданню, розширює можливості розвитку студента. У цьому випадку потрібно враховувати закономірності пізнавальної діяльності студента, на які впливають: вік; ступінь оволодіння матеріалом; психіко-дидактичні особливості сприйняття інформації.

Педагогічна система підручника спрямована на формування особистості того, кого навчають, та разом із системою знань бере участь у становленні інформаційної культури особистості в якості її інформаційної, етичної, естетичної основи. Структура педагогічної системи наукового видання поєднує та ранжує всі елементи навчального видання в гуманітарному руслі, забезпечуючи реалізацію виховних функцій освіти.

Навчальні видання розглядаються як основні засоби навчання, як головне джерело науково-дисциплінарних знань. Підручник є основною навчальною книгою по дисципліні. У ньому мають бути відображені базові знання навчальної дисципліни, які визначені Стандартами вищої освіти за спеціальностями.

Навчальний посібник випускається, як додаток до підручника. Посібник може охоплювати не всю навчальну дисципліну, а лише один, або декілька розділів навчальної програми. Вміст навчального посібника в

більшій мірі, аніж зміст підручника, відбиває актуальні проблеми й тенденції розвитку галузі.

Навчальний посібник – видання, яке частково чи повністю замінює або доповнює підручник, офіційно затверджений. Він затверджується Міністерством освіти і науки України, як нормативне видання з відповідним грифом.

У навчальні посібники дозволено впроваджувати спірні проблеми, демонструючи різні точки зору щодо проблеми. Читацька аудиторія посібника вужча, ніж читацька аудиторія підручника. Навчальні посібники призначені для розширення, поглиблення й кращого засвоєння знань, передбачених навчальними програмами й поданими у підручнику.

При розробці композиції навчального посібника необхідно враховувати:

- мету й завдання дисципліни, що вивчається;
- структуру навчальної програми дисципліни;
- специфіку предметної області дисципліни;
- особливості освітніх технологій, які використовуються у навчальному процесі;
- функціональні можливості всіх складових навчального видання: основної, додаткової і пояснювальної частин тексту, структурних елементів видання;
- зв'язки між дисциплінами та внутрішні зв'язки у дисципліні;
- закономірності пізнавальної діяльності студентів;
- рівень підготовки студентів з даної галузі;
- формування компетенції студентів.

Навчальний посібник будується за такою структурою:

- зміст (перелік розділів);
- вступ (або передмова);
- основна частина;
- висновки;

- інструктивні матеріали (пам'ятки, зразки розв'язування завдань, прикладів);
- питання, тести для самоконтролю;
- обов'язкові та додаткові задачі, приклади;
- довідково-інформаційні дані для розв'язання задач (таблиці, схеми, тощо);
- апарат для орієнтації в матеріалах, книги (предметні, іменні покажчики).

Структура вступу характеризується аспектами, які становлять текст основної частини посібника та орієнтовані на предмет, і читацьку аудиторію навчального видання.

Вступ може мати у своєму складі два блоки інформації:

*характеристику дисципліни або її розділу:*

- історичні відомості;
- оцінка сучасного стану;
- тенденції й перспективи розвитку;

*характеристику поданого підручника або його розділу:*

- логіку побудови;
- особливості складу;
- можливості оволодіння дисципліною самостійно, тощо.

Основний текст має відповідати ряду вимог:

1) Теоретико-пізнавальна й інструментально-практична інформація має відповідати сучасному рівню науки й не суперечити сформованій практиці.

2) Викладення тексту має бути чітким, ясним, компактним, розкривати найважливіші аспекти дисципліни (підручника), пояснюватися автором. Між законами й класифікаціями, які є в тексті посібника, має простежуватися чіткий зв'язок.

3) Відомості, дані, факти основного тексту мають бути авторитетні, відповідати загальноприйнятим нормам.

4) Формулювання, які є у тексті, мають бути однозначні, несуперечливі, відповідати можливостям сприйняття певної категорії тих, хто навчається.

Висновок, яким завершують виклад навчального посібника, може мати методичний характер. Його мета – допомогти тим, хто навчається, підсумувати отримані знання, підвести риску під пройденим матеріалом, узагальнити його, зробити акцент на головному. Можливо ввести у висновок міркування про місце дисципліни в системі знань, про можливості більш глибокого оволодіння текстом. Разом з тим потрібно враховувати, що висновок надає особливу якість системі знань посібника – якості завершеності.

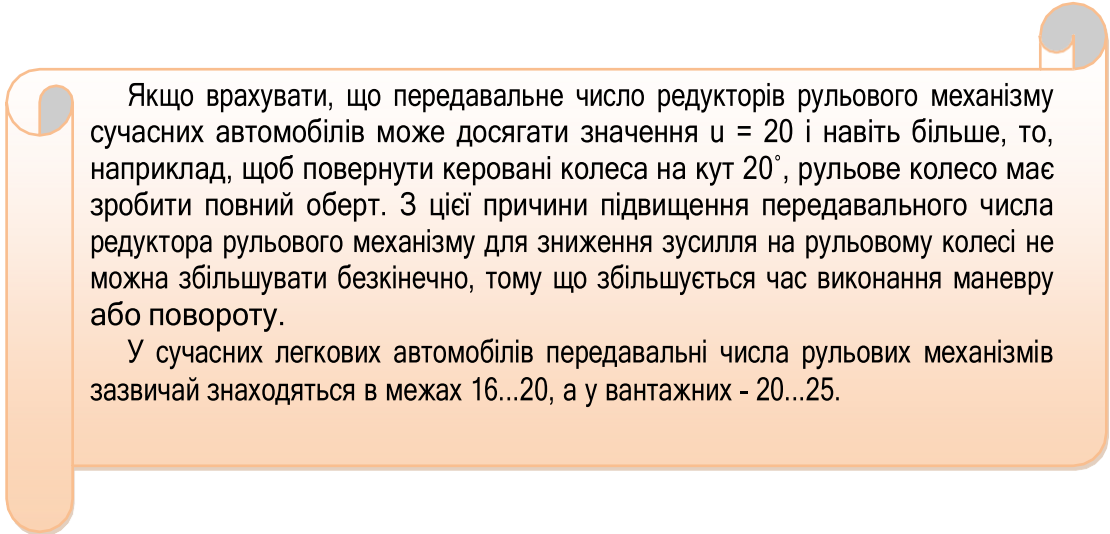
## 2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника

Поділ навчального матеріалу на частини має підпорядковуватися законам оволодіння інформацією – обсяг кожної частини має співвідноситися з можливостями засвоєння та запам'ятовування матеріалу у відносно короткий проміжок часу. При цьому, кожний відносно закінчений проблемно-тематичний розділ, має забезпечувати певний ступінь пізнання дисципліни. Крім цього, поділ тексту на частини підпорядкований єдиному логічному принципу, який простежується у співпідпорядкованості розділів. Кожна частина тексту має назву, яка відображає його зміст та яка посилює можливості щодо запам'ятовування викладених знань.

Різнорозмірні фрагменти тексту мають неоднакові значення з точки зору загальної концепції дисципліни. Тому текст навчального посібника ділять на основний, пояснювальний та додатковий, які відділяються один від одного розмірами шрифтів та розміщенням на полотні сторінки.

Пояснювальний текст, як правило, має розміщуватися на сторінці, де розміщений основний текст. Він містить популяризаційну інформацію, приклади використання або новітні впровадження, історичні довідки, тощо.

У навчальному посібнику на тему «Механізми керування автомобілем», по тексту викладення, вставленні визначення та поняття, які дозволяють швидше зрозуміти зміст знань, вміщених у тексті. Приклад пояснювального тексту посібника показано на рисунку 2.1.



Якщо врахувати, що передавальне число редукторів рульового механізму сучасних автомобілів може досягати значення  $u = 20$  і навіть більше, то, наприклад, щоб повернути керовані колеса на кут  $20^\circ$ , рульове колесо має зробити повний оберт. З цієї причини підвищення передавального числа редуктора рульового механізму для зниження зусилля на рульовому колесі не можна збільшувати безкінечно, тому що збільшується час виконання маневру або повороту.

У сучасних легкових автомобілів передавальні числа рульових механізмів зазвичай знаходяться в межах 16...20, а у вантажних - 20...25.

Рисунок 2.1 – Приклад пояснювального тексту

Окремою частиною навчального тексту посібника є додаткові тексти. Як додаткові тексти у навчальному посібнику «Механізми керування автомобілем» використовуються довідкові матеріали, які підтверджують окремі положення основного тексту. (рисунок 2.2).

Отже, використання пояснювального та додаткового текстів, як додатково-супровідного апарату для основного тексту навчального посібника, суттєво доповнює та пояснює важливі аспекти знань, а при відсутності цього апарату знання можуть втратити важливу інформативність, що в свою чергу, призведе до суттєвого зниження навчальної цінності основного тексту.



Сьогодні механізм рульової рейки зустрічається на багатьох сучасних передньопривідних легкових автомобілях. Багато хто вважає, що рульова рейка - сучасний агрегат, але це не так. Перші автомобілі кінця 19 століття були оснащені саме такою конструкцією. Спочатку вона називалася "шестерня-рейка". На початку XX століття рейку ставили на окремих моделях автомобілів BMW.

Але потім пішла тенденція на використання більш складних механізмів, як наприклад, редуктор. І про рульову рейку забули. Забуття частково пояснюється тим, що автоконструктори хотіли піти від слабких місць рейки: занадто добре вона передавала удари від коліс на кермо, зношувалася швидко, її не можна було використовувати на поганій і складній дорозі. До того ж, вона погано поєднувалася з ресорами, балками і т.д. Плюс, обертати кермо без підсилювача було не кожному водієві до снаги.

Рульова рейка на десятиліття отримала звання архаїчного агрегату. Згадали про неї в 1948 році, коли американський інженер Ерл Макферсон (на той момент він працював в компанії Ford) презентував свою підвіску. І автовиробники повально перейшли на передній привід з підвіскою McPherson.

Це з'єднання рейкового механізму і підвіски McPherson виявилось настільки вдалим, що з тих пір і до наших днів в більшості легкових автомобілів колеса управляються за допомогою рейкової передачі.

## Рисунок 2.2 – Приклад додаткового тексту

### 2.3 Розробка апарату навчального посібника

Апарат навчального посібника дозволяє зробити лінійне сприйняття змісту навчального матеріалу багат шаровим, об'ємним. Крім того, апарат може забезпечувати тісніші зв'язки між розділами навчального посібнику.

Теорія навчального видання виділяє три основних складових апарату: апарату організації засвоєння матеріалу, апарату орієнтування та безпосередньо самого апарату видання, за допомогою якого здійснюється кінцева обробка навчального матеріалу.

Апарат організації засвоєння матеріалу (методичний апарат) – найважливіша складова апарату навчального видання, а також дидактичної системи. Апарат складається з питань, вправ, завдань.

Основним завданням складової апарату є забезпечення додаткового опрацювання матеріалу, формування в студента прагнення самостійно контролювати себе, проявляти можливості в застосуванні теоретичних знань на практиці й самостійно приймати рішення. При підготовці такого апарату необхідно знати можливості читача. Редактор навчального посібнику має володіти різноманітними техніками складання апарату засвоєння знань, чітко виділяючи, де необхідно ввести звичайні питання для самоконтролю (закріплення матеріалу, повторення найважливіших частин параграфу), а де застосувати завдання для творчої роботи. Такі різновиди визначаються метою складання даного апарату.

Оптимальним застосуванням творчих навичок в розробці методичного апарату є впровадження завдань, які вирізняються різноманітністю роботи, пов'язані з розділами, до яких відносяться, а також з предметом дисципліни взагалі, при чому в окремих випадках вони за змістом ширші конкретного розділу, що вимагає від студента використання додаткового матеріалу з конкретної дисципліни.

В свою чергу, формування компетенції полягає у досягненні визначених цілей навчального процесу:

- навчання різним засобам діяльності та прийомам вирішення проблем;
- розвиток уміння працювати в колективі;
- оволодіння навичками роботи з навчальним матеріалом;
- формування комунікативних навичок;
- розвиток навичок створення нового навчального матеріалу;
- засвоєння методів дослідницької роботи, практичної діяльності.

Ці положення можуть слугувати орієнтирами при розробці додаткових та пояснювальних матеріалів, різноманітних елементів апарату.

Одним із можливих напрямків підвищення ефективності апарату навчального посібнику, який забезпечить збільшення інтенсивності засвоєння матеріалу, а отже й активізацію формування визначених

компетентностей, можливо запропонувати комплексну підготовку апарату організації засвоєння матеріалу та апарату орієнтування. При цьому визначальними при створення всіх елементів апарату має бути мета та цілі навчання. Ефективність, при засвоєнні навчальної дисципліни, полягає у формуванні у студента системи знань, що забезпечується повнотою елементів апарату організації засвоєння матеріалу.

Завданням апарату орієнтування є допомога найбільш повно оволодіти навчальним матеріалом конкретного видання та ефективніше його використовувати, забезпечити інтерес у студентів до дисципліни.

Елементами апарату орієнтування є:

скорочення та умовні позначки;

передмова;

короткі доповнення, пояснення, уточнення до основного тексту;

примітки;

сигнали-символи;

словники

колонтигули;

рубрикації;

вказівники;

висновки;

бібліографічні матеріали.

Розглядаючи передмову, потрібно оцінити повноту навчального матеріалу в цілому, роль навчального видання при оволодінні певним об'ємом інформації. Необхідно оцінити методичні аспекти передмови, опираючись на принципи вивчення дисципліни.

В передмові до навчального посібника на тему «Механізми керування автомобілем» розкрита логіка вивчення дисципліни «Автомобілі», виділені її основні аспекти, сутність та напрямки розвитку як науки.

Важливими складовими апарату щодо кінцевої обробки навчального посібника є анотація та зміст.

Анотація – це коротка характеристика видання з точки зору викладеного матеріалу, цільового призначення, читацької адреси. Інформація, яка викладена в ній, має характер рекомендацій. Крім цього, в навчальному виданні для вузів важливо точно вказати спеціальності або напрямки підготовки студентів.

Функції посібника «Механізми керування автомобілем» реалізуються через його структуру. Під структурою посібника у дидактиці прийнято розуміти сукупність його елементів та характер їх взаємодії при проектуванні навчального процесу [21].

Структуру посібника відображає його зміст – перелік заголовків рубрик у книзі. Зміст посібника «Механізми керування автомобілем» подано на рисунку 2.3.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
<b>РОЗДІЛ 1. РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ</b>	
§ 1 Рульове керування автомобіля.....	5
§ 2 Рульове колесо, рульова колонка та вали.....	13
§ 3 Рульові механізми автомобіля.....	18
§ 4 Рульові приводи.....	31
§ 5 Підсилювачі рульового керування.....	39
§ 6 Сучасні системи рульового керування.....	55
§ 7 Технічне обслуговування рульового керування.....	65
<b>РОЗДІЛ 2. ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА АВТОМОБІЛЯ.....</b>	<b>70</b>
§ 8 Призначення, класифікація та вимоги до гальмівних систем.....	70
§ 9 Гальмівні механізми.....	72
§ 10 Приводи гальм.....	80
§ 11. Антиблокувальні системи гальм.....	97
§ 12 Основні несправності гальмівних систем і способи їх усунення.....	108
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>112</b>

Рисунок 2.3 – Зміст посібника «Механізми керування автомобілем»

Зміст даного посібника розпочинається з передмови, у якій коротко описано про що йдеться власне в посібнику і чим він здатний допомогти читачу, який освоїть теоретичний матеріал посібника. Фрагмент передмови посібника «Механізми керування автомобілем» подано на рисунку 2.4.

## ПЕРЕДМОВА

До систем керування автомобілем відносять рульове керування та гальмівну систему. Від того, на якому рівні знаходиться технічний стан цих систем, наскільки вони надійні, а також від умілого і правильного користування ними водієм залежать ефективність маневру, керованість автомобіля, і нарешті, безпека маневруючого автомобіля й інших учасників дорожнього руху.

Даний навчальний посібник ознайомить Вас з конструкцією системи рульового керування автомобіля, його основними несправностями та технічним обслуговуванням.

Рисунок 2.4 – Фрагмент вступу посібника «Механізми керування автомобілем»

Основний текст посібника виконаний шрифтом Times New Roman (11 пунктів, звичайним). З метою привернення уваги читача, основні поняття виділяються жирним шрифтом.

Має місце також використання кольорових ліній під час виділення довідкового та пояснювального тексту

Основний текст підручника (навчального посібника) – це дидактично та методично оброблений і систематизований автором навчальний матеріал.

Викладання матеріалу в навчальній книзі повинно відрізнятися об'єктивністю, науковістю та чіткою логічною послідовністю. Композиція підручника, подання термінів, прийоми введення до тексту нових понять, використання засобів наочності повинні бути направлені на те, щоб передати

студентові певну інформацію, навчити його самостійно користуватися книгою, захопити його, викликати інтерес до предмета, що вивчається.

Питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань) у навчальній книзі дозволяють забезпечити більш ефективно опрацювання студентом навчального матеріалу у процесі самостійної роботи. Такі контрольні питання та завдання, що розміщуються наприкінці кожної структурної частини книги (глави, параграфа), мають сприяти формуванню практичних прийомів і навичок логічного мислення.

Приклад завдань для самоконтролю посібника «Механізми керування автомобілем» показано на рисунку 2.5.

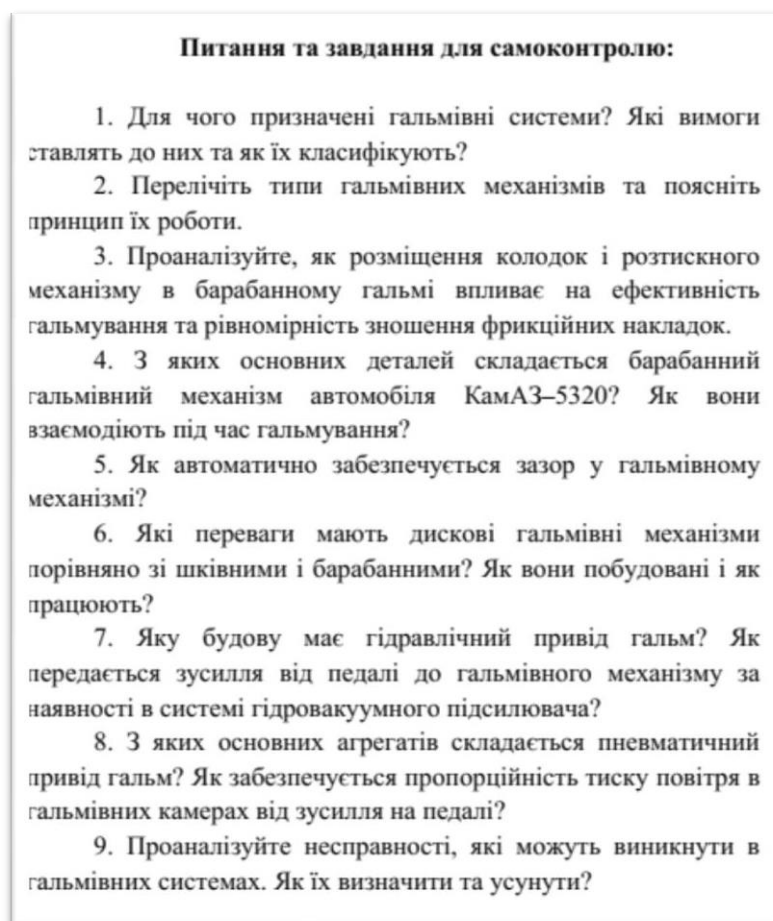
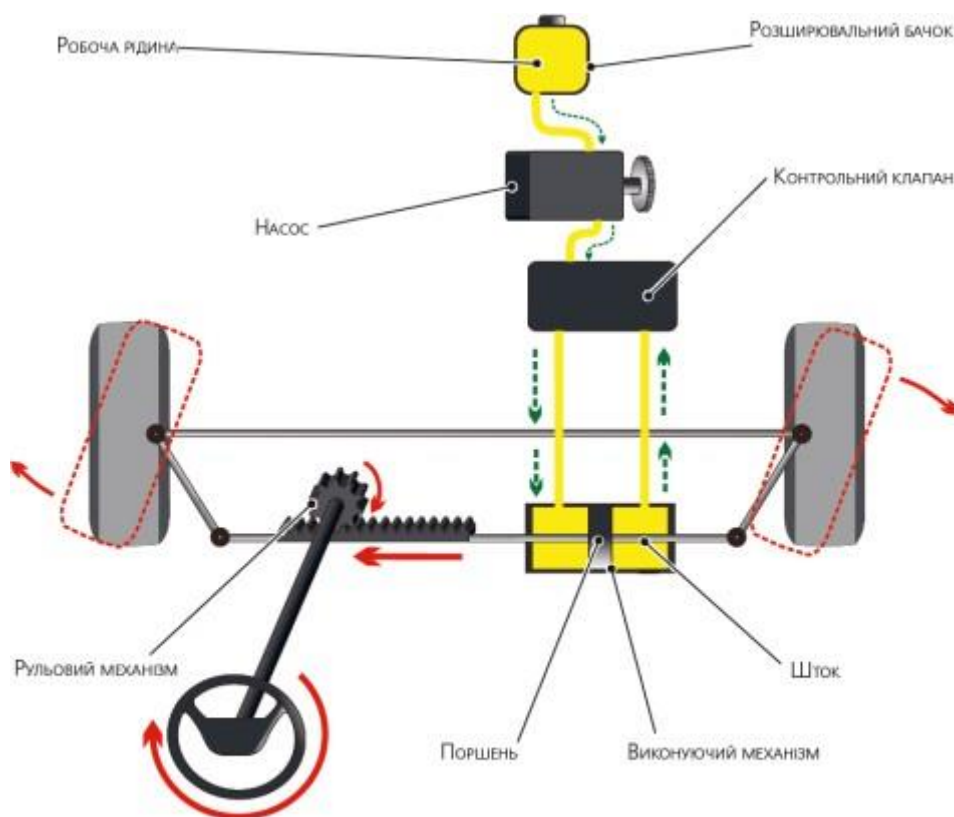


Рисунок 2.5 – Зразок завдань для самоконтролю

Вибір виду ілюстрацій залежить від мети, яку ставить перед собою автор.

Приклад ілюстрованого фрагменту посібника «Механізми керування автомобілем» показано на рисунку 2.6.



**Рисунок 18 - Принципова схема системи гідравлічного підсилювача рульового керування**

**Рисунок 2.6 – Зразок ілюстрації до посібника «Механізми керування автомобілем»**

У підручниках (навчальних посібниках) мають бути приведені джерела, з яких отримано фактичний матеріал, що вказуються у відповідних посиланнях та у бібліографічному списку.

У підручниках (посібниках) необхідно використовувати лише дані, допущені до опублікування у відкритому друці.

У розділі “Література” підручника (посібника) необхідно вказати основну використану та рекомендовану літературу для поглибленого вивчення курсу.

Основними елементами бібліографічного опису є прізвище автора, назва твору, місце випуску, назва видавництва, рік випуску, кількість сторінок. Бібліографічні посилання необхідно давати на останнє видання

даного твору або зібрання творів. Приклад оформлення бібліографічного опису посібника «Механізми керування автомобілем» показано на рисунку 2.7.

**Література:**

1. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник./ Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
2. Устройство автомобилей [Електронний ресурс] – URL: [http://k-a-t.ru/PM.01\\_mdk.01.01/1/index.shtml](http://k-a-t.ru/PM.01_mdk.01.01/1/index.shtml)
3. Ходова частина та механізми керування тракторів і автомобілів: [Електронний ресурс] – URL: [http://192.162.132.48:555/elektr%20pidr/mehanizacia/T%20i%20A%202/6/6\\_4.htm](http://192.162.132.48:555/elektr%20pidr/mehanizacia/T%20i%20A%202/6/6_4.htm)
4. Як працює abs? [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/8165810/page:10/>

Рисунок 2.7 – Фрагмент бібліографічного списку навчального посібника «Механізми керування автомобілем»

#### Висновки до другого розділу

В третьому розділі визначено основні складові апарату посібника: апарат орієнтування (вступ, пояснення у вигляді основного та додаткового текстів); апарат організації засвоєння матеріалу (запитання, завдання для самоконтролю); апарат обробки видання в цілому (зміст, бібліографія).

## Висновки

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено проєкт навчального посібника на тему «Механізми керування автомобілем» для учнів та студентів закладів фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти.

В першому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено проєктування змісту основного тексту навчального посібника «Механізми керування автомобілем».

Для проєктування змісту посібника нами було проаналізовано робочу програму з дисципліни «Технології (Автомобілі)» і виявлено результати навчання учнів по темі «Механізми керування автомобілем». На основі виявлених результатів навчання нами було скомпоновано інформаційне поле даної теми та виділено дидактичні одиниці навчального матеріалу. З метою встановлення оптимальної послідовності викладу основного тексту посібника було проведено структурування навчального матеріалу і побудовано його структурно-сміслову модель.

Для комплектування посібника було визначено основні складові апарату посібника: апарат орієнтування (вступ, пояснення у вигляді основного та додаткового текстів); апарат організації засвоєння матеріалу (запитання, завдання для самоконтролю); апарат обробки видання в цілому (зміст, бібліографія).

В результаті використання посібника «Механізми керування автомобілем» на учні (студенти) дізнаються або поглиблюють знання про будову автомобіля.

Посібник «Механізми керування автомобілем», призначений для допомоги викладачу під час вивчення при вивченні відповідної теми дисципліни «Автомобілі».

Посібник найкраще опрацьовувати у тій логічній послідовності, у якій він поданий. А використання його, як допоміжного, наочного чи основного

матеріалу, залежатиме від того, що буде потрібно читачеві, оскільки сам посібник може стати, як додатковим, так і головним джерелом отримання інформації про призначення, будову та принцип роботи рульового керування та гальмівної системи автомобіля, їх технічного обслуговування.

## Перелік посилань

1. Артюх С. Ф. Педагогические аспекты преподавания инженерных дисциплин : пособие для преподавателей / С. Ф. Артюх, Е. Э. Коваленко, Е. К. Белова, Г. В. Изюмская, В. В. Беликова. – Харьков : УИПА, 2001. – 210 с.
2. Белова Е.К. Методика профессионального обучения. Практикум по дидактическому проектированию. – Харьков: УИПА, 2000. – 36 с.
3. Боровкова Т. И. Задания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] – URL: [http://ipo.wl.dvgu.ru/menu\\_verx/menedger/zadanija.htm](http://ipo.wl.dvgu.ru/menu_verx/menedger/zadanija.htm)
4. Боровських Ю. І. Будова автомобілів: навчальний посібник / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов. – К.: Вища школа, 1991. – 304 с.
5. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Луцик В.В. – К.; Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.
6. Вільна енциклопедія Вікіпедія [Електронний ресурс] – URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki>
7. Гальмівна система автомобіля – загальний устрій, типи і застосування [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanik-ua.ru/lektsiiji>
8. Гальмівна система автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/5721095/page:29/>
9. Гидравлический привод тормозов [Електронний ресурс] – URL: [http://k-a-t.ru/avto\\_shassi\\_2/7-tormoza\\_7/index.shtml](http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/7-tormoza_7/index.shtml)
10. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: підручник / Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. – К. : Вища школа, 1994. – 384 с.
11. Краевский В.В. Дидактические основания определения содержания учебника / В. В. Краевский, Н. Я. Лернер // Проблемы школьного обучения. – 1980. – Вып. 8. – С. 34-39.

12. Навчальний елемент (дидактична одиниця) // Словник законодавчих термінів. [Електронний ресурс] – URL: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1078.16287.0>
13. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 р. №102. – К. : Б. в., 1998. – 17с.
14. Психологія діяльності та навчальний менеджмент: Навч. посіб. ; За заг. ред. М. В. Артюшиної. – К.: КНЕУ, 2008. — 336 с.
15. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології (Автомобілі)» для студентів спеціальності 274 Автомобільний транспорт / Укл. Яремчук А.А.. – Хмельницький, 2021. – 20 с.
16. Рулевой привод [Електронний ресурс] – URL: [http://k-a-t.ru/avto\\_shassi\\_2/6\\_rul\\_privod/index.shtml](http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_privod/index.shtml)
17. Рулевые механизмы [Електронний ресурс] – URL: [http://k-a-t.ru/avto\\_shassi\\_2/6\\_rul\\_2/index.shtml](http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_2/index.shtml)
18. Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanik-ua.ru/lektsiji.html>
19. Рульове керування автомобіля [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/5721095/page:29/>
20. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. – К.: Арістей, 2005. – 280 с.
21. Структура, зміст та обсяг навчальних та навчально-методичних видань для ПТНЗ :методичні рекомендації щодо структури, змісту та обсягів навчальних та навчально-методичних видань для професійно-технічних навчальних закладів. – Ужгород, 2009. – 23 с.
22. Структурирование учебного материала инженерных дисциплин / С.Ф.Артюх, В.М. Приходько, С.А. Капленко, А.Т. Ашерев, И.В. Федотов. – М.: МАДИ (ГТУ); Харьков: УИПА, 2002. – 30 с.

23. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / Формальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. – Львів, Афіша, 2004. – 492 с.

24. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник./ Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.

25. Ходова частина та механізми керування тракторів і автомобілів: [Електронний ресурс] – URL: [http://192.162.132.48:555/elektr%20pidr/mehanizacia/T%20i%20A%202/6/6\\_4.htm](http://192.162.132.48:555/elektr%20pidr/mehanizacia/T%20i%20A%202/6/6_4.htm)

26. Электрические усилители руля [Електронний ресурс] – URL: [http://k-a-t.ru/avto\\_shassi\\_2/6\\_rul\\_usilitel\\_elektr/index.shtml](http://k-a-t.ru/avto_shassi_2/6_rul_usilitel_elektr/index.shtml) (дата звернення: 17.11.2020)

27. Як працює ABS? [Електронний ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/8165810/page:10/>

## Фрагмент навчального посібника

**§ 3 РУЛЬОВІ МЕХАНІЗМИ АВТОМОБІЛЯ**

Рульовий механізм – частина рульового керування, що полегшує керування автомобілем, завдяки застосуванню редуктора з високим передавальним числом. Редуктор дозволяє значно зменшити зусилля, необхідне для обертання рульового колеса, що особливо актуально при управлінні автомобілями, що мають значну масу і діаметр керованих коліс.

Однак, при цьому виграш у силі обертається програшем в відстані, і щоб повернути керовані колеса автомобіля на деякий кут, необхідно повернути рульове колесо на кут, що дорівнює добутку кута повороту коліс на передавальне число редуктора.

Якщо врахувати, що передавальне число редукторів рульового механізму сучасних автомобілів може досягати значення  $u = 20$  і навіть більше, то, наприклад, щоб повернути керовані колеса на кут  $20^\circ$ , рульове колесо має зробити повний оберт. З цієї причини підвищення передавального числа редуктора рульового механізму для зниження зусилля на рульовому колесі не можна збільшувати безкінечно, тому що збільшується час виконання маневру або повороту.

У сучасних легкових автомобілів передавальні числа рульових механізмів зазвичай знаходяться в межах 16...20, а у вантажних – 20...25.

Для керування автомобілем доцільніше використовувати рульовий механізм із змінним передавальним числом, так як максимальне зусилля на рульовому колесі потрібне при маневруванні на невеликих швидкостях руху, а особливо при повертанні коліс нерухомого автомобіля. На високих швидкостях руху потрібні значно менші зусилля для поворотів.

Деталі, які входять до рульового механізму, в процесі роботи рульового керування піддаються зношуванню, що

спричиняє появу зазорів і негативно впливає на керованість автомобіля та на безпеку руху. З цієї причини для виготовлення відповідальних деталей механізму необхідно використовувати зносостійкі матеріали, а також передбачити можливість проведення регулювання зазорів або їх усунення в автоматичному режимі за допомогою трансформованих елементів конструкції і різних слідкуючих пристроїв.

Ще однією умовою, яку необхідно враховувати в конструкції рульового керування, є зворотний зв'язок між керованими колесами і рульовим колесом. Удари і поштовхи з боку дороги (особливо бічні) не повинні відчутно передаватися керму і змінювати його положення, мак як це може викликати і мимовільну зміну напрямку руху автомобіля.

Тому до конструкцій рульових механізмів висувають наступні основні вимоги:

- ✚ високе передавальне число і забезпечення заданого характеру зміни передавального числа рульового механізму;
- ✚ високий коефіцієнт корисної дії при передачі зусилля від рульового колеса сощі;
- ✚ здатність рульового механізму сприймати зусилля від керованих коліс до керма, що необхідно для їх стабілізації;
- ✚ висока надійність механізму в цілому, а також зносостійкість його деталей;
- ✚ мінімальне число необхідних під час експлуатації регулювань і простота технічного обслуговування.

В залежності від типу основних робочих пар рульові механізми сучасних автомобілів поділяють на рейкові (зубчато-колісні), черв'ячні, гвинтові, планетарні і комбіновані.

Черв'ячні рульові механізми бувають з передачею черв'як-ролик, черв'як-сектор і черв'як-кривошип. Ролик може бути

двох- або трьохгребневий, сектор – двох- або багатозубий, кривошип з одним або двома шипами.

*До окремої категорії можна віднести гідростатичні рульові механізми, що використовують для своєї роботи тиск оливи з підведеної напірної магістралі. Такі рульові механізми можуть бути обладнані гідравлічним підсилювачем, але можуть працювати і без нього. Гідростатичні підсилювачі рульового керування практично не застосовуються в конструкціях автомобілів, їх частіше використовують для керування колісними тракторами та іншими самохідними машинами.*

**Черв'ячний рульовий механізм.** Рульовий механізм, що використовує черв'ячну передачу, знайшов застосування в рульовому керуванні автомобілів раніше інших конструкцій. Причиною цього стали такі позитивні властивості черв'ячної передачі, як велике передавальне число, самогальмування і відносна простота конструкції.

Високе передавальне число позитивно впливає на здатність рульового механізму значно підвищувати момент, прикладений руками водія до керма, без застосування будь-яких підсилювачів.

Самогальмування, яке властиве черв'ячним передачам, дозволяє значно зменшити вплив поштовхів і ударів з боку дороги на зміщення елементів конструкції рульового керування і утримувати рульове колесо в початковому положенні.

Однак, така конструкція рульового механізму має і певні недоліки, основним серед яких є низький коефіцієнт корисної дії черв'ячної передачі, що забирає значну частину енергії, яка подається до керма, на подолання сил тертя між деталями.

Крім того, внаслідок особливості конструкції в черв'ячних передачах наявні підвищені зазори, які, в сукупності з зазорами в приводі, призводять до погіршення чутливості рульового керування.

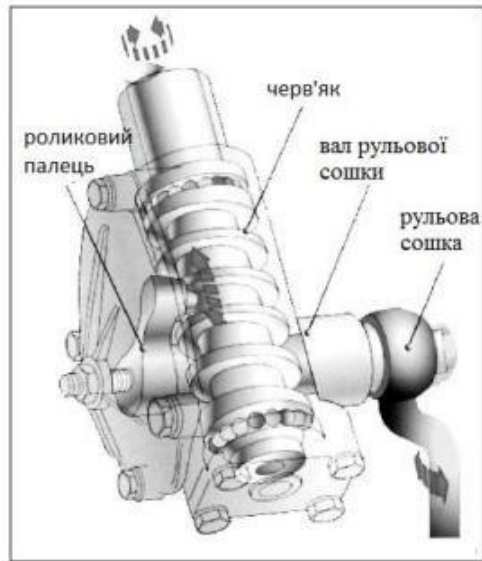
Високе передавальне число з однієї сторони допомагаючи водієві легко впоратися з керуванням автомобіля, з іншої змушує його більше працювати руками, так як вимагає значних переміщень (обертання) рульового колеса для забезпечення навіть незначних маневрів автомобілем.

Для зниження сил тертя в черв'ячній парі використовують передачу типу «черв'як-ролик», в якій тертя ковзання заміняється тертям кочення.

Сьогодні черв'ячні рульові механізми дещо втратили свою колишню популярність, і на багатьох автомобілях поступаються місцем більш простим і зручним у використанні рейковим механізмам, які встановлюються в рульовому керуванні сучасних передньоприводних легкових автомобілів і невеликих вантажівок з незалежною підвіскою. Однак, в рульових механізмах вантажних автомобілів невеликої вантажопідйомності, автобусів, позашляхових автомобілів, а також для легкових автомобілів з заднім приводом черв'ячні передачі поки не мають гідної альтернативи.

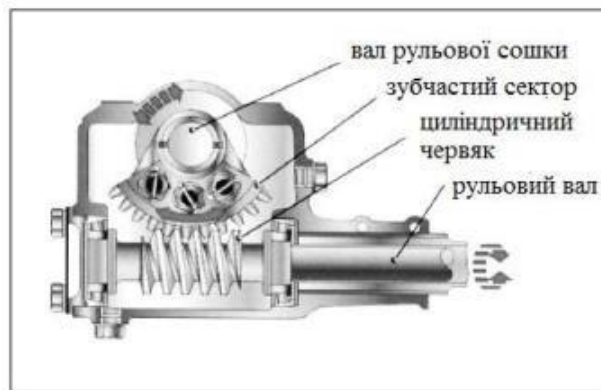
Черв'ячні рульові механізми розрізняються формою черв'яка і конструкцією спряженого з черв'яком веденого елемента – «черв'як-сектор», «черв'як-кривошип» або «черв'як-ролик». Саме останній отримав найбільш широкого застосування.

На рис. 5 зображено рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем. У його конструкції використовується циліндричний черв'як з нерівномірним кроком. При обертанні черв'яка конічний палець здійснює переміщення в осьовому напрямку вздовж черв'яка. Рульову сошку закріплено на відповідному валу, сполученому з пальцем. Вона може повертатися на  $70^\circ$ . Зношування робочих елементів цього механізму відносно низьке, люфт в рульовому валу і між пальцем і черв'яком піддається регулюванню. Передавальне число такого рульового механізму змінюється пропорційно внаслідок нерівномірного кроку черв'яка.



**Рисунок 5 – Рульовий механізм з черв'яком і роликовим пальцем**

У рульовому механізмі типу «черв'як – сектор» (рис. 6) на кінці рульового вала передбачено циліндричний черв'як, який переміщає зубчастий сектор.



**Рисунок 6 – Черв'ячно-секторний рульовий механізм**

Перевагою такого черв'ячного рульового механізму можливість досягнення високого передавального числа – до 22:1. Зубчастий сектор знаходиться в постійному зачепленні з

черв'яком, будь-який поворот рульового вала викликає поворот зубчастого сектора. Рульова сошка, яка закріплена на зубчастому секторі, може повертатися на  $70^\circ$ . Зношування рульового механізму цього типу відносно високе внаслідок тертя ковзання робочих елементів. Недоліком є необхідність прикладання значних зусиль водієм до рульового колеса.

У черв'ячно-роликовому рульовому механізмі для передачі руху від черв'яка замість зубчастого сектора використовується ролик (рис. 7).



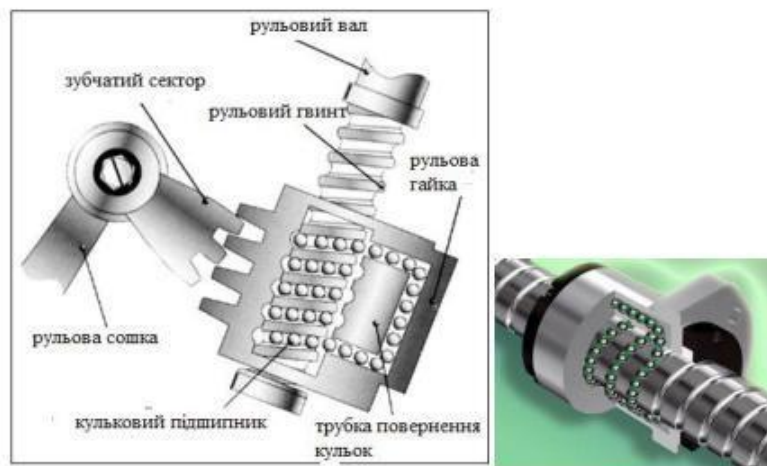
**Рисунок 7 – Черв'ячно-роликовий рульовий механізм**

Черв'як в цьому рульовому механізмі зводиться на конус у напрямку до центру і приймає глобоїдну форму, що нагадує пісочний годинник. Перевагою такої форми черв'яка є те, що вона дає можливість ролику повертатися відносно свого центру, і це дозволяє зменшити розмір рульового механізму. Рульова сошка, яка прикріплена до валу ролика, може повертатися на кут  $90^\circ$ . Передавальне число залишається постійним. Підвищений люфт можна усувати регулюванням положення рульового вала.

**Гвинтові рульові механізми** встановлюються на деяких легкових автомобілях представницького класу, а також важких вантажних автомобілях і автобусах.

До складу гвинтового рульового механізму автомобіля входять такі основні елементи: гвинт, встановлений на валу рульового колеса; гайка, що здійснює переміщення по гвинту; зубчаста рейка, нарізана на гайці; зубчастий сектор, що з'єднаний з рейкою; рульова сошка, яка розташована на валу сектора. Тобто в роботі механізму беруть участь дві робочі пари – гвинт-гайка і рейка-зубчастий сектор.

Гвинт і гайка, які застосовуються в гвинтовому рульовому механізмі, відрізняються від звичайної гвинтової пари тим, що спеціально виконані між бічними поверхнями пари порожнини заповнені кульками (рис. 8).



**Рисунок 8 – Кулько-гвинтовий рульовий механізм**

Доріжками для кочення кульок слугують гвинтові канавки, які виконані на тілі гвинта та в гайці. При повертанні гвинта кульки починають циркулювати в гайці по замкнутому колу, викочуючись з гвинтового каналу через отвір з одного боку гайки і повертаючись назад у гайку через обвідний канал з протилежного боку.

Використання таких кульок дозволяє замінити тертя ковзання в парі гвинт-гайка на тертя кочення, що підвищує корисну дію передачі, як в прямому напрямку, так і в зворотному. Це покращує умови для стабілізації керованих коліс, однак механізм стає досить чутливим до поштовхів з боку дороги. В такому випадку для згладжування ударів потрібно встановлювати амортизатори або підсилювачі рульового керування.

Глибину гвинтових канавок роблять змінною, а товщину середнього зуба сектора збільшують у порівнянні з іншими зубами для того, щоб рульовий механізм не заклинював у крайніх положеннях.

Принцип роботи гвинтового рульового механізму майже не відрізняється від роботи черв'ячного механізму. Повертання рульового колеса супроводжується обертанням гвинта, який переміщує гайку, що сполучається з ним. При цьому по гвинтових канавках починають циркулювати кульки чим значно зменшують тертя між гвинтовими поверхнями. Гайка за допомогою зубчастої рейки переміщає зубчастий сектор, а з ним і рульову сошку.

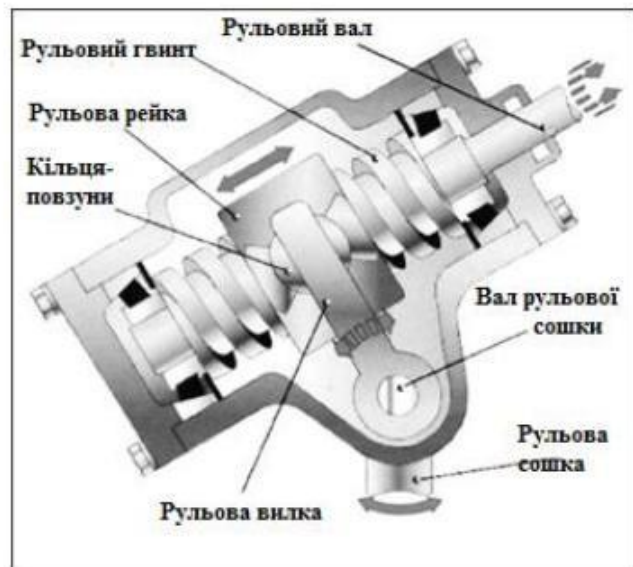
Зазор в зчепленні поршня-рейки з сектором вала сошки регулюють шляхом осьового переміщення вала сошки за допомогою спеціального гвинта.

Зазор в парі гвинт-гайка не регулюється. Тому, щоб забезпечити високу надійність і необхідний термін служби даного зчеплення, гвинт і гайку виготовляють з високоякісних легованих сталей.

У порівнянні з черв'ячним гвинтовий рульовий механізм має більший коефіцієнт корисної дії і може передавати великі зусилля.

Недоліком даної конструкції є складність підгонки деталей гвинтової передачі при використанні в конструкції циркулюючих кульок.

Ще один варіант рульового механізму типу «гвинт-гайка» але вже з кільцями-повзунами зображено на рис. 9.



**Рисунок 9 – Рульовий механізм типу «гвинт-гайка» з кільцями-повзунами**

За принципом дії цей механізм подібний до рульовому механізму з циркуляцією кульок. Кільця-повзуни, які розташовані збоку від рульової гайки, передають переміщення гайки до рульової вилки. Рульова сошка, що встановлена на вал, який знаходиться на рульовій вилці, може повертатися на  $90^\circ$ . Зношування рульового механізму цього типу, що викликається тертям, як правило, високий. Передавальне число постійне.

**Рейковий рульовий механізм** в даний час міцно зайняв місце в конструкціях рульового керування в легкових автомобілях з переднім приводом та незалежною підвіскою.

Рейкові рульові механізми є компактними, простими за конструкцією і мають високий коефіцієнт корисної дії. Тому їх широко використовують на легкових автомобілях. Також такі механізми почали застосовувати на вантажних автомобілях малої вантажопідйомності з незалежною підвіскою.

Особливо вдалим є застосування рейкових рулевих механізмів в автомобілях, які оснащені незалежною підвіскою передніх коліс типу MacPherson (Макферсон), так як поворотний важіль, який сполучається кульовим пальцем з поперечною тягою, при цьому можна виконати на стійці підвіски, використовуючи стійку як елемент рулевого механізму.

**Підвіска МакФерсона** (англ. MacPherson suspension) – незалежна підвіска, у якій напрямний пристрій кожного колеса має телескопічний механізм, з'єднаний у верхній частині з рамою (кузовом) шарнірно, а в нижній – через шарнірно приєднаний важіль.

Робочою парою в рейковому рулевому механізмі є шестерня і зубчаста рейка. При нормальному профілі зубів шестерні і рейки передавальне число механізму постійне (рис. 10).

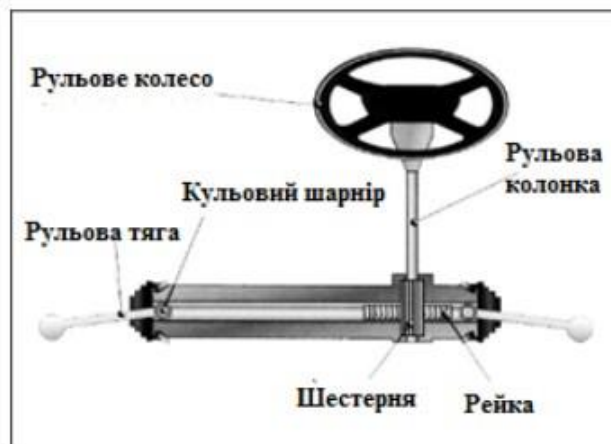


Рисунок 10 – Рульовий механізм з постійним кроком зубів

В рейкових рулевих механізмах для створення лінійного переміщення рейки використовується шестерня. Зуби шестерні знаходяться в постійному зчепленні з зубами рейки, і будь-яке переміщення вала рульової колонки викликає поперечне переміщення рейки. Переміщення рейки передається

безпосередньо рульовим тягам, які встановлені на обох кінцях рейки. Кульові шарніри, які розташовані між рейкою і рульовими тягами, забезпечують можливість незалежного вертикального переміщення рульових тяг. Рейка утримується в зчепленні з шестірнею за допомогою підпружиненої притискної колодки, яка регулює зазор між зубами. Тертя ковзання між рейкою і шестернею здійснює амортизуючу дію і поглинає поштовхи, які виникають під час руху автомобіля.

Сучасні рейкові кермові механізми можуть мати змінне передавальне число. Це досягається нарізанням зубів рейки спеціального профілю та зі змінним кроком. Приклад такої рейки показано на рис. 11.



**Рисунок 11 – Рейка рульового механізму із змінним кроком зубів**

Принцип роботи рейкового рульового механізму із змінним кроком зубів такий же, як і у описаного вище рейкового рульового механізму з постійним кроком. У центрі рейки крок зубів більший, ніж на кінцях. Змінний крок дає можливість збільшувати передавальне число рульового керування в міру обертання шестерні. Зуби в центрі рейки забезпечують більше переміщення рейки при кожному повороті шестерні, для чого потрібно відносно велике зусилля. Зуби на кінцях рейки забезпечують менше переміщення рейки, для чого потрібно відносно невелике зусилля водія.

Для усунення цього недоліку на сучасних автомобілях встановлюються підсилювачі рульового керування. Фактично при використанні такого рульового механізму, чим більше ми повертаємо рульове колесо, тим менше зусилля потрібно прикладати. При прямолінійному русі рульове керування є важчим, ніж при повертанні рульового колеса в граничне положення – це полегшує маневрування і паркування.

У рейковому рульовому механізмі зі змінним кроком передбачено пропорційно зростаюче передавальне число.



Сьогодні механізм рульової рейки зустрічається на багатьох сучасних передньопривідних легкових автомобілях. Багато хто вважає, що рульова рейка - сучасний агрегат, але це не так. Перші автомобілі кінця 19 століття були оснащені саме такою конструкцією. Спочатку вона називалася "шестерня-рейка". На початку XX століття рейку ставили на окремих моделях автомобілів BMW.

Але потім пішла тенденція на використання більш складних механізмів, як наприклад, редуктор. І про рульову рейку забули. Забуття частково пояснюється тим, що автоконструктори хотіли піти від слабких місць рейки: занадто добре вона передавала удари від коліс на кермо, зношувалася швидко, її не можна було використовувати на поганій і складній дорозі. До того ж, вона погано поєднувалася з ресорами, балками і т.д. Плюс, обертати кермо без підсилювача було не кожному водієві до снаги.

Рульова рейка на десятиліття отримала звання архаїчного агрегату. Згадали про неї в 1948 році, коли американський інженер Ерл Макферсон (на той момент він працював в компанії Ford) презентував свою підвіску. І автовиробники повально перейшли на передній привід з підвіскою McPherson.

Це з'єднання рейкового механізму і підвіски McPherson виявилось настільки вдалим, що з тих пір і до наших днів в більшості легкових автомобілів колеса управляються за допомогою рейкової передачі.



### Питання та завдання для самоконтролю:

1. Яке призначення рульового механізму?
2. Які оптимальні значення передавальних чисел рульових механізмів сучасних автомобілів?
3. Назвіть основні вимоги до рульових механізмів.
4. Назвіть основні типи рульових механізмів.
5. Які переваги і недоліки черв'ячного рульового механізму?
6. Охарактеризуйте рульовий механізм з черв'яком і роликівим пальцем.
7. В чому відмінність між черв'ячно-роликівим і черв'ячно-секторним рульовими механізмами?
8. Як працює гвинтовий рульовий механізм?
9. Охарактеризуйте будову і принцип роботи рейкового рульового механізму.
10. Які переваги і недоліки рейкового рульового механізму.