

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення дисципліни

«Ходова частина та системи керування автомобілів»

для здобувачів вищої освіти спеціальності

133 – Галузеве машинобудування

(освітня програма «Експлуатація, випробування

та сервіс автомобілів та тракторів»)

усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Ходова частина та системи керування автомобілів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 – Галузеве машинобудування (освітня програма «Експлуатація, випробування та сервіс автомобілів та тракторів») усіх форм навчання / Укл. : В. І. Кубіч – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 46 с.

Укладач: В.І. Кубіч, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: А.В. Щербина, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: В.І. Кубіч, канд. техн. наук, доцент

Затверджено  
на засіданні кафедри «Автомобілі,  
теплові двигуни та гібридні  
енергетичні установки»  
Протокол № 7  
від «05» лютого 2024.

Рекомендовано до видання НМР  
Транспортного факультету  
Протокол № 107  
від «12» лютого 2024.

## ЗМІСТ

	Стор.
1 Загальні методичні вказівки.....	4
2 Теми, анотації та рекомендації щодо їх вивчення.....	6
2.1 Рами, кузова автомобілів.....	6
2.2 Шини і колеса.....	8
2.3 Мости.....	10
2.4 Підвіска автомобіля.....	12
2.5 Елементи підвіски.....	14
2.6 Рульове керування автомобілів.....	18
2.7 Рульові механізми.....	21
2.8 Підсилювачі рульового керування.....	23
2.9 Гальмівні системи.....	27
2.10 Пневматичний гальмівний привод.....	29
2.11 Антиблокувальні електронні системи гальмування.....	33
3 Перелік лабораторних робіт.....	36
4 Завдання до контрольної роботи.....	37
Рекомендована література.....	40
Додаток А. Варіанти завдань.....	41
Додаток Б. Приклад оформлення титульного листа до контрольної роботи.....	42
Додаток В. Приклад оформлення змісту контрольної роботи.....	43
Додаток Г. Приклад формулювання та оформлення завдання.....	44
Додаток Д. Приклад оформлення відповідей на питання контрольного завдання.....	45

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Навчальна дисципліна «Ходова частина та системи керування автомобілів» формує у здобувачів вищої освіти знання та розуміння конструктивних принципів будови і функціонування агрегатів, систем і механізмів автомобілів досить широкого кола призначення.

Предметом вивчення дисципліни є застосування елементарних деталей машин, теорії машин і механізмів у наступних складових конструкцій ходової частини як: рама (кузов, корпус); мости (осі); колісний (гусеничний) рушій; підвіска тощо, а також рульового, гальмівного керування автомобілями з метою реалізації їх тягово-швидкісних властивостей, маневреності, плавності ходу при використанні за призначенням.

Методичні вказівки мають спрямованість допомогти здобувачам вищої освіти отримати відповідні фахові компетентності з дисципліни. При цьому, дають відправні кроки для розуміння особливостей варіантів конструктивного виконання: балок мостів, як окремих несучих систем; коліс; шин; пружних елементів підвісок; амортизаторів; рульових механізмів, рульових приводів та їх підсилювачів; гальмівних механізмів, їх приводів та підсилювачів тощо, та широке роз'яснення тенденцій їх перспективного розвитку. Основна увага під час засвоєння навчального матеріалу повинна приділятися:

- вивченню вимог нормативних документів (ISO, ДСТУ, ГОСТ та ін.), які висуваються до відповідних частин конструкції колісного рушія, систем керування рухом автомобіля;

- розумінню призначення як окремих узагальнених частин, так і сукупності їх часткових складових (механізмів, приводів, приладів тощо), порядку взаємодії між ними, принципів роботи тощо;

- знанню ознак класифікації окремих функціональних складових, практичного їх конструктивного виразу в конкретних типах автомобілів.

На підставі засвоєного навчального матеріалу здобувач вищої освіти повинен володіти навиками самостійного вивчення конструктивних особливостей частин автомобіля, які розглядаються у курсі дисципліни, та які мають місце під час впровадження оригінальних технічних рішень у відповідності з тенденціями

розвитку автомобілебудування визначеними сучасністю. Більш того, систематизація отриманих знань повинна давати здобувачу можливість здійснювати аналіз переваг і недоліків складових частин автомобіля, що розглядаються навчальною дисципліною, та давати їм порівняльні оцінки.

Дисципліна «Ходова частина та системи керування автомобілів» є базовою дисципліною як для формування необхідного рівня професійного мислення майбутніх інженерів-конструкторів, фахівців з експлуатації та сервісу, так і з погляду надання їм певного обсягу знань, необхідних для вивчення таких спеціальних дисциплін як: робочі процеси автомобіля, експлуатаційні властивості автомобіля, експлуатація та обслуговування машин та інших.

Рекомендується наступна послідовність пророблення матеріалу.

1. Взявши яку-небудь складову конструкції для вивчення, необхідно з'ясувати її призначення та місце розташування на автомобілі, зв'язок і взаємодію із сусідніми системами, механізмами, приладами тощо, основні вимоги, що висуваються до якості її роботи.

2. Ознайомитися із загальними принципами роботи.

3. Докладніше вивчити пристрій і роботу на прикладі однієї найбільш характерної моделі автомобіля. При цьому треба звернути увагу на пристосування для регулювання, на мащення та матеріал основних деталей.

4. Розглянути класифікацію видів частини конструкції, яка розглядається.

5. Ознайомитися із загальним пристроєм одного або двох різновидів частини конструкції, що значно відрізняються від попередньо розглянутих.

Після вивчення будь-якого приладу, механізму тощо необхідно вміти накреслити (зобразити) з пам'яті їх принципову схему, з рисунку описати відповідний пристрій і роботу, відповісти на запитання для самоперевірки.

Здобувач вищої освіти повинен розуміти загальну будову та порядок роботи частин конструкції автомобіля, які розглядаються за змістом дисципліни.

У процесі вивчення дисципліни здобувач вищої освіти виконує лабораторні роботи, контрольне завдання та складає екзамен.

## 2 ТЕМИ, АНОТАЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ВИВЧЕННЯ

### 2.1 Рами, кузова автомобілів

Загальні відомості про несучі системи автомобіля: конструктивні схеми, класифікація, вимоги, що пред'являються. Рамна конструкція несучої системи: лонжеронні рами; хребтові рами; вилчасто-хребтові рами; периферійні рами; решітчасті рами. Несучий корпус легкового автомобіля. Класифікація кузовів легкових автомобілів. Несучий кузов автобуса.

Література: [2], с. 205–206; [5], с. 270–272; [6], с. 149–153; [7], с. 96–99.

Насамперед, слід зрозуміти, що несуча система є однією з найбільш відповідальних, складних у виготовленні, матеріаломістких та дорогих систем автомобіля, виконується у вигляді рами, кузова, корпусу та призначена для розміщення і кріплення інших частин. Несуча система багато у чому визначає компонування автомобіля. При цьому безрамні конструкції автомобіля можуть мати дві силові схеми – з несучою основою та з несучим корпусом.

Далі слід перейти до розгляду рамних конструкцій несучих систем, що є «скелетом» – жорстким елементом, на який кріпляться кузов, двигун, агрегати трансмісії, підвіска. При цьому потрібно усвідомити вимоги, які висуваються до конструкції рам: стабільне взаємне становище механізмів автомобіля та кузова; технологічність – виробнича та ремонтна; задані міцність та надійність при мінімальній масі; при прогинах та закручуванні елементів рами вони не повинні порушувати кінематичного узгодження взаємодії механізмів та їх працездатність, що визначається жорсткістю рами та конструкцією кріплення механізмів.

При розгляді ознак класифікації кузовів легкових автомобілів слід звернути увагу, що вони за кількістю закритих об'ємів можуть бути однооб'ємні, двооб'ємні, триоб'ємні. Також існують інші ознаки класифікації. Так, в залежності від наявності (або відсутності) жорсткого даху, легкові кузова класифікуються на закриті, відкриті,

трансформовані; за видом силової схеми – на несучі та рамні; можлива також класифікація по іншим ознакам.

При розгляді несучих систем автобусів – несучих кузовів, слід усвідомити, що вони класифікуються за наступними ознаками: за компонованням; за способом сприйняття навантажень; за способом збирання остова; за силовою схемою.

Далі слід перейти до розгляду несучих корпусних систем та зрозуміти, що несучі корпусні системи застосовуються, головним чином, на броньованих і плаваючих спеціальних машинах, і вкрай рідко – на звичайних автомобілях. В останньому випадку несучий корпус виготовляється з алюмінієвих сплавів чи пластмас. Корпус є остовом для кріплення всіх агрегатів та механізмів машини, а також є вантажною ємністю.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. Які силові схеми можуть мати безрамні конструкції автомобілів?
2. Назвіть типи конструкцій несучих рам автомобілів?
3. В конструкції яких типів автомобілів застосовують кузовну несучу систему?
4. В конструкції яких типів автомобілів застосовують рамно-кузовну несучу систему?
5. В конструкції яких типів автомобілів застосовують рамну несучу систему?
6. Яким вимогам повинна відповідати конструкція рами автомобіля?
7. Які розрізняють рами за типом з'єднання її основних деталей?
8. Назвіть основні елементи конструкції лонжеронної рами.
9. Чим відрізняється хребтова рама від периферійної рами?
10. Назвіть основні елементи конструкції несучого кузова легкового автомобіля.
11. За якими ознаками можна дати характеристику кузова легкового автомобіля «седан»?
12. За якими ознаками можна дати характеристику кузова легкового автомобіля «лімузин»?

13. За якими ознаками можна дати характеристику кузова легкового автомобіля «фургон»?

14. За якими ознаками класифікують кузова автобусів?

15. Що собою являє несуча корпусна система спеціальної машини та якої форми вона може бути виконана?

## 2.2 Шини і колеса

Шина: загальна будова; експлуатаційні вимоги; вимоги, що пред'являються до безпеки і економічності; рисунки протектора шин; маркування; ознаки класифікації. Колеса: загальна будова; вимоги, що пред'являються; класифікація; кріплення. Всюдихідні одиночні колісні рушії, рушії у складі транспортних засобів (багатоколісні рушії). Елементи конструкції гусеничного рушія (ведуче колесо, направляюче колесо, підтримуючий коток, гусениці).

Література: [2], с. 217–220; [3], с. 7–28; [4], с. 48–51; [5], с. 280–283, 284–289; [6], с. 170–186; [7], с. 101–105.

По-перше, треба зрозуміти, що шина є елементом конструкції колісного рушія автомобіля і у загальному складається з наступних частин: каркас; брекер; протектор; боковини (права, ліва); камера або шар, що герметизує; ободна стрічка; вентиль. Далі переходимо до розгляду ознак класифікації шин: за призначенням; способом герметизації; профілем; розмірами; за конструктивним виконанням тощо. При цьому слід звернути увагу на рисунки протектора шин: дорожній; універсальний; підвищеної прохідності; зимовий; кар'єрний; асиметричний (симетричний), спрямований (неспрямований) тощо.

При розгляді вимог, які висуваються до шин, у першу чергу слід ознайомитися з вимогами до їх конструкції. Також потрібно звернути увагу на:

- відповідність пружних властивостей, нормальної, бокової, крутильної та кутової жорсткостей, тангенціальної еластичності параметрам автомобіля та умовам руху (ГОСТ 4754-80, ГОСТ 5513-86);

- зчеплення шини з покриттям дороги має бути достатнім, а опір кочення – мінімальним;

– шина повинна забезпечувати низьке питоме навантаження у контактї з дорогою та інші.

При розглядї вимог безпеки треба звернути увагу на такі як: надійність прилягання бортів до країв ободу; запобігання зміщенню бортів шини при зниженні тиску; передача тягових і гальмівних сил без прослизання; швидкісну міцність, тобто неможливість розриву шини під дією відцентрової сили та інші. Далі слід вивчити позначення, які наносяться на бокові поверхні шини, та на що вказують цифри у розмірах шин.

По-друге, слід перейти до розгляду колеса – пристрою, який складається з диска і ободу. При розглядї вимог, які висуваються до коліс автомобілів, потрібно усвідомити наступні: повна відповідність шини, що застосовується за розмірами, жорсткістю та конструкцією ободу; надійне кріплення до маточини; міцність та довговічність; мінімальне биття та дисбаланс; мінімальні маси та момент інерції; легкість монтажу та демонтажу шини. Далі треба розглянути ознаки класифікації коліс: за експлуатаційним призначенням; за видами шин, що встановлюються; за видом з'єднання з маточною; за типом ободу; за способом закріплення бортів шин тощо. Переходимо до розгляду конструктивних схем коліс: одинарне колесо, подвійне колесо; колесо із різними вилітами диску; бездискове колесо. Розглядаємо наступні типи ободів: нероз'ємний глибокий симетричний; роз'ємний посередині; сегментний типу «трилекс», розділений за радіусом на три сегмента; роз'ємний; двокомпонентний; трикомпонентний; чотирикомпонентний; п'ятикомпонентний. При цьому п'ятикомпонентний обід складається з наступних елементів: основи ободу; з'єднувального елементу; роз'ємного бортового кільця; знімного бортового кільця; пружинного замкового кільця; посадкового кільця; ущільнювача під безкамерну шину.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. З яких частин складається шина?
2. За якими ознаками класифікують шини?
3. Назвіть основні типи протектора шини.
4. На що вказують цифри та буква у позначенні шини 205/55R15?
5. З яких частин складається колесо автомобіля?

6. Які вимоги висуваються до коліс автомобіля?
7. За якими ознаками класифікують колеса автомобілів?
8. Назвіть основні типи ободів коліс.
9. Назвіть основні конструктивні схеми коліс.
10. Які дані входять до складу розмірності диску колеса?
11. Що розуміють під вилітом диска?
12. Назвіть складові частини роз'ємного двокomпонентного ободу.

### 2.3 Мости

Міст: призначення; класифікація; загальна будова; вимоги, що пред'являються. Балки ведучих мостів. Штамповані балки легкових і вантажних автомобілів малої та середньої вантажопідйомності; литі балки вантажних автомобілів великої вантажопідйомності; роз'ємні (складові) балки нерозрізних мостів; розрізний міст. Ведені керовані мости. Кути установки коліс. Підтримуючі мости причепів, напівпричепів. Ведучі керовані мости.

Література: [2], с. 217–218; [7], с. 96–99.

Мостом називається вузол, який зв'язує колеса автомобіля з рамою (кузовом, корпусом) через деталі підвіски. Слід розглянути ознаки класифікації мостів: за призначенням; конструктивною схемою; складом; кількістю коліс, які на ньому встановлюються; за видом підвіски, з якою він пов'язаний. До основних частин конструкції моста відносяться: балка (пустотіла; лита); картер головної передачі (для ведучого моста); цапфа (нерухома, поворотна у складі поворотного кулака); деталі з'єднання (фланцеве болтове, шкворневе, шарнірне); маточина колеса, встановлена на цапфі через підшипник (якщо розглядати міст у зборі).

Далі слід розглянути вимоги, які висуваються до мостів, як несучих систем для механізмів трансмісії, гальмівного керування, рульового керування, опор елементів підвіски тощо. Так, від форми балки моста, оскільки це агрегат, що найбільше низько розміщується, залежить величина дорожнього просвіту. Для підвищення прохідності автомобіля по місцевості бажано мати якомога більший дорожній просвіт. Цього можна досягти за рахунок зменшення габариту моста

за висотою. При малій висоті моста можна зменшити відстань від балки моста до агрегатів автомобіля, розташованих над мостом, а за рахунок цього знизити центр ваги автомобіля, який забезпечить кращу поздовжню та поперечну стійкість машини. Мости є невіднесореними частинами автомобіля, тому зменшення динамічних (інерційних) навантажень за рахунок зниження ваги особливо важливе. Для керованих ведених мостів ця вимога виконується порівняно легко. При конструюванні провідних мостів зустрічаються дуже значні труднощі через необхідність розміщення у картері моста головної передачі. Від виконання вимог суворості осей коліс залежать такі якості автомобіля, як стійкість руху та економічність.

Переходимо до безпосереднього розгляду конструкцій балок мостів.

При розгляді ведених керованих мостів потрібно усвідомити, що до їх складових частин відносяться: балка двотаврового або трубчастого перерізу; правий поворотний кулак; лівий поворотний кулак; з'єднання балки з кулаком: шворневе; шарова опора при з'єднанні через важелі незалежної підвіски.

При розгляді кутів встановлення керованих коліс слід усвідомити, що розрізняють наступні: кут сходження (лінійне сходження); кут розвалу; кут поперечного та повздовжнього нахилу осі повороту колеса.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. За якими ознаками класифікуються мости?
2. З яких структурних частин складається міст?
3. Які вимоги висуваються до конструкцій балок мостів?
4. З яких частин складається ведений керований міст?
5. За якими ознаками розрізняють балки мостів?
6. З яких матеріалів виготовляються балки мостів?
7. Назвіть елементи конструкції веденого керованого моста.
8. Що собою являє розрізний ведучий міст?
9. Назвіть кути, відносно яких встановлюються керовані колеса автомобіля.

## 2.4 Підвіска автомобіля

Загальні відомості про підвіску автомобіля: призначення; загальна будова; вимоги, що пред'являються; зв'язок конструкції з експлуатаційними властивостями автомобіля; ознаки класифікації; основні кінематичні схеми. Силкові вузли підвіски: поперечина підвіски; амортизатор з пружиною; пружинна стойка. Застосування різних конструкцій підвіски. Поняття «пружна характеристика підвіски». Переваги та недоліки різних типів підвісок.

Література: [2], с. 205–206; [3], с. 99–102, 122–125, 149–158; [5], с. 272–277; [6], с. 154–164.

Перед початком ознайомлення з призначенням підвіски слід нагадати, що ходова частина автомобіля призначена для реалізації тягово-динамічних, швидкісних характеристик силової передачі, а також для забезпечення прохідності, плавності ходу та його керованості при русі. При цьому, підвіска, як елемент ходової частини, призначена для забезпечення пружного з'єднання несучої системи автомобіля з його колесами (рис. 2.1).



1 – направляючий елемент; 2 – пружний елемент; 3 – гасячий пристрій;  
4 – стабілізатор поперечної стійкості; 5 – опора колеса; 6 – елементи кріплення  
Рисунок 2.1– Загальний пристрій підвіски автомобіля

Далі слід ознайомитися з елементами конструкції, які входять до складу підвіски автомобіля, такими є: пружний елемент; елемент, який гасить коливання; напрямні пристрої (важелі, штанги); стабілізатори (для підвищення кутової жорсткості підвіски); елементи з'єднання (шарніри, шарнірні опори); обмежувачі ходу (буфери стиснення, відбою). Треба приділити увагу вимогам, які висуваються до підвіски, а саме: забезпечення необхідного розподілу навантажень на осі (колеса) автомобіля; отримання заданих параметрів плавності ходу; забезпечення руху по нерівних дорогах без ударів в обмежувач; обмеження поперечного крену автомобіля; кінематичне узгодження переміщень керованих коліс, що виключає їх коливання щодо шворнів; забезпечення згасань коливань кузова та коліс; сталість колії, кутів нахилу коліс; сталість кутів нахилу шворнів; надійна передача від коліс до несучої системи поздовжніх та поперечних сил; мала вага кінематичних ланок (зниження маси невіднесених елементів).

У наступному рекомендовано розглянути ознаки класифікації підвісок та основні кінематичні схеми. Розрізняють наступні кінематичні схеми підвісок: залежна; однаважільна незалежна; двоважільна незалежна з важелями рівної довжини; двоважільна незалежна з важелями різної довжини; незалежна важільне-телескопічна; незалежна двоважільна з торсіоном; незалежна з поздовжнім хитанням. При цьому слід звернути увагу на силові вузли підвіски: поперечина підвіски; амортизатор із пружиною; пружна стійка. Треба приділити увагу варіативним конструктивним виконанням передньої та задньої підвісок деяких легкових, вантажних та спеціальних автомобілів.

При розгляді поняття «пружна характеристика підвіски» слід усвідомити наступне. Для задоволення вимог плавності ходу підвіска повинна забезпечувати певний закон зміни вертикальної реакції на колесо  $R_z$  залежно від прогину. Ця залежність називається пружною характеристикою підвіски. При цьому площа під кривою пружної характеристики визначає динамічну енергоємність підвіски, яка еквівалентна роботі, необхідній для повної деформації пружного елемента. Для збільшення динамічної енергоємності пружна характеристика підвіски повинна бути прогресивною, тобто забезпечувати прогресивне зростання реакції  $R_{z0}$  при меншому прогині.

Розглядаючи переваги незалежної підвіски слід звернути увагу на: їх компактність; можливість кінематичної або еластокінематичної зміни сходження коліс у напрямі недостатньої повороткості; невелику масу; відсутність взаємовпливу коліс.

Розглядаючи переваги залежної підвіски слід звернути увагу на: простоту та економічність їх виготовлення; відсутність зміни колії, сходження та розвалу при ходах підвіски, що зумовлює малий знос шин і хорошу бічну стійкість; сталість розвалу коліс при крені кузова повороті, тобто стабільну передачу шинам бічних сил; сприйняття моменту бічних сил поперечною штангою (наприклад, тягою Панара), яку можна розташувати майже на будь-якій висоті, що дозволяє змінювати повороткість під дією бічної сили.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. З яких окремих частин складається підвіска автомобіля та яке її призначення?
2. Що собою представляють пружні елементи конструкції підвіски?
3. Назвіть основні вимоги, які висуваються до підвіски.
3. Назвіть основні параметри плавності ходу автомобіля.
4. Які конструктивні та компоновальні фактори впливають на параметри плавності ходу підвіски?
5. За якими ознаками класифікують підвіски?
6. Які існують кінематичні схеми підвісок?
7. Назвіть силові вузли підвісок.
8. Що розуміється під «пружною характеристикою» підвіски?
9. Назвіть переваги незалежної підвіски.
10. Назвіть переваги залежної підвіски.

### **2.5 Елементи підвіски**

Пружні елементи і стабілізатори: деталі системи підресорювання; ресори: поздовжні; поперечні; пружини; торсіони; пневматична підвіска; стабілізатори. Штанги і важелі: штанги; поперечні важелі; поздовжні та косі важелі. Шарніри і шарнірні опори: підшипники шворня; колісні шарніри; опори важелів, жорсткі в бічному і поздовжньому напрямках; сприйняття жорсткого кочення

радіальних шин; опори важелів, податливі в бічному або поздовжньому напрямку. Особливості конструкції деяких типів підвісок: залежна підвіска «Де-Діон»; задня підвіска із зв'язаними важелями автомобілів «Фольксваген»; гідропневматична передня підвіска на подвійних поперечних важелях; задня підвіска провідних коліс «Вайсзах» на подвійних поперечних важелях; підвіска автомобіля «Корвет» з пластмасовою однолистовою ресорою; використання півосей в якості верхніх важелів (задня підвіска на подвійних поперечних важелях). Елементи конструкції підвіски гусеничного автомобіля (машини).

Література: [2], с. 205–206; [3], с. 99–102, 122–125, 149–158; [5], с. 272–277; [6], с. 154–164.

По-перше, треба усвідомити, що підресорювання осі, обмеження ходів підвіски та зменшення крену кузова на легкових автомобілях здійснюють зазвичай: два пружні елементи; чотири буфери; два амортизатори; один стабілізатор. При цьому, залежно від робочого середовища та матеріалу пружні елементи поділяються на: сталеві; пневматичні (газові); пластмасові; гумові; пінополіуретанові.

При розгляді ресор потрібно звернути увагу на наступні їх форми: звичайна трапецеїдальна з обрізними кінцями листів; удосконалена трапецеїдальна ресора з розкоченими кінцями листів і пластмасовими підкладками; параболічна ресора з розкоченими кінцями листів і пластмасовими прокладками. При цьому, параболічна ресора прогресивної дії може бути не навантажена та навантажена, що визначає її початкову форму.

При розгляді пружин слід звернути увагу на те, що гвинтові пружини з постійними товщиною дроту та кроком навивки, а також обумовленою цим лінійною характеристикою по всьому ходу підвіски, застосовуються у передній та задній підвісках. Необхідна характеристика забезпечується у разі додатковим пружним елементом. Потрібна прогресивність задньої підвіски може бути створена циліндричними та фасонними пружинами із змінною товщиною дроту. Фасонні пружини – «мініблок», займають по висоті менше місця і дозволяють отримати рівний простір багажника, мало звужене з боків.

При розгляді торсіонів слід звернути увагу на те, що вони діляться на циліндричні та плоскі багатолістові. Циліндричні торсіони, що виготовлені з круглої сталі, застосовуються для підресорювання кузова або як стабілізатор. Перевага складного плоского торсіону полягає в тому, що він додатково може сприймати згинальний момент у площині більшого розміру перерізу торсіону. При такому навантаженні можуть встановлюватись лише плоскі торсіони.

Надалі треба звернути увагу на пневматичні підвіски, які встановлюються на всіх автобусах, і все більшій кількості вантажних автомобілів та причепів до них. Причиною цього є м'якше підресорювання і пов'язані з ним переваги підвищеної комфортабельності, збереження вантажів та значно менших динамічних колісних коливань, що знижує навантаження дорожнього полотна. До наведених особливостей додається можливість регулювання рівня кузова, що забезпечує на автобусах сталість висоти підніжки, а на вантажних автомобілях дозволяє додатково регулювати висоту вантажної платформи. При цьому, в якості пружного елемента може бути гофрований балон або пневмобалон (рис. 2.2).

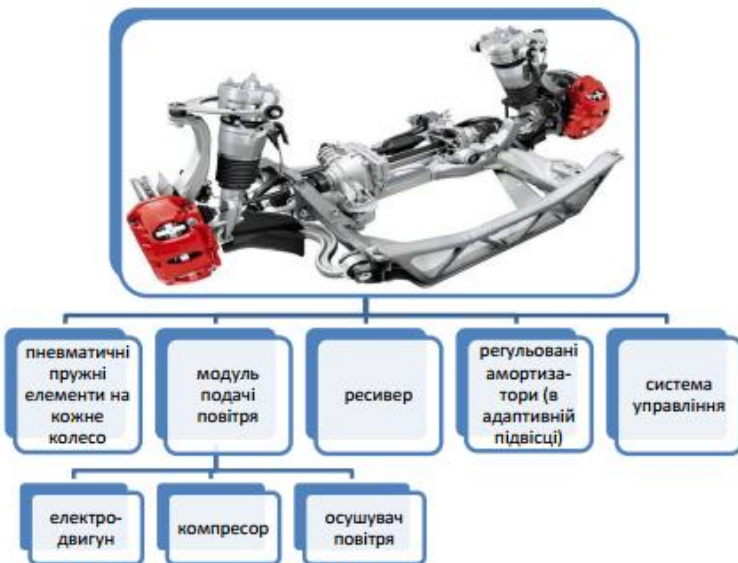


Рисунок 2.2 – Будова пневматичної підвіски

У наступному слід перейти до розгляду штанг та важелів, які здійснюють зв'язок між опорою підшипника колеса та кузовом, рамою або поперечкою підвіски.

При розгляді гідропневматичної передньої підвіски на подвійних поперечних важелях слід усвідомити, що гідропневматичні пружні елементи (так само, як і пружини) передають сили тільки у вертикальному напрямку, однак, мають такі переваги: компактність, дуже м'яке підресорювання та можливість регулювання рівня (рис. 2.3). Конструктивно підвіска має пружний елемент, який складається з відкритого знизу циліндра, в якому ковзає поршень із відносно довгою юбкою, а у верхній половині сферичної частини знаходиться стислий азот, що здійснює власне пружну роботу.

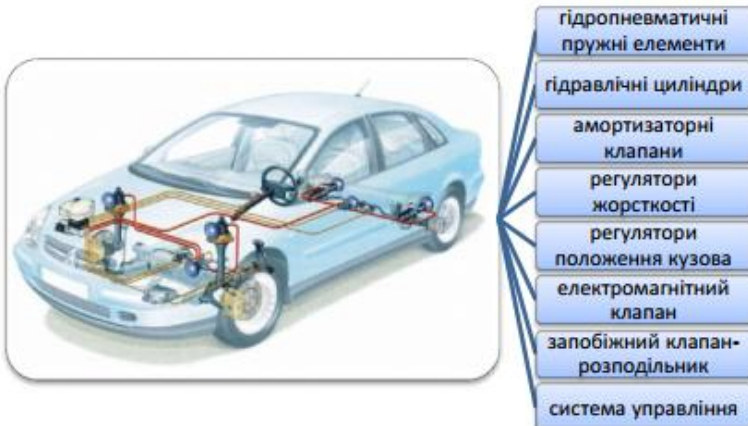


Рисунок 2.3 – Будова гідропневматичної підвіски

### Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які елементи конструкції входять у групу деталей, що забезпечують підресорювання осі коліс?
2. З якого матеріалу можуть бути виконані пружні елементи?
3. Що собою являє звичайна трапецеїдна ресора?
4. Якої форми можуть бути виконані пружини і на що це впливає?
5. Які розрізняють форми торсіонів?
6. Яку функцію в підвісці виконують штанги та важелі?

7. Якої форми можуть бути виконані важелі підвіски?

8. У чому полягають особливості пневматичної підвіски?

9. Що собою являє пружний елемент гідропневматичної підвіски?

## 2.6 Рульове керування автомобілів

Загальні відомості про рульове управління: призначення; загальна будова; способи керування; система позначень; основні схеми керувань. Вимоги, що пред'являються до надійності та безпеки; економічні вимоги; вимоги, що визначаються умовами керування автомобілем. Класифікація рульових управлінь: загальна; класифікація механізмів, приводів, підсилювачів. Основні технічні параметри рульового керування.

Література: [1], с. 16–45; [2], с. 255–256; [5], с. 293–313; [6], с. 196–204; [7], с. 106–110.

Вивчення матеріалу цієї теми варто почати із з'ясування призначення рульового керування і розгляду принципу повороту автомобіля. Завданням рульового керування є, можливо, більш однозначне перетворення кута повороту рульового колеса в кут повороту коліс та передача водію через рульове колесо інформації про стан руху автомобіля. Система рульового керування призначена для управління криволінійним рухом колісних транспортно-тягових засобів (систем) у горизонтальній площині, при якому здійснюється цілеспрямоване формування траєкторії центру мас (кожного з ланок – автопоїзда), орієнтація поздовжньої осі (носової ланки та взаємного розташування осей усіх наступних ланок) машини. Треба пам'ятати, що при відсутності ковзання, осі всіх коліс перетинаються в одній точці, що є центром повороту, і отже колеса повинні повертатися на різні кути.

Далі слід перейти до розгляду загального пристрою рульового керування. При цьому треба зрозуміти, що основними складовими частинами рульового керування є рульовий механізм, рульовий привід та за необхідністю застосовується підсилювач рульового керування із відповідно властивими їм окремими елементами конструкції.

Рекомендовано розглянути способи керування автомобілем: кінематичний; динамічний або силовий; комбінований. При цьому слід зрозуміти, що кінематичний спосіб пов'язаний зі зміною взаємного положення коліс, опор, осей і зчленованих ланок, а динамічний або силовий спосіб керування полягає в регулюванні величини та напрямку кутових швидкостей коліс при постійному їх взаємному розташуванні.

Особливу увагу слід приділити системі позначень рульових керувань, до якої входять буквені, цифрові та символні позначення. Наприклад, схему рульового керування двовісного автомобіля з керованими колесами передньої осі позначають 1-0, тривісні автомобілі в залежності від компонування та числа керованих коліс можуть мати позначення рульового керування 1-00, 12-0 і 1-0-3 – відповідно зі зближеними задніми осями, передніми або рівномірним розміщенням осей, рульові керування чотиривісних автомобілів позначають 12-00, 1-2-00, 1-00-4, 12-34.

При розгляді схем рульових керувань необхідно розглянути схеми з поворотними колесами, схеми зчленованих автомобілів, автомобілів з неповоротними колесами.

Далі рекомендовано розширено розглянути: вимоги до надійності та безпеки рульових керувань; вимоги, які визначаються умовами керування автомобілів; економічні вимоги. Так, наприклад, для забезпечення безпеки вал рульового колеса повинен згинатися або розчіплюватися при аварії, труба рульової колонки та її кріплення не повинні перешкоджати цьому процесу; рульове колесо повинне деформуватися при аварії та поглинати передану на енергію, при цьому воно не повинно руйнуватися, утворювати уламки та гострі кромки. Рульове керування, що забезпечує хорошу керованість автомобіля, повинно характеризуватися наступним: поворотний момент на колесі не повинен бути занадто великим, проте автоматичне повернення рульового колеса в нейтральне положення має бути забезпечене навіть при невеликих швидкостях руху; керування має бути легким, що забезпечується підвищенням ККД та правильним вибором його передавального числа за досить швидкої «реакції шин»; кут повороту керованих коліс повинен бути достатньо великим, щоб діаметр розвороту автомобіля за габаритом був можливо меншим та інші.

Далі слід усвідомити ознаки класифікації рульових керувань: за способом керування; за видом керованих елементів; за розташуванням рульового колеса; за числом керованих мостів (осей) та їх компонуванню на автомобілі; за типом рульового приводу. Рульові механізми та рульові приводи рульових керувань мають окремо свої ознаки класифікації та відповідно до них конструктивне виконання. Так, рульові механізми класифікують за наступними ознаками: за передатним числом; за типом рульової передачі; за способом забезпечення пасивної безпеки.

При розгляді основних технічних параметрів рульового керування слід розглянути наступні: мінімальний радіус повороту, для цього необхідно використати схему повороту автомобіля; ККД; кутове та силове передатне число; параметри рульового колеса.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. Сформулюйте призначення системи рульового керування автомобіля.
2. З яких загальних частин складається система рульового керування автомобілем?
3. Що розуміється під кінематичним способом керування автомобілем?
4. Що розуміється під динамічним способом керування автомобілем?
5. Розшифруйте позначення рульового керування 12-00 та наведіть марки автомобілів, що йому відповідають.
6. Які розрізняють схеми керування автомобілями?
7. Назвіть переваги динамічного способу керування автомобілем.
8. За якими загальними ознаками класифікують рульові керування автомобілів?
9. Які розрізняють типи рульових механізмів за типом рульової передачі?
10. Які розрізняють типи рульових механізмів за способом забезпечення пасивної безпеки?
11. Назвіть основні технічні параметри, за якими здійснюється оцінка рульових керувань автомобілів.

12. Напишіть формулу для визначення передатного числа рульового механізму.

## 2.7 Рульові механізми

Рульові механізми: призначення; вимоги, що пред'являються. Механізми з шестеренними передачами (рейкової парою). Механізми з гвинтовою передачею: гвинтова передача з кривошипом; гвинтова передача з важелем; гвинтова передача з хитним рульовим валом; гвинтова передача з гайкою, що повертається; гвинтова передача з комбінованими передачами: зубчастою парою (гвинторейкова); гвинтова передача з двоплечим важелем. Механізми з кривошипною передачею. Механізми з черв'ячною передачею. Рульові колонки.

Література: [1], с. 51–84; [2], с. 256–257; [5], с. 301–310.

По-перше, слід усвідомити про те, що рульовий механізм включає наступні елемент конструкції: рульову пару, яку іноді називають рульовою передачею, що розміщена у картері; рульовий вал; рульову колонку; рульове колесо. При цьому, з умов компонування рульового механізму рульовий вал може складатися з двох або трьох частин, що з'єднуються шарнірами.

Далі слід розглянути вимоги, які висуваються до рульових механізмів. Основними є: високий ККД у прямому напрямку (при передачі зусилля від рульового колеса)  $\eta=0,6-0,95$  для полегшення керування автомобілем та дещо знижений ККД  $\eta=0,55-0,85$  у зворотному напрямку для зниження сили поштовхів, що передаються на рульове колесо від керованих коліс при наїзді на нерівності; оборотність рульової пари, щоб рульовий механізм не перешкоджав стабілізації керованих коліс та інші.

Треба розглянути рульові механізми із шестеренними передачами. Такі механізми виконують у вигляді редуктора із зубчастих коліс (застосовується рідко) або у вигляді пари з шестерні та рейки – механізм із зворотно-поступальним рухом на виході. Шестеренні передачі використовуються в рульових керуваннях автомобілів в основних та проміжних редукторах. Проміжні редуктори розширюють можливості компонування кермових управлінь на автомобілях.

При розгляді рульових механізмів з гвинтовою передачею слід усвідомити наступне. У гвинтових передачах використовують різні конструктивні рішення для трансформації зусиль і закономірностей зміни передавальних чисел. Такі рульові передачі мають гвинти з обертовими і нерухомими гайками, які поєднанні з важелями, кривошипамі й т. п. При цьому механізми можуть мати різне конструктивне виконання: гвинтоважільні (нині застосовуються рідко, оскільки мають низький ККД і компенсувати знос регулюванням неможливо); «гвинт-гайка-важіль»; «гвинт, що гойдається, і гайка»; «гвинт і гайка, що гойдається»; гвинторейкові.

Також для розуміння особливостей механіки перетворення обертального руху у прямолінійний доцільно розглянути конструктивне виконання рульових механізмів з кривошипною передачею. По конструкції кривошипа такі рульові механізми поділяються за наступними ознаками: з одним ковзним пальцем (шипом); з одним ковзним пальцем, що повертається; з двома ковзними пальцями; з одним пальцем, що обертається; з двома пальцями, що обертаються.

У подальшому необхідно розглянути конструкції рульових механізмів з черв'ячною передачею:

- глободний черв'як-ролик (черв'ячно-роликові), що встановлюють на легкових та вантажних автомобілях в основному малої та середньої вантажопідйомності. Ці передачі характеризуються порівняно високим ККД, що залежить від типу підшипників черв'яка та ролика ( $\eta_1=0,80\div 0,90$ ;  $\eta_2=0,70\div 0,75$ ), і приблизно постійним передатним числом, яке змінюється в межах 5–7%;

- з передачею «циліндричний черв'як – бічний зубчастий сектор (черв'ячно-спіроїдні)», що мають порівняно високу міцність і зносостійкість, так як черв'як контактує зі спіралеподібними зубами сектора практично по всій їх довжині, що дозволяє використовувати їх на автомобілях з підвищеними навантаженнями на керовані колеса.

При розгляді компоновки і конструкцій рульових колонок слід звернути увагу на наступне. В конструкції рульового керування легкових та вантажних автомобілях знаходять застосування травмобезпечні рульові колеса з маточиною, яка розташована нижче площини обіду. Використовуються рульові колеса з м'якими накладками на маточини різної форми та розмірів, пружні рульові колеса, розчленовані рульові вали та карданні передачі. Розміщення

рульового колеса колонки та рульової передачі повинно виключати упор і забезпечити безпечне усунення їх при зіткненні автомобіля з перешкодою. Для забезпечення можливості усунення рульового колеса при зіткненні використовують шліцові або кулькові телескопічні з'єднання у валах рульової колонки та карданних зчленуваннях. Енергопоглинаючі пристрої, що вбудовуються в рульові колонки, не повинні знижувати жорсткість рульового керування, щоб не погіршувалася керованість автомобіля. З точки зору пасивної безпеки, основною вимогою до таких пристроїв є забезпечення стабільності заданого зусилля деформації під час всього терміну експлуатації.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. З яких елементів конструкції складається рульовий механізму?
2. Які вимоги висуваються до конструкції рульового механізму?
3. У якому вигляді можуть бути побудовані шестеренні рульового механізму?
4. Що собою являє рульовий механізм з гвинтовою передачею?
5. Що собою являє рульовий механізм з кривошипною передачею?
6. Якими окремими елементами конструкції можуть бути представлені черв'ячні рульові механізми автомобілів?
7. Які особливості конструкції мають травмобезпечні рульові колонки?

### **2.8 Підсилювачі рульового керування**

Підсилювачі рульового управління: призначення; вимоги, що пред'являються; компоновка елементів; класифікація. Принцип дії підсилювачів. Пневматичні підсилювачі. Електричні підсилювачі. Гідравлічні підсилювачі. Елементи конструкції підсилювачів: розподільник пневматичного підсилювача, гідравлічного підсилювача; центруючий елемент; реактивний пристрій; джерела живлення підсилювачів. Підсилювачі з інтегрованими спеціальними пристроями: підсилювачі з гідрогазовими акумуляторами;

підсилювачі з корекцією зусилля на рульовому колесі; підсилювачі з кроковими гідроприводами.

Література: [1], с. 85–152; [2], с. 263–265.

По-перше, слід усвідомити на які елементи конструкції рульового керування може бути додатково прикладене зусилля для полегшення керування автомобілем та за рахунок чого ці зусилля можуть бути створені. Необхідно з'ясувати основні вимоги, які висуваються до підсилювачів рульового керування. А такими є: зниження енергетичних витрат водія при маневруванні з низькими швидкостями або на повороті керованих коліс (ланки зчленованого автомобіля) на місці на поверхнях з високими зчпними властивостями; забезпечення оптимальних за ергономічними умовами навантажувальних та швидкісних показників рульового управління під час руху з високими і середніми швидкостями, тобто таких зусиль на рульовому колесі, при яких чутливість водія та точність дозування керуючих впливів найбільші, а стомлюваність найменша; забезпечення кінематичної та силової слідчої дії (кінематична – пропорційність між кутовим переміщенням рульового колеса та кутом повороту керованих коліс; силова – пропорційність між силою, приложеною до рульового колеса, і силою опору повороту керованих коліс) та інші.

По-друге, слід усвідомити ознаки за якими класифікують підсилювачі, а саме: за родом робочого середовища або енергії, яка використовується; за принципом дії робочого середовища; за компонованням основних елементів; за конструкцією розподілювача; за дією на рульове колесо; за конструкцією силового циліндра.

Далі слід зрозуміти принцип дії гідравлічного підсилювача, який полягає у тому що при повороті рульового колеса спочатку приводиться в дію розподільний орган (розподільник), керуючий потоком робочого середовища, що направляє в силовий циліндр з насоса. При досягненні в циліндрі необхідного тиску поршень повертає пов'язані з ним керовані колеса. При цьому зворотний жорсткий зв'язок між колесами та розподільчим органом закриває клапан, і рух потоку робочого середовища припиняється. Особливу увагу рекомендовано звернути на типи розподілювачів, які можуть

бути з безперервною циркуляцією рідини і з періодичною подачею рідини.

Далі треба звернути увагу на компоновання пневматичних підсилювачів.

Потім слід розглянути електричні підсилювачі. Використання електричної енергії в підсилювачах розширює можливості оптимізації характеристик кермового керування автомобіля з позицій керованості, стійкості руху та ергономіки. Електричні підсилювачі з використанням малогабаритних високооборотних регульованих двигунів постійного струму мають високу швидко дію і забезпечують підсилювачу точну слідкуючу дію. Електричні підсилювачі легко поєднуються з електронними системами керування, що вмикають мікропроцесори. Подібні системи керування режимом роботи підсилювача мають великі можливості логічної обробки вихідної інформації – сигналів різних датчиків при виробленні керуючого впливу, можуть виконуватися багаторежимними або програмованими для врахування особливостей конкретного автомобіля та умов його експлуатації.

При розгляді компоновання гідравлічних підсилювачів слід звернути увагу на місця розташування розподільвачів та силових циліндрів.

Далі треба розглянути особливості окремих складових частин розподільників: центруючого елемента; реактивного пристрою. Впускний клапан розподільника повітря пневматичного підсилювача і золотник розподільника гідравлічного підсилювача повинні повертатися зі зміщеного або відкритого стану в початковий (нейтральний або закритий) примусово. Для встановлення золотника, клапана, важеля або коромисла в нейтральне положення застосовуються клапанні пружини, центруючі пружини, використовується тиск робочої рідини та реактивні клапани, які, перебуваючи під дією стисненого повітря, прискорюють повернення у вихідне положення впускних клапанів. Однією з найважливіших якостей звичайного рульового керування є здатність створювати у водія так зване почуття дороги або відчуття здійсненого ним повороту. Воно полягає в тому, що зі збільшенням опору повороту керованих коліс зростає і зусилля на рульовому колесі. Цією якістю реактивного прогресивного впливу на рульове колесо має володіти і рульове керування з підсилювачем, вбудованим у його систему.

Реакція на рульовому колесі створюється дією центруючих елементів. Однак ця реакція має майже постійну величину і не створює водію «почуття дороги». Реакція створюється також тиском робочого середовища та реактивного плеча в системі приводу. Реактивні елементи, що знаходяться під тиском робочого середовища, за конструкцією відрізняються великою різноманітністю, але можуть бути зведені до двох форм – реактивного клапану та реактивної камери.

Далі потрібно усвідомити, що основним джерелом живлення для роботи пневматичного підсилювача є компресор, що подає повітря в загальний ресивер. Гідравлічні підсилювачі забезпечуються робочою рідиною від насоса.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. З яких окремих частин складається підсилювач рульового керування?
2. Назвіть основні, на Ваш погляд, вимоги, які висуваються до конструкції рульового підсилювача.
3. За якими ознаками класифікують рульові підсилювачі?
4. У чому полягає принцип дії гідравлічного підсилювача?
5. Які елементи входять до складу пневматичного підсилювача рульового керування?
6. Назвіть місця розміщення силового циліндра гідравлічного підсилювача.
7. Назвіть місця розміщення розподільника гідравлічного підсилювача.
8. Яке призначення центруючого елемента у розподільнику?
9. Якими елементами у конструкції розподільника може бути виконаний центруючий елемент?
10. Яке призначення реактивного пристрою у конструкції розподільника?
11. Якими елементами у конструкції розподільника може бути виконаний реактивний пристрій?

## 2.9 Гальмівні системи

Призначення гальмівних систем; класифікація; вимоги, що пред'являються до них; критерії оцінки конструктивних схем. Гальмівні механізми: елементи конструкції колодкових гальмівних механізмів; елементи конструкції дискових гальмівних механізмів. Конструкції трансмісійних гальм. Гальмівні приводи: механічний гальмівний привід; гідравлічний гальмівний привід.

Література: [2], с. 289–308; [5], с. 314–338; [6], с. 206–218; [7], с. 111–116.

По-перше, потрібно зрозуміти призначення гальмівного керування автомобіля. Гальмівне керування автомобіля призначене для уповільнення його руху аж до повної зупинки та утримання на місці на стоянці. Гальмівне керування є найважливішим засобом забезпечення активної безпеки автомобіля. Для зниження швидкості руху автомобіля, швидкої зупинки та утримання його на стоянках кожен автомобіль обладнується гальмами (гальмівними механізмами). При цьому слід усвідомити, що у відповідності з міжнародним стандартом ISO 611 гальмівне керування одиночного колісного транспортного засобу (автомобіля) повинно включати наступні гальмівні системи: робочу; запасну; стоянкову; допоміжну.

По-друге, слід також усвідомити, що примусове уповільнення автомобіля може здійснюватися різними способами: механічним (фрикційним), який за формою поверхонь тертя виконується дисковим, барабанним (колодковий; стрічковий); гідравлічним; електричним; позаколісним гальмуванням.

Далі слід розглянути вимоги до гальмівних систем, які регламентовані правилами № 213 ЕОК ООН: можливість гальмування автомобіля з максимальною інтенсивністю; гострота спрацьовування гальмівної системи; зручність керування системою, яке визначається зусиллям на педалі та її ходом; правильне розподілення гальмівного зусилля по колесах; деталі, прилади та механізми повинні мати малі вагу та габарити при достатній їх міцності та надійності; конструкція гальмівних механізмів має забезпечувати хороше відведення тепла від поверхонь тертя; прилади та механізми гальмівної системи повинні мати надійний захист від забруднення та пошкодження при русі

автомобіля по нерівній, і брудній дорозі; деталі гальмівної системи, що труться, повинні мати високу зносостійкість; гальмування автомобіля не повинно супроводжуватись скрипом; конструкція всіх приладів та механізмів гальмівної системи повинна забезпечувати простоту та зручність регулювання та обслуговування; допоміжна гальмівна система (стоянкове гальмо) повинна надійно та протягом необмежено тривалого часу утримувати навантажений автомобіль на спуску або на підйомі з ухилом не менше ніж 16%. Для тягача автопоїзда допоміжна гальмівна система повинна утримувати весь автопоїзд на спуску або підйомі з ухилом не менше 8%.

Далі переходимо до розгляду критеріїв оцінки конструктивних схем гальмівних механізмів: коефіцієнт гальмівної ефективності; стабільність; врівноваженість. При цьому, слід звернути увагу на типи колодкових гальмівних механізмів: з фіксованим розтискним кулаком; з рівними розтискними зусиллями; з рівними розтискними зусиллями і рознесеними опорами; з плавальними колодками.

При розгляді дискових гальмівних механізмів слід усвідомити, що вони можуть бути виконані з нерухомим диском, і з диском, що обертається. Конструкція останнього механізму може бути з нерухоною та рухоною скобою.

При розгляді трансмісійних гальмівних механізмів слід звернути увагу на місця їх встановлення: на вихідному валу коробки передач, на вихідному валу роздавальної коробки та реалізацію принципу гальмування.

Далі слід перейти до розгляду типів приводів гальмівних механізмів. При ознайомленні з гідравлічним приводом доцільно спочатку з'ясувати про його переваги та недоліки у порівнянні із механічним, а потім про загальне компонування приладів. Слід розуміти, що за принципом дії гідравлічні гальмівні приводи поділяються на три типи: простий гідравлічний привід; гідравлічний привід із підсилювачем; гідравлічний привід з використанням енергії від стороннього джерела (гідравлічний привід із насосом). Гідравлічний привід складається з наступних елементів конструкції: головного гальмівного циліндра із ємністю для спеціальної рідини; робочого гальмівного циліндра (за кількістю коліс та приводних колодок); регулятора гальмівних сил; магістралі у трубопроводах, які з'єднують між собою окремі гідравлічні прилади.

## Контрольні запитання для самоперевірки

1. З яких систем складається гальмівне керування автомобіля?
2. Яке призначення допоміжної гальмівної системи?
3. Якими способами може здійснюватися примусове уповільнення автомобіля?
4. Назвіть норму уповільнення легкових автомобілів.
5. Що розуміється під коефіцієнтом гальмівної ефективності?
6. Які існують конструкції барабанних колодкових гальмівних механізмів?
7. Назвіть основні елементи конструкції колодкового барабанного гальмівного механізму.
8. Які деталі закріплюються на опорному диску гальмівного механізму?
9. Назвіть основні елементи конструкції дискового гальмівного механізму.
10. Які недоліки мають дискові гальмівні механізми?
11. Які переваги мають дискові гальмівні механізми?
12. За якою ознакою розділяються гідравлічні приводи гальмівних механізмів?
13. З яких приладів складається звичайний гідравлічний привід гальмівних механізмів?

### 2.10 Пневматичний гальмівний привод

Різновиди приводу і принципові схеми. Елементи конструкції приводу: призначення, розміщення, конструктивні виконання; контури приводів. Конструкції гальмівних кранів: одномагістральні крани прямої дії; двомагістральні крани прямої дії; комбінований тримагістральний кран; гальмівні крани причепів зворотної дії. Конструкції розподільників повітря причепів. Конструкції робочих апаратів: гальмівні камери; гальмівні циліндри. Комбіновані типи гальмівних приводів: пневмогідравлічний привод; електропневматичний привод.

Література: [2], с. 302–307; [7], с. 117–120.

По-перше, слід визначитись із типажом автомобілів, в конструкції яких застосований пневматичний привід гальмівних механізмів. Пневматичний привід застосовується на автомобілях та автомобільних поїздах середньої, великої та особливо великої вантажопідйомності, і на автобусах.

Завдяки використанню енергії стисненого повітря цей привід дозволяє суттєво полегшити роботу водія. Далі слід зрозуміти, що пневматичний привід включає наступні елементи: ті, що живлять стислим повітрям керуючі, регулюючі елементи, що поліпшують експлуатаційні якості, та надійність, сигнальні елементи різного типу. У порівнянні з гідравлічним приводом, пневматичний конструктивно складніше і дорожче, має меншу (в 10–15 разів) швидкість, має більшу вагу і габарити. Залежно від принципу взаємозв'язку з причіпними ланками пневматичний привід може бути однопровідним і двопровідним.

Переходимо до розгляду безпосередньо конструкцій: компресорів; регуляторів тиску; ресиверів; гальмівних кранів; повітродозподільників; гальмівних камер. При цьому слід звернути увагу, що вищезазначені прилади пневматичного приводу можуть входити до відповідних контурів. Так, одноконтурні приводи керуються односекційним (одномагістральним) гальмівним краном, який роздає паралельними потоками стиснене повітря по всіх робочих гальмівних апаратах. Усі ресивери у такому приводі з'єднані послідовно. Одномагістральний привід найбільш простий і дешевий і застосовується внаслідок цього частіше, ніж інші. Однак одномагістральний привід менш надійний: при виході будь-якої з паралельних магістралей він стає непрацездатним. На відміну від одноконтурних дво-, три- та багатоконтурні приводи мають абсолютно самостійні гальмівні контури, кожен з яких наводиться своєю секцією гальмівного крана та живиться від окремого ресивера. Ресивери заряджаються від компресора або через індивідуальні магістралі і між собою не пов'язані, або через однієї загальної магістралі, але між собою розділені зворотними клапанами. Усі секції гальмівних кранів об'єднані в загальному блоці та приводяться в дію від однієї педалі. Головною перевагою двох-, трьох- та багатоконтурних приводів є їх висока надійність дії. При виході з ладу одного з контурів інші продовжують діяти і автомобіль може бути загальмований. Однак дво-, три- та багатоконтурні приводи складні за

конструкцією, дорогі і більш трудомісткі в обслуговуванні. Застосування таких приводів виправдовується на автобусах, багатовісних великовантажних шасі та тягачах.

При розгляді гальмівних кранів потрібно усвідомити наступне. Розрізняють крани прямої дії та зворотної дії. Керування гальмівними контурами автомобілів і тягачів та гальмівними контурами причепів (при двопровідному приводі до них) здійснюється кранами прямого дії, що пропускають стиснене повітря з ресиверів безпосередньо в гальмівні апарати тягачів та у магістраль управління причепів. При однопровідному приводі контури причепів керуються завжди кранами зворотної дії, що знижують магістралі керування до причепів (у сполучних магістралях) тиск повітря аж до атмосферного.

При розгляді повітророзподільників причепів потрібно усвідомити наступне. Залежно від типу пневматичного гальмівного приводу до причепа, розподільники повітря поділяються на повітророзподільники однопровідного приводу та двопровідного приводу. Класифікація повітророзподільників за конструкцією механізмів, що стежать, різновиди клапанів ідентична класифікації самих гальмівних кранів. Рекомендовано розглянути конструкції повітророзподільників з плоскими гумометалевими клапанами подвійної дії та діафрагмово-поршневі розподільники повітря.

При розгляді робочих гальмівних апаратів слід зрозуміти наступне. Робочі апарати служать для перетворення енергії стисненого повітря в механічну роботу розтискного пристрою колісного гальма. Практичне поширення набули робочі апарати двох типів – гальмівні камери та гальмівні циліндри.

Далі рекомендовано розглянути комбіновані приводи.

Пневмогідралічний привід поєднує в собі всі переваги пневматичного (легкість управління, точність стеження та ін.) та гідралічного (підвищена швидкодія, малі габарити та вага та ін.) приводів. До недоліків пневмогідралічного приводу слід віднести: відмова всієї системи при виході з ладу будь-якої частини приводу; велика конструктивна складність та вартість; підвищена номенклатура запчастин та збільшений обсяг робіт з технічного обслуговування тощо. Швидкодія пневмогідралічного приводу в 1,5–3 рази краща, ніж у пневматичного.

Електропневматичний привід найбільш перспективний для багатоланкових автопоїздів (з кількістю ланок до 10–15). Жоден з

існуючих гальмівних приводів для таких автопоїздів неприйнятний через громіздкість та складність (гідравлічний) або через недостатню швидкодію (пневматичний). У електропневматичних приводах функції управління покладено на електричні комунікації, що забезпечують високу швидкодію, силові функції – на пневматичну частину приводу. Завдяки можливості розміщення ресиверів поблизу гальмівних осей ланок автопоїзда можна до мінімуму звести час спрацювання пневматичної частини, а легкість розгалуження електроланцюгів пневмомагістралей дозволить запровадити багатоконтурність та автономність для підвищення надійності гальмівних систем. Електропневматичні приводи за способом стеження поділяються на два типи: на приводи, у яких стеження здійснюється пневматичними приладами, а електричні комунікації забезпечують лише швидкість увімкнення та вимкнення приводу; на приводи, у яких стеження, включення та вимкнення досягається електричним способом. До недоліків електропневматичних приводів слід віднести: значна витрата електроенергії (100–120 Вт на кожен електромагніт при силі струму 10–12 А) та менша точність стеження; напружений тепловий режим електромагнітів та можливість відмови їх при перегріві; велика чутливість до механічних ушкоджень та зовнішніх впливів (пил, бруд).

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. У чому полягають переваги пневматичного приводу?
2. Які елементи входять до складу керуючих процесом гальмування?
3. Які прилади відносяться до елементів, що поліпшують експлуатаційні якості та надійність гальмівної системи?
4. У чому полягає особливість одноконтурного приводу?
5. У чому полягає особливість двоконтурного приводу?
6. Що є зовнішньою ознакою двоконтурного приводу?
7. Якої дії розрізняють гальмівні крани?
8. Які розрізняють гальмівні крани за конструкцією слідкуючого пристрою?
9. Чим відрізняється двосекційний кран від односекційного крана?

10. Яке призначення мають гальмівні крани та гальмівні циліндри?

11. Які недоліки має пневмогідралічний привід гальмівних механізмів?

12. Які розрізняють електропневматичні приводи за способом слідкування за параметром гальмування?

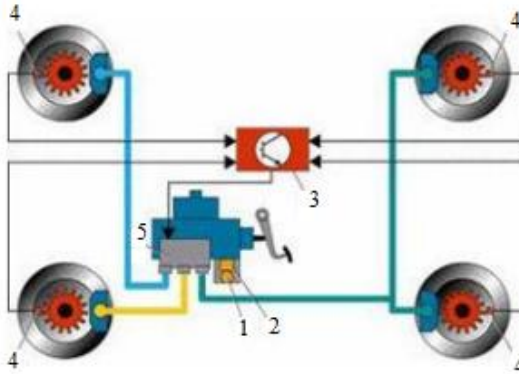
## **2.11 Антиблокувальні електронні системи гальмування**

Антиблокувальна система: призначення; загальна будова; принцип роботи. Типи антиблокувальних систем. Особливості керування автомобілем з АБС. Антиблокувальна система гальм автомобіля Fiat Uno (Turbo).

Література: [2], с. 309–311.

Насамперед слід усвідомити, що у сучасних автомобілях проблему блокування коліс при гальмуванні вирішує спеціальна активна система безпеки – антиблокувальна система (АБС), яка у автоматичному режимі перешкоджає блокуванню коліс, забезпечує при цьому ефективне гальмування, зберігаючи керуваність.

Далі слід приділити увагу загальній будові антиблокувальної системи та місцям розміщення її основних приладів. До основних елементів конструкції АБС відносяться: датчики частоти обертання коліс; електронний блок керування; виконавчі пристрої – гідромодулятори (рис. 2.4).



1 – гідронасос; 2 – акумулятор тиску; 3 – електронний блок керування;  
 4 – колісні датчики швидкості; 5 – блок електромагнітних клапанів  
 Рисунок 2.4 – Загальна будова антиблокувальної системи автомобіля

Потім слід усвідомити порядок роботи системи, якій включає три етапи. Перший етап – виникнення критичної ситуації (ризик блокування коліс), електронний блок приймає рішення про увімкнення гідравлічного блоку. Другий етап – робота гідравлічного блоку, періодичне підвищення та зниження тиску у гальмівній системі. Третій етап – вимкнення системи під час розблокування колеса.

У подальшому рекомендовано звернути увагу на типи антиблокувальних систем: одноканальна; двоканальна; триканальна; чотириканальна. Так, наприклад, чотириканальна система – найбільш досконала антиблокувальна система, у ній на кожному колесі є датчик і клапани, чим досягається максимальний контроль та можливість керування кожним колесом незалежно від інших. Одноканальна система керує відразу всіма колесами одночасно, в такій системі передбачено по одному впускному та випускному клапану, і тиск рідини змінюється одразу у всій гальмівній системі. Зазвичай одноканальна система керує лише колесами ведучої осі, при цьому використовується один датчик. Така система не відрізняється ефективністю і часто може давати збій. У двоканальній системі окремо керуються колеса кожного борта. АБС цього типу непогано працює, тому що дуже часто автомобіль в екстрених ситуаціях з'їжджає на узбіччя, і в момент вмикання АБС колеса правого та лівого бортів знаходяться на поверхнях з різними характеристиками,

тому для їх ефективного гальмування необхідно використати різні алгоритми АБС. При триканальній системі колеса задньої осі керуються одним каналом (як в одноканальній системі), а передні колеса мають індивідуальне керування.

### **Контрольні запитання для самоперевірки**

1. Які прилади входять до складу антиблокувальної системи?
2. Назвіть етапи роботи антиблокувальної системи.
3. Що собою являє одноканальна антиблокувальна система?
4. Чим відрізняються між собою дво- і чотиріканальні антиблокувальні системи?

### 3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Під час вивчення питань та засвоєння навчального матеріалу здобувачі вищої освіти обов'язково виконують лабораторні роботи за наступною тематикою.

1. Ходова частина автомобілів.
2. Підвіска автомобілів.
3. Рульове керування автомобілів.
4. Гальмівні системи автомобілів.

Лабораторні роботи проводяться на базі матеріально-технічного забезпечення аудиторного фонду кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки» у відповідності з методикою, яка наведена у методичних вказівках [9]. При цьому, якщо у деяких випадках є неможливим бути присутнім безпосередньо у відповідних аудиторіях кафедри, то рекомендується теоретично розглянути навчальний матеріал у відповідності з наведеною інформацією, та обов'язково під час самостійних занять необхідно письмово виконати домашнє завдання.

Контроль засвоєння навчального матеріалу може здійснюватися як безпосередньо самим здобувачем, так і викладачем, під час здійснення контрольних заходів. Для цього за текстом передбачені контрольні запитання для самоперевірки.

## 4 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Дисципліною «Ходова частина та системи керування автомобілів» передбачено одна контрольна робота, яка має п'ять окремих завдань. Марка автомобіля для контрольної роботи обирається здобувачем відповідно до варіанта за номером у списку в журналі згідно таблиці А.1 додатку А.

Контрольна робота виконується в процесі вивчення дисципліни. Оцінювання знань з контрольної роботи здобувач отримує або за результатами перевірки письмових відповідей на контрольні запитання, або при особистій співбесіді з викладачем. Оформляти роботи рекомендується в зошиті або на аркушах паперу формату А4 (297x210), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі, або у електронному вигляді. Електронний вигляд роботи надсилається на перевірку через систему дистанційного навчання Moodle. На обкладинці зошита варто вказати назву дисципліни, групу, прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти. Наприкінці роботи приводиться «Перелік джерел посилань», на які надані посилання у відповідях, з обов'язковою вказівкою по кожному джерелу бібліографічних даних. Контрольна робота повинна бути підписана здобувачем.

При виконанні контрольної роботи рекомендується дотримуватися наступної послідовності.

1. Ознайомитися зі змістом завдань, уважно прочитати відповідно до теми необхідну літературу, вивчити наведені схеми та рисунки (креслення).

2. На підставі розглянутого та визначеного для надання відповідей допоміжного матеріалу навести рисунки, скласти необхідну схему (структурну, принципову, кінематичну, гідравлічну та ін.) заданого елемента конструкції (системи, окремого приладу тощо). При складанні схем варто керуватися правилами ЕСКД (ГОСТ 2.701-2008, 2.702-2011, 2.703-2011, 2.704-2011) та вимогами ДСТУ 3008-2015.

3. Скласти короткий опис схеми з урахуванням вимог, зазначених у змісті завдання.

Не будуть зараховані роботи, що містять неповну відповідь або громіздкий опис, що повторює матеріал підручника, посібника тощо.

## **Перелік завдань до контрольної роботи «Ходова частина та системи керування автомобіля (марка)»**

**Завдання 1.** Напишіть про призначення ходової частини автомобіля та складіть її загальну схему, або наведіть загальне зображення у складі автомобіля з позначенням її основних елементів (рама, підвіска, елементи рушії, мости (осі)). Приведіть у розрізі будову автомобільної шини та диска колеса, позначте їх основні складові. Дайте пояснення цифрам та буквам, які входять до розмірностей диска та шини колеса.

**Завдання 2.** Напишіть про призначення підвіски автомобіля і наведіть зображення передньої та задньої підвісок з позначенням всіх елементів. Складіть схеми підвісок. Напишіть про призначення і принцип роботи пружного елемента (ів), направляючих елементів передньої та задньої підвісок. Складіть схеми кутів установки керованих коліс, позначте кожен із кутів, наведіть їх численні значення та поясніть їх призначення.

**Завдання 3.** Напишіть про призначення амортизатора, наведіть його зображення з позначенням всіх елементів і коротко сформулюйте принцип роботи. Складіть схему амортизатора і напишіть про його роботу при плавному і різкому ходах стискання та віддачі.

**Завдання 4.** Напишіть про призначення рульового керування і наведіть його зображення з позначенням основних елементів конструкції. Складіть загальну схему рульового керування. Складіть характеристику рульового керування за ознаками класифікації. Окремо наведіть зображення рульового механізму з позначенням його елементів конструкції, напишіть про порядок передачі та перетворення обертального руху. Складіть характеристику рульового механізму. Окремо наведіть схему рульового приводу. *При наявності підсилювача рульового керування:* наведіть загальне зображення підсилювача з позначенням основних елементів конструкції; складіть принципіальну схему з позначенням напрямку руху робочого тіла; напишіть про порядок роботи підсилювача при русі автомобіля прямо та при здійсненні повороту ліворуч або праворуч; напишіть про особливості пристрою розподільника підсилювача.

**Завдання 5.** Напишіть про призначення гальмівної системи, її складові частини. Наведіть загальне зображення гальмівної системи та складіть її схему з позначенням всіх елементів. Напишіть про

призначення та принцип роботи окремих елементів конструкції (механізм, привід механізмів тощо). Окремо наведіть зображення гальмівного механізму, зобразіть його схему, складіть характеристику гальмівним механізмам (передній, задній) за ознаками їх класифікації. Окремо наведіть зображення головного та робочого гальмівних циліндрів (для систем із гідравлічним приводом) та напишіть про порядок їх роботи. Окремо наведіть зображення гальмівного крану та розтискних пристроїв гальмівних механізмів (для систем із пневматичним приводом) та напишіть про порядок їх роботи.

*При наявності підсилювача гальмівного приводу:* наведіть загальне зображення підсилювача з позначенням основних елементів конструкції; складіть принципіальну схему з позначенням напрямку руху робочого тіла; напишіть про порядок роботи підсилювача при гальмуванні.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кубіч В. І. Конструкції рульового керування автомобілів : навч. посіб. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 227 с.
2. Кубіч В. І., Слинко Г. І. Складові частини об'єктів транспортного машинобудування : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. і доп. /В. І. Кубіч, Г. І. Слинко. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 363 с.
3. Кубіч В. І. Особливості конструкції всюдихідних комбінованих колісних рушіїв : навч. посіб. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 195 с.
4. Кубіч В. І. Ходова частина гусеничних машин : навч. посіб. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 247 с.
5. Кисликов В. Ф., Луцник В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. – 6-те вид. – К. : Либідь, 2006. – 400 с.
6. Будова автомобіля : навч. посіб. / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський, І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин. – Мелітополь : ВПЦ «Люкс», 2021. – 247 с.
7. Будова і експлуатація автомобіля. [https://shron1.chtyvo.org.ua/Pavliuk\\_O/Budova\\_i\\_ekspluatatsiia\\_avtomobilia.pdf](https://shron1.chtyvo.org.ua/Pavliuk_O/Budova_i_ekspluatatsiia_avtomobilia.pdf)
8. Білан А. М., Гетта В. Г. Методика навчання будови автомобіля : навч. посіб. – Чернігів : 2012. – 333 с.
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автомобілі. Основи конструкції» для студентів усіх форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування, освітня програма – Колісні та гусеничні транспортні засоби. Ч. 2. Шасі. / Укл. : О. С. Слюсаров, В. І. Кубіч. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 94 с.

## Додаток А

### Варіанти завдань

Таблиця А.1 – Вибір варіанта завдання

Номер завдання	Автомобілі
1	легковий неповнопривідний автомобіль з $V_h=1,3-1,8$ л
2	легковий повнопривідний автомобіль з $V_h=1,9-3,5$ л
3	легковий повнопривідний автомобіль з $V_h>3,5$ л
4	легковий неповнопривідний автомобіль з $V_h\leq 1,2$ л
5	вантажний неповнопривідний автомобіль $m=2-8$ т
6	вантажний повнопривідний автомобіль $m=8-14$ т
7	вантажний неповнопривідний автомобіль $m=14-20$ т
8	вантажний повнопривідний автомобіль $m=20-40$ т
9	вантажний автомобіль $m>40$ т
10	автобус з $L=5,0-9,5$ м

Обрати автомобіль для виконання контрольної роботи здобувач вищої освіти може за власним бажанням із переліку автомобілів, технічні описи яких наведено у системі дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.zp.edu.ua/mod/assign/view.php?id=94757>).

**Додаток Б****Приклад оформлення титульного листа до контрольної роботи**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

**Кафедра Автомобілі, теплові  
двигуни та гібридні енергетичні  
установки**

**Контрольна робота**

з дисципліни «Ходова частина та системи керування автомобілів»

**Ходова частина та системи керування  
автомобіля (марка)**

Виконав:

студ. гр. \_\_\_\_\_ / П.І.Б.  
(дата) (підпис)

Перевірив:

\_\_\_\_\_ / П.І.Б.  
(дата) (підпис)

20 \_\_ р.

**Додаток В****Приклад оформлення змісту контрольної роботи**

## Зміст

	Стор.
Формулювання завдання.....	1
1 Завдання 1. Ходова частина .....	2
2 Завдання 2. Підвіска автомобіля .....	5
3 Завдання 3. Амортизатор .....	8
4 Завдання 4. Рульове керування.....	12
5 .....	14
6 .....	17
Висновки.....	19
Перелік джерел посилань.....	20

## Додаток Г

### Приклад формулювання та оформлення завдання

На підставі рекомендованої та іншої літератури (допускається використання електронних ресурсів) сформулювати завдання та надати відповіді на запитання стосовно конструкції автомобіля Lanos. Загальний вид автомобіля наведено на рисунку Г.1.



Рисунок Г.1 – Загальний вид автомобіля Lanos

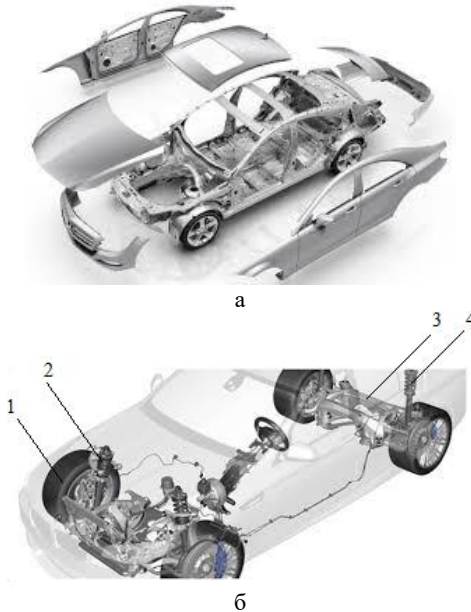
## Додаток Д

### Приклад оформлення відповідей на питання контрольного завдання

**Завдання 1.** Напишіть про призначення ходової частини автомобіля і складіть її загальну схему, або наведіть загальне зображення у складі автомобіля з позначенням її основних елементів (рама, підвіска, елементи рушія, мости (осі)). Наведіть у розрізі будову автомобільної шини та диска колеса, позначте їх основні складові. Дайте пояснення цифрам та буквам, які входять до розмірностей диска та шини колеса.

*Ходова частина автомобіля призначена для .....*

*Елементи конструкції ходової частини частково наведено на  
рисунку Д1.*

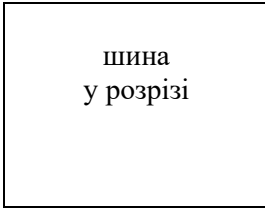


а – деталі кузова; б – передня та задні підвіски:

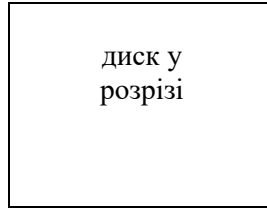
1 – .....; 2 – .....; 3 – .....; 4 – .....

Рисунок Д.1 – Елементи конструкції ходової частини автомобіля Lanos

*Шина з диском колеса автомобіля наведено на рисунку Д.2.*



а



б

а – шина у розрізі: 1 – .....; 2 – .....; 3 – .....

б – диск у розрізі: 1 – .....; 2 – .....; 3 – .....

Рисунок Д.2 – Колесо автомобіля Lanos

*У ходовій частині автомобіля встановлюються шини розміру 185/65R14, диски .....*

*При цьому для шини цифра 185 це ....., цифра 65 це ....., цифра 14 це ....., буква «R» вказує на те, що.....*

*При цьому для диска буква «...» вказує на те, що....., цифра «...» це .....*

**Завдання 2.** Напишіть про призначення підвіски автомобіля і наведіть зображення передньої та задньої підвісок з позначенням всіх елементів. Складіть схеми підвісок. Напишіть про призначення і принцип роботи пружного елемента (ів), направляючих елементів передньої та задньої підвісок. Складіть схеми кутів установки керованих коліс, позначте кожен із кутів, наведіть їх численні значення та поясніть їх призначення.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**Завдання і.**

.....  
 .....  
 .....  
 .....