

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 12 вересня 2024 р.
№ 5

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до лабораторних робіт з дисципліни «Будова автомобіля»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»
освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра автомобілів і транспортних технологій

Рекомендовано на засіданні
кафедри механічної інженерії
23 серпня 2024 р., протокол № 7

Розробники: к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних
технологій Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ;
асистент кафедри автомобілів і транспортних технологій
Олександр ДОБРОВІНСЬКИЙ

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Будова автомобіля» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт» [Електронне видання]. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 52 с.

Розробники: к.т.н., доцент кафедри А і ТТ Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ, асистент кафедри автомобілів і транспортних технологій Олександр ДОБРОВІНСЬКИЙ

Рецензенти:

Дмитро РУБАН – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій.

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій.

Затверджено Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
(протокол № 6 від «28» серпня 2024 р.)

Методичні рекомендації призначені для забезпечення підготовки, виконання та захисту лабораторних робіт з дисципліни «Будова автомобіля» студентами освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» освітньо-професійна програма «Автомобільний транспорт».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

ЗМІСТ

Лабораторна робота №1. Загальна будова автомобілів і двигунів. Кривошипно-шатунний механізм (КШМ). Газорозподільний механізм (ГРМ).	4
Лабораторна робота №2. Визначення геометричних параметрів автомобіля і параметрів двигуна.	8
Лабораторна робота №3. Система мащення та система охолодження двигуна внутрішнього згорання.	12
Лабораторна робота №4. Система живлення бензинових і газових двигунів.	16
Лабораторна робота №5. Система живлення дизельних двигунів.	20
Лабораторна робота №6. Система запалювання та система пуску двигуна внутрішнього згорання.	24
Лабораторна робота №7. Система електропостачання автомобіля: генератор, акумуляторна батарея, регулятор напруги	28
Лабораторна робота №8. Водневі автомобілі на паливних комірках	31
Лабораторна робота №9. Механічна ступінчаста трансмісія автомобіля	35
Лабораторна робота №10. Автоматичні та безступінчасті трансмісії автомобіля	38
Лабораторна робота №11. Підвіска автомобіля	42
Лабораторна робота №12. Механізми керування автомобіля (рульове керування та гальмівна система)	46
Рекомендована література	52

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

Лабораторна робота №1

Тема роботи: Загальна будова автомобілів і двигунів. Кривошипно-шатунний механізм (КШМ). Газорозподільний механізм (ГРМ).

Мета роботи

- Ознайомитися із загальною компоновкою автомобіля та призначенням його основних систем.
- Вивчити конструкцію, принцип роботи та взаємодію елементів двигуна внутрішнього згоряння.
- Засвоїти будову та функціональне призначення кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів.
- Навчитися ідентифікувати основні деталі КШМ і ГРМ на навчальних зразках та схемах.

Обладнання та інструменти

- Навчальні стенди або розрізні макети двигунів внутрішнього згоряння.
- Окремі вузли КШМ та ГРМ (поршень, шатун, колінчастий вал, розподільний вал тощо).
- Плакати та структурні схеми будови автомобіля і двигуна.
- Набір слюсарного інструменту для демонтажу окремих елементів (ключі, викрутки).

Теоретичні відомості

Автомобіль є складною багатокомпонентною технічною системою, у якій усі агрегати та механізми працюють у тісній взаємодії. Основне функціональне призначення автомобіля — перетворення енергії палива в корисну механічну роботу з подальшою передачею цієї роботи на ведучі колеса. Центральним агрегатом автомобіля є двигун, від ефективності та надійності якого значною мірою залежить експлуатаційні характеристики транспортного засобу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Поршневий двигун внутрішнього згоряння працює за принципом періодичного згоряння паливоповітряної суміші безпосередньо в циліндрах. У результаті згоряння виділяється теплова енергія, яка створює тиск на поршень і змушує його здійснювати зворотно-поступальний рух. Цей рух не може бути безпосередньо використаний для приводу коліс, тому в конструкції двигуна застосовується кривошипно-шатунний механізм.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) виконує функцію перетворення зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала. Основними елементами КШМ є циліндр, поршень, поршневі кільця, поршневий палець, шатун, колінчастий вал і маховик. Поршень рухається в циліндрі та сприймає тиск газів, що виникає під час згоряння паливоповітряної суміші. Через поршневий палець зусилля передається на шатун, який, у свою чергу, діє на шатунну шийку колінчастого вала, змушуючи його обертатися.

Поршневі кільця виконують одразу кілька функцій: ущільнення камери згоряння для запобігання прориву газів у картер, відведення тепла від поршня до стінок циліндра та регулювання кількості мастила на поверхні циліндра. Колінчастий вал є основною обертовою деталлю двигуна, що передає крутний момент на трансмісію автомобіля. Маховик, закріплений на кінці колінчастого вала, забезпечує рівномірність обертання, накопичення кінетичної енергії та полегшення пуску двигуна.

Газорозподільний механізм (ГРМ) призначений для організації газообміну в циліндрах двигуна. Його основна функція полягає у своєчасному відкритті та закритті впускних і випускних клапанів відповідно до положення поршня в циліндрі. До складу ГРМ входять розподільний вал, клапани, пружини клапанів, штовхачі, коромисла та механізм приводу розподільного вала.

Принцип роботи ГРМ базується на жорсткому кінематичному зв'язку між колінчастим і розподільним валами. Розподільний вал обертається з удвічі меншою частотою, ніж колінчастий, що відповідає чотиритактному робочому

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

циклу двигуна. Кулачки розподільного вала, взаємодіючи з штовхачами або коромислами, забезпечують примусове відкриття клапанів у визначені моменти часу. Пружини клапанів повертають їх у закрите положення, забезпечуючи герметичність камери згоряння.

Взаємодія КШМ і ГРМ визначає повний робочий цикл двигуна, який складається з чотирьох тактів: впуску, стиснення, робочого ходу та випуску. Під час такту впуску відкривається впускний клапан і в циліндр надходить паливоповітряна суміш. Під час стиснення обидва клапани закриті, а поршень рухається вгору, підвищуючи тиск і температуру суміші. Робочий хід супроводжується згорянням суміші та передачею зусилля через КШМ на колінчастий вал. Під час випуску відкривається випускний клапан, і відпрацьовані гази виводяться з циліндра.

Таким чином, узгоджена робота кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів забезпечує стабільне функціонування двигуна, його потужність, економічність і довговічність. Будь-які порушення у взаємодії цих механізмів призводять до зниження ефективності роботи двигуна або до його відмови.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з навчальним макетом автомобіля або двигуна та визначити його основні вузли.
2. Ідентифікувати елементи кривошипно-шатунного механізму та пояснити їх призначення.
3. Розглянути конструкцію газорозподільного механізму та визначити тип його приводу.
4. Простежити послідовність роботи КШМ і ГРМ протягом одного робочого циклу двигуна.
5. Скласти структурну схему взаємодії основних механізмів двигуна та зробити короткі висновки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 51 / 7</i>

6. У системі дистанційного навчання Elearn опрацювати теми 1, 1.1 та 1.2. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 8	

Лабораторна робота №2

Тема роботи: Визначення геометричних параметрів автомобіля і параметрів двигуна.

Мета роботи

- Ознайомитися з основними геометричними параметрами автомобіля та їх впливом на експлуатаційні властивості.
- Вивчити параметри двигуна внутрішнього згоряння та їх фізичний зміст.
- Набути практичних навичок вимірювання геометричних параметрів автомобіля та визначення основних розрахункових параметрів двигуна.
- Навчитися аналізувати взаємозв'язок між геометричними параметрами та технічними характеристиками автомобіля і двигуна.

Обладнання та інструменти

- Навчальний автомобіль або його макет.
- Двигун внутрішнього згоряння (у зборі або розрізний макет).
- Рулетки, лінійки, штангенциркулі, нутроміри.
- Мікрометри.
- Транспортир, рівень.
- Технічна документація на автомобіль і двигун.

Теоретичні відомості

Геометричні параметри автомобіля визначають його компоновальні особливості, стійкість, керованість, прохідність та комфорт руху. До основних геометричних параметрів належать колісна база, колія передніх і задніх коліс, габаритні розміри, дорожній просвіт, звіси кузова та кути в'їзду і з'їзду. Ці параметри формуються на етапі проектування автомобіля та безпосередньо впливають на умови його експлуатації.

Колісна база автомобіля L — це відстань між осями передніх і задніх коліс. Вона впливає на розподіл маси між осями, плавність ходу та курсову стійкість.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

Зі збільшенням колісної бази підвищується стійкість автомобіля на високих швидкостях, однак зменшується його маневреність.

Коля автомобіля B визначається як відстань між серединами плям контакту коліс однієї осі. Збільшення колії сприяє підвищенню поперечної стійкості автомобіля, зменшуючи ризик перекидання при проходженні поворотів.

Дорожній просвіт h — це мінімальна відстань від поверхні дороги до найнижчої точки автомобіля. Цей параметр визначає прохідність транспортного засобу та його здатність долати нерівності дороги без пошкодження елементів днища.

Габаритні розміри автомобіля (довжина, ширина, висота) визначають умови його експлуатації в міському середовищі, можливість руху вузькими проїздами, а також впливають на аеродинамічні властивості.

Параметри двигуна внутрішнього згоряння тісно пов'язані з його геометрією. Основними геометричними параметрами двигуна є діаметр циліндра D , хід поршня S та кількість циліндрів i . Ці параметри визначають робочий об'єм двигуна, характер навантажень у кривошипно-шатунному механізмі та потенційну потужність двигуна.

Робочий об'єм одного циліндра визначається за формулою:

$$V_{ц} = (\pi \cdot D^2 \cdot S) / 4,$$

де D — діаметр циліндра, м; S — хід поршня, м. Фізичний зміст цієї формули полягає у визначенні об'єму простору, який описує поршень за один робочий хід.

Загальний робочий об'єм двигуна визначається як:

$$V_{д} = V_{ц} \cdot i,$$

де i — кількість циліндрів двигуна. Робочий об'єм двигуна є однією з основних характеристик, що впливає на максимальну потужність і витрату палива.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

Ступінь стиснення ε характеризує інтенсивність стискання робочої суміші та визначається формулою:

$$\varepsilon = (V_{ц} + V_{к}) / V_{к},$$

де $V_{к}$ — об'єм камери згоряння. Фізичний зміст ступеня стиснення полягає у визначенні, у скільки разів зменшується об'єм робочої суміші перед займанням. Зі збільшенням ε підвищується термічний коефіцієнт корисної дії двигуна, але зростають вимоги до детонаційної стійкості палива.

Співвідношення між діаметром циліндра та ходом поршня визначає тип двигуна. Якщо $S > D$ — двигун довгохідний, якщо $S < D$ — короткохідний. Це співвідношення впливає на частоту обертання колінчастого вала, крутний момент і знос деталей КШМ.

Таким чином, геометричні параметри автомобіля і двигуна перебувають у тісному взаємозв'язку. Їх правильний вибір і точне визначення є необхідною умовою забезпечення надійної, економічної та безпечної експлуатації автомобіля.

Завдання для практичного виконання

1. Визначити габаритні розміри автомобіля (довжину, ширину, висоту) за допомогою вимірювального інструменту.
2. Виміряти колісну базу та колію передніх і задніх коліс автомобіля.
3. Визначити величину дорожнього просвіту та оцінити його вплив на прохідність автомобіля.
4. Виміряти діаметр циліндра та хід поршня двигуна (або використати дані технічної документації).
5. Розрахувати робочий об'єм одного циліндра та загальний робочий об'єм двигуна.
6. Визначити ступінь стиснення двигуна за вихідними даними.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 51 / 11</i>

7. Зробити висновки щодо впливу геометричних параметрів автомобіля і двигуна на їх експлуатаційні характеристики.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 12

Лабораторна робота №3

Тема роботи: Система мащення та система охолодження двигуна внутрішнього згорання.

Мета роботи

- Вивчити призначення, будову та принцип роботи системи мащення двигуна.
- Ознайомитися з конструкцією та функціонуванням системи охолодження двигуна.
- Розглянути взаємодію систем мащення та охолодження з основними механізмами двигуна.
- Набути навичок визначення основних елементів систем і оцінки їх технічного стану.

Обладнання та інструменти

- Навчальний двигун внутрішнього згорання або його розрізний макет.
- Схеми систем мащення та охолодження двигуна.
- Масляний насос, масляний фільтр, термостат (навчальні зразки).
- Вимірювальні прилади (манометр, термометр).

Теоретичні відомості

Надійна та довговічна робота двигуна внутрішнього згорання неможлива без ефективного зменшення тертя між рухомими деталями та підтримання оптимального теплового режиму. Ці функції забезпечуються системами мащення та охолодження, які працюють одночасно, перебувають у тісній функціональній взаємодії між собою та з основними механізмами двигуна.

Система мащення призначена для подавання мастила до поверхонь тертя з метою зменшення механічних втрат, зниження інтенсивності зношування деталей, відведення тепла від найбільш навантажених елементів, очищення поверхонь тертя від продуктів зношування та захисту деталей від корозії. У

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

більшості сучасних автомобільних двигунів застосовується комбінована система мащення, у якій частина деталей змащується під тиском, а інші — шляхом розбризкування.

До основних елементів системи мащення належать: масляний піддон, маслоприймач, масляний насос, редукційний клапан, масляний фільтр, масляні канали, масляний радіатор, датчики тиску та температури мастила. Масляний насос, як правило шестеренного або роторного типу, створює необхідний тиск у системі та забезпечує безперервну циркуляцію мастила. Редукційний клапан обмежує максимальний тиск, запобігаючи перевантаженню системи.

Мастило з масляного піддона через маслоприймач надходить до масляного насоса, після чого під тиском подається до масляного фільтра, де очищується від механічних домішок і продуктів зношування. Далі мастило розподіляється по системі масляних каналів до корінних і шатунних підшипників колінчастого вала, опор розподільного вала, елементів газорозподільного механізму та інших тертьових пар. Частина мастила подається на охолодження поршнів і циліндрів, а також розбризкується всередині картера, змащуючи допоміжні елементи.

Важливим елементом системи мащення є масляний радіатор, призначений для відведення надлишкового тепла від мастила. Охолодження мастила в масляному радіаторі дозволяє підтримувати його в'язкість у допустимих межах і запобігає втраті змащувальних властивостей при високих теплових навантаженнях. Масляний радіатор може бути повітряного або рідинного типу та часто працює у взаємодії з системою охолодження двигуна.

Принцип роботи системи мащення полягає у безперервній циркуляції мастила по замкненому контуру з одночасним змащуванням, охолодженням і очищенням деталей двигуна. Після виконання своїх функцій мастило стікає в масляний піддон, де частково охолоджується, після чого цикл повторюється.

Система охолодження двигуна призначена для відведення тепла від найбільш нагрітих елементів — блока та головки циліндрів — і підтримання

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

стабільної робочої температури двигуна. Надмірне перегрівання призводить до зниження міцності матеріалів, детонації та можливих механічних пошкоджень, тоді як переохолодження погіршує процес згоряння палива та підвищує знос деталей.

У сучасних автомобілях переважно застосовується рідинна система охолодження закритого типу з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини. До її складу входять сорочка охолодження блока і головки циліндрів, водяний насос, термостат, радіатор, вентилятор, розширювальний бачок та сполучні трубопроводи.

Водяний насос забезпечує примусову циркуляцію охолоджувальної рідини. Термостат автоматично регулює напрямок потоку рідини залежно від температури двигуна, забезпечуючи швидке досягнення робочого теплового режиму та запобігаючи переохолодженню. Радіатор здійснює основне відведення тепла в навколишнє середовище, а вентилятор підсилює теплообмін при недостатньому набігаючому потоці повітря.

Робота системи охолодження відбувається за замкненим контуром і тісно пов'язана з роботою системи мащення. Частина тепла від деталей двигуна відводиться мастилом, а частина — охолоджувальною рідиною. Узгоджена робота цих систем забезпечує оптимальний тепловий баланс двигуна, стабільність його характеристик та високу надійність.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з конструкцією системи мащення на навчальному двигуні або макеті.
2. Визначити основні елементи системи мащення та пояснити їх призначення.
3. Дослідити шлях циркуляції мастила в двигуні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 51 / 15</i>

4. Ознайомитися з конструкцією системи охолодження та її основними складовими.
5. Пояснити принцип роботи термостата і вентилятора охолодження.
6. Зробити висновки щодо взаємодії систем мащення та охолодження та їх впливу на надійність двигуна.
7. У системі дистанційного навчання Elecnude опрацювати теми 1.3 та 1.4. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 16

Лабораторна робота №4

Тема роботи: Система живлення бензинових і газових двигунів.

Мета роботи

- Вивчити призначення, будову та принцип роботи систем живлення бензинових і газових двигунів.
- Ознайомитися з основними елементами систем подавання палива та повітря.
- Розглянути процес утворення паливоповітряної суміші та його вплив на роботу двигуна.
- Набути навичок аналізу взаємодії елементів системи живлення.

Обладнання та інструменти

- Навчальний двигун або розрізні макети систем живлення.
- Карбюратор, елементи інжекторної системи.
- Елементи газобалонного обладнання.
- Схеми систем живлення бензинових і газових двигунів.
- Вимірювальні прилади (манометр, мультиметр).

Теоретичні відомості

Система живлення двигуна внутрішнього згорання призначена для зберігання палива, його очищення, подавання у необхідній кількості та утворення паливоповітряної суміші оптимального складу. Від точності дозування палива та якості сумішоутворення безпосередньо залежать потужність двигуна, економічність, токсичність відпрацьованих газів, пускові властивості та стабільність роботи на різних режимах.

У бензинових двигунах застосовуються карбюраторні та інжекторні системи живлення, які відрізняються принципом дозування палива і способом утворення паливоповітряної суміші. Газові системи живлення мають власні конструктивні особливості, пов'язані з фізичними властивостями газоподібного палива.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Карбюраторна система живлення базується на використанні енергії потоку повітря для розпилення палива. Основними елементами карбюратора є поплавкова камера, жиклери, дифузор, розпилювач, дросельна та повітряна заслінки. Поплавкова камера забезпечує підтримання постійного рівня палива, що є необхідною умовою стабільної роботи карбюратора. Жиклери дозують кількість палива залежно від режиму роботи двигуна.

Принцип роботи карбюратора полягає в створенні розрідження в дифузорі при проходженні повітря, внаслідок чого паливо з поплавкової камери через жиклери надходить у повітряний потік і розпилюється. Дросельна заслінка регулює кількість паливоповітряної суміші, що надходить у циліндри, а повітряна заслінка використовується для збагачення суміші під час пуску холодного двигуна. Характеристики карбюратора визначаються пропускною здатністю дифузора, калібруванням жиклерів та точністю підтримання рівня палива.

Інжекторна система живлення забезпечує подавання палива під тиском безпосередньо у впускний колектор або в камеру згоряння за допомогою форсунок. До її складу входять паливний бак, електричний паливний насос, паливний фільтр, паливна рампа, форсунки, регулятор тиску та електронний блок керування. Основною характеристикою інжекторної системи є точність дозування палива та швидкодія форсунок.

Принцип роботи інжекторної системи полягає в тому, що електронний блок керування аналізує сигнали від датчиків (положення дросельної заслінки, температури, тиску повітря, частоти обертання колінчастого вала) і визначає тривалість відкриття форсунок. Кількість палива, що подається, регулюється часом упорскування та тиском у паливній системі. Такий спосіб дозування забезпечує оптимальний склад суміші на всіх режимах роботи двигуна.

Газові системи живлення використовують як паливо зріджений нафтовий газ (LPG — пропан-бутан) або стиснений природний газ (CNG — метан). Фізичні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

властивості цих палив зумовлюють специфічні вимоги до конструкції системи, зокрема щодо герметичності, міцності, стабільності тиску та безпеки експлуатації.

Основними елементами газобалонної системи є газовий балон, мультиклапан, запірний та запобіжний арматура, газові магістралі високого і низького тиску, фільтри, редуктор-випарник, дозувальні пристрої або газові форсунки, а також електронний блок керування (у системах із електронним упорскуванням газу).

Газовий балон призначений для зберігання палива під високим тиском і виготовляється зі сталі або композитних матеріалів. Його основними характеристиками є робочий тиск, об'єм, маса та клас міцності. Мультиклапан виконує одразу кілька функцій: наповнення балона, перекриття подавання газу, обмеження тиску та аварійний скид газу при перевищенні допустимих параметрів.

Редуктор-випарник є ключовим функціональним вузлом газобалонної системи живлення. Він забезпечує поетапне зниження тиску газу від балонного до робочого та його стабілізацію незалежно від режиму роботи двигуна. Для систем LPG редуктор також виконує функцію випаровування палива, переводячи його зі зрідженого стану в газоподібний. Саме тому редуктор конструктивно пов'язаний із системою охолодження двигуна і використовує тепло охолоджувальної рідини.

Фільтри газу очищують паливо від механічних домішок і смолистих утворень, що є необхідною умовою надійної роботи дозувальних елементів. Дозування газу в сучасних системах здійснюється або механічними дозаторами, або електронними газовими форсунками. Основними характеристиками дозувальних пристроїв є пропускна здатність, швидкодія та стабільність подавання газу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

У газових системах з електронним керуванням електронний блок керування синхронізує роботу газових форсунок із роботою бензинової інжекторної системи, коригуючи кількість палива залежно від навантаження, частоти обертання колінчастого вала та температурних параметрів. Такий принцип роботи забезпечує точне сумішоутворення, покращення економічних показників і зменшення токсичності відпрацьованих газів.

Робота газобалонної системи живлення в цілому полягає у послідовному зниженні тиску газу, його очищенні, дозуванні та змішуванні з повітрям у необхідній пропорції. Узгоджена робота всіх елементів системи забезпечує стабільність роботи двигуна на газовому паливі, його надійність та довговічність.

Таким чином, кожен тип системи живлення має свої конструктивні особливості та характеристики елементів, які визначають ефективність сумішоутворення і робочі показники двигуна. Розуміння принципу роботи та взаємодії елементів систем живлення є необхідною умовою для правильної експлуатації та діагностування двигунів внутрішнього згорання.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з будовою системи живлення бензинового двигуна.
2. Визначити основні елементи карбюраторної або інжекторної системи та пояснити їх функції.
3. Дослідити принцип роботи системи живлення газового двигуна.
4. Порівняти особливості утворення паливоповітряної суміші в бензинових і газових двигунах.
5. Зробити висновки щодо впливу системи живлення на робочі показники двигуна.
6. У системі дистанційного навчання Elesnude опрацювати тему 1.5. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 20

Лабораторна робота №5

Тема роботи: Система живлення дизельних двигунів.

Мета роботи

- Вивчити призначення, будову та принцип роботи систем живлення дизельних двигунів.
- Ознайомитися з основними елементами паливної апаратури дизелів та їх характеристиками.
- Розглянути процес упорскування дизельного палива і сумішоутворення в циліндрах.
- Набути навичок аналізу взаємодії елементів паливної системи дизельного двигуна.

Обладнання та інструменти

- Навчальний дизельний двигун або розрізні макети паливної апаратури.
- Паливний насос високого тиску (ПНВТ), форсунки, паливні фільтри.
- Схеми систем живлення дизельних двигунів (механічні та Common Rail).
- Вимірювальні прилади (манометр високого тиску, тахометр).

Теоретичні відомості

Система живлення дизельного двигуна забезпечує зберігання, очищення, подавання та точне дозування палива з одночасним створенням високого тиску, необхідного для його впорскування безпосередньо в камеру згорання. Принциповою особливістю дизельного двигуна є займання паливоповітряної суміші від високої температури стисненого повітря, що обумовлює підвищені вимоги до тиску, моменту початку та тривалості упорскування палива.

Процес сумішоутворення в дизельному двигуні відбувається безпосередньо в циліндрі. Паливо впорскується наприкінці такту стискання у сильно нагріте повітря, де воно інтенсивно розпилюється, випаровується та

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

самозаймається. Якість цього процесу визначається тиском упорскування, конструкцією форсунки, формою камери згоряння та турбулентністю повітряного заряду.

До складу системи живлення дизельного двигуна входять: паливний бак, підкачувальний насос, паливні фільтри грубого і тонкого очищення, паливопроводи низького і високого тиску, паливний насос високого тиску (ПНВТ), форсунки, регулятори частоти обертання і подавання палива, а також системи керування. Кожен із цих елементів виконує чітко визначену функцію і працює у тісній взаємодії з іншими вузлами.

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) є центральним елементом дизельної системи живлення, який визначає точність і стабільність подавання палива до циліндрів двигуна. Основним призначенням ПНВТ є створення високого тиску палива, його дозування та розподіл по циліндрах відповідно до порядку їх роботи. Конструктивно ПНВТ складається з корпусу, плунжерних пар, привідного механізму, регулятора подавання палива та системи мащення.

Плунжерна пара є основним робочим елементом ПНВТ. Вона складається з плунжера і гільзи з мінімальними зазорами, що забезпечують створення дуже високого тиску палива. При зворотно-поступальному русі плунжера паливо стискується і подається до форсунки. Кількість поданого палива регулюється зміною ефективного ходу плунжера, що досягається поворотом плунжера або керуванням перепускними каналами.

Регулятор частоти обертання та подавання палива забезпечує відповідність кількості упорскуваного палива режиму роботи двигуна. У механічних системах регулювання здійснюється за допомогою відцентрових механізмів, тоді як у сучасних системах застосовуються електронні регулятори, що дозволяють значно підвищити точність керування процесом упорскування.

ПНВТ приводиться в дію від колінчастого вала двигуна, що забезпечує синхронізацію процесу упорскування з робочим циклом циліндрів. Основними

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 22	

характеристиками ПНВТ є максимальний тиск упорскування, рівномірність подавання палива по циліндрах, стабільність параметрів при зміні навантаження та довговічність плунжерних пар.

Сучасні дизельні двигуни все ширше використовують системи живлення типу Common Rail, які принципово відрізняються від традиційних механічних систем. У системі Common Rail паливо нагнітається насосом високого тиску в загальну магістраль — рейку, де підтримується постійний високий тиск незалежно від частоти обертання двигуна. Основними елементами системи Common Rail є паливний насос високого тиску, паливна рейка, електронно керовані форсунки, датчики тиску та електронний блок керування.

Принцип роботи системи Common Rail полягає в розділенні процесів створення тиску та безпосереднього упорскування палива. Насос високого тиску постійно підтримує необхідний тиск у рейці, а момент початку і тривалість упорскування визначаються електронним блоком керування шляхом відкриття форсунок. Це дозволяє точно регулювати кількість палива, що подається, незалежно від режиму роботи двигуна.

Важливою перевагою системи Common Rail є можливість багатofазного упорскування. Попереднє упорскування зменшує жорсткість процесу згоряння, основне забезпечує отримання необхідної потужності, а додаткове сприяє зниженню токсичності відпрацьованих газів. Такий підхід дозволяє значно покращити паливну економічність, знизити шумність і відповідати сучасним екологічним вимогам.

Таким чином, система живлення дизельного двигуна, зокрема паливний насос високого тиску та система Common Rail, є високотехнологічним комплексом, у якому узгоджена робота механічних і електронних компонентів визначає ефективність, надійність і екологічні показники дизельного двигуна. Розуміння принципів роботи та характеристик елементів дизельної паливної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 23

системи є необхідною умовою для правильної експлуатації, діагностування і технічного обслуговування дизельних двигунів.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з будовою системи живлення дизельного двигуна.
2. Визначити основні елементи паливної апаратури та пояснити їх призначення.
3. Дослідити принцип роботи паливного насоса високого тиску.
4. Проаналізувати конструкцію та принцип роботи дизельних форсунок.
5. Порівняти механічні системи живлення дизелів із системами типу Common Rail.
6. Зробити висновки щодо впливу параметрів упорскування на роботу дизельного двигуна.
7. У системі дистанційного навчання Elearnude опрацювати тему 1.6. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 24

Лабораторна робота №6

Тема роботи: Система запалювання та система пуску двигуна внутрішнього згоряння

Мета роботи

Вивчити будову, принцип дії та взаємодію елементів системи запалювання і системи пуску бензинових двигунів; сформувані практичні навички аналізу роботи цих систем та оцінювання їх технічного стану.

Обладнання та інструменти

Навчальні стенди систем запалювання і пуску; стартер у розрізі; котушка запалювання; свічки запалювання; мультиметр; комплект слюсарного інструменту.

Теоретичні відомості

Система запалювання призначена для своєчасного утворення іскрового розряду в камері згоряння бензинового двигуна з метою займання паливоповітряної суміші. Точність моменту запалювання та енергія іскри істотно впливають на ефективність робочого процесу, потужність двигуна, витрату палива та токсичність відпрацьованих газів.

Контактні системи запалювання

Контактна система запалювання є найпростішою за конструкцією і тривалий час широко застосовувалась на бензинових двигунах. До її складу входять акумуляторна батарея, котушка запалювання, переривач-розподільник (трамблер), конденсатор, високовольні проводи та свічки запалювання.

Принцип роботи контактної системи полягає у періодичному замиканні та розмиканні електричного кола первинної обмотки котушки запалювання за допомогою механічних контактів переривача. У момент розмикання контактів магнітне поле в котушці різко руйнується, внаслідок чого у вторинній обмотці індукується висока напруга, яка через розподільник подається до відповідної свічки запалювання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Важливу роль у роботі контактної системи відіграє конденсатор, підключений паралельно контактам переривача. Він зменшує іскріння контактів, прискорює руйнування магнітного поля та підвищує напругу вторинного кола. Недоліками контактних систем є зношування контактів, нестабільність моменту запалювання на високих обертах та потреба в регулярному обслуговуванні.

Регулятори кута випередження запалювання

Для забезпечення оптимального згоряння паливоповітряної суміші іскра повинна виникати з певним випередженням відносно верхньої мертвої точки поршня. Кут випередження запалювання змінюється залежно від частоти обертання та навантаження двигуна.

У контактних системах запалювання застосовуються механічні регулятори кута випередження: відцентровий та вакуумний. Відцентровий регулятор змінює момент запалювання залежно від частоти обертання колінчастого вала. При збільшенні обертів вантажі регулятора розходяться під дією відцентрових сил, повертаючи кулачок переривача і збільшуючи кут випередження запалювання.

Вакуумний регулятор реагує на розрідження у впускному колекторі, яке характеризує навантаження двигуна. За малих навантажень розрідження збільшується, мембрана вакуумного регулятора зміщується і додатково збільшує кут випередження запалювання, що покращує економічність двигуна.

Безконтактні системи запалювання

Безконтактні системи запалювання усувають механічний переривач і замінюють його електронними датчиками та комутаторами. У таких системах використовуються індуктивні, датчики Холла або оптичні датчики положення, які формують імпульси керування для електронного комутатора.

Електронний комутатор керує струмом у первинній обмотці котушки запалювання, забезпечуючи більш точний момент розмикання кола та стабільну енергію іскри на всіх режимах роботи двигуна. Відсутність механічних контактів

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

підвищує надійність системи, зменшує потребу в обслуговуванні та покращує стабільність роботи двигуна.

У безконтактних системах запалювання механічні регулятори частково або повністю замінюються електронними схемами керування. Датчики положення колінчастого вала та навантаження двигуна передають інформацію на електронний комутатор або електронний блок керування, який розраховує оптимальний кут випередження запалювання.

Сучасні електронні системи запалювання

Сучасні електронні системи запалювання працюють під повним керуванням електронного блока керування двигуном. Вони не мають механічних регулювальних елементів і забезпечують високу точність і стабільність іскроутворення.

Електронний блок керування визначає момент запалювання на основі сигналів датчиків положення колінчастого і розподільного валів, частоти обертання, навантаження, температури двигуна та детонації. На підставі цих даних формується керуючий сигнал для котушок запалювання або індивідуальних котушок на свічках.

У таких системах широко застосовуються схеми безрозподільного запалювання, зокрема системи з індивідуальними котушками, що забезпечують мінімальні втрати енергії та підвищену надійність. Використання електронного керування дозволяє оптимізувати процес згоряння на всіх режимах роботи двигуна, знизити витрату палива і рівень шкідливих викидів.

Система пуску двигуна

Система пуску призначена для забезпечення початкового провертання колінчастого вала двигуна до частоти, за якої можливе самостійне протікання робочого процесу. Основними елементами системи пуску є акумуляторна

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

батарея, замок запалювання, стартер, тягове реле, електропроводка та елементи керування.

Стартер являє собою електродвигун постійного струму з послідовним збудженням, який забезпечує великий пусковий момент. При подачі напруги від акумуляторної батареї тягове реле вводить привідну шестерню стартера в зачеплення з вінцем маховика та одночасно замикає силові контакти, подаючи струм на електродвигун стартера.

Після запуску двигуна механізм вільного ходу (обгінна муфта) запобігає передачі обертання від маховика до стартера, захищаючи його від перевантажень. Надійна робота системи пуску залежить від стану акумуляторної батареї, електричних з'єднань та механічних елементів стартера.

Система запалювання і система пуску функціонують у тісному взаємозв'язку. Недостатня частота обертання під час пуску або нестабільне іскроутворення призводять до утрудненого запуску двигуна, особливо за низьких температур. Комплексний аналіз роботи цих систем є важливим етапом технічного обслуговування автомобіля.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з конструкцією системи запалювання та визначити призначення її основних елементів.
2. Дослідити будову котушки запалювання та свічки запалювання.
3. Вивчити принцип роботи стартера і тягового реле.
4. Проаналізувати взаємодію системи запалювання і системи пуску під час запуску двигуна.
5. Зробити висновки щодо впливу технічного стану систем запалювання і пуску на надійність запуску двигуна.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 28

Лабораторна робота №7

Тема роботи: Система електропостачання автомобіля: генератор, акумуляторна батарея, регулятор напруги

Мета роботи

Вивчити будову, принцип роботи та взаємодію елементів системи електропостачання автомобіля; сформувані навички аналізу режимів роботи генератора і акумуляторної батареї та оцінювання їх технічного стану.

Обладнання та інструменти

Навчальний стенд системи електропостачання; автомобільний генератор змінного струму у розрізі; акумуляторна батарея; регулятор напруги; мультиметр; амперметр; вольтметр; комплект слюсарного інструменту.

Теоретичні відомості

Система електропостачання автомобіля призначена для забезпечення електричною енергією всіх споживачів та підтримання зарядженого стану акумуляторної батареї за різних режимів роботи двигуна. Основними елементами системи є генератор, акумуляторна батарея та регулятор напруги, які працюють у тісному взаємозв'язку.

Акумуляторна батарея є джерелом електричної енергії під час пуску двигуна та при роботі споживачів за непрацюючого двигуна. Вона складається з окремих свинцево-кислотних елементів, з'єднаних послідовно. Основними характеристиками акумуляторної батареї є номінальна напруга, ємність, пусковий струм та внутрішній опір. Стан акумулятора істотно впливає на надійність пуску двигуна і стабільність роботи електрообладнання.

Генератор автомобіля є джерелом електричної енергії під час роботи двигуна. Сучасні автомобілі використовують генератори змінного струму з вбудованим випрямлячем. До складу генератора входять ротор, статор, випрямний блок, щітковий вузол та підшипники. Принцип роботи генератора

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

базується на явищі електромагнітної індукції: при обертанні ротора в обмотках статора індукується змінна електрична напруга.

Для перетворення змінного струму в постійний застосовується випрямний блок на напівпровідникових діодах. Отриманий постійний струм подається до бортової мережі автомобіля та використовується для живлення споживачів і заряджання акумуляторної батареї.

Регулятор напруги призначений для підтримання стабільної напруги в електричній мережі автомобіля незалежно від частоти обертання двигуна та величини навантаження. Регулювання здійснюється шляхом зміни струму збудження генератора. Сучасні електронні регулятори напруги забезпечують високу точність стабілізації та підвищують надійність системи електропостачання.

Система електропостачання працює як єдиний комплекс: при запуску двигуна акумуляторна батарея живить стартер, а після пуску генератор бере на себе основне навантаження і заряджає акумулятор. Узгоджена робота генератора, регулятора напруги та акумуляторної батареї забезпечує стабільне електроживлення автомобіля на всіх режимах експлуатації.

Освітлювальні та сигнальні системи автомобіля призначені для забезпечення безпеки руху шляхом освітлення дороги, інформування інших учасників руху про наміри водія та стан транспортного засобу. Контрольно-вимірювальні прилади забезпечують водія інформацією про режими роботи основних систем автомобіля.

Освітлювальні прилади

До освітлювальних приладів належать фари ближнього і дальнього світла, протитуманні фари, ліхтарі підсвічування номерного знака та салону. Основними елементами фари є джерело світла, відбивач, розсіювач та корпус. Характер розподілу світлового пучка визначається формою відбивача і оптичними властивостями розсіювача.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 30	

Сучасні автомобілі використовують різні типи джерел світла: лампи розжарювання, галогенні лампи, газорозрядні (ксенонові) та світлодіодні. Кожен тип має свої експлуатаційні характеристики, зокрема світловий потік, енергоспоживання та довговічність.

Сигнальні прилади

Сигнальні системи включають покажчики повороту, стоп-сигнали, габаритні вогні та аварійну сигналізацію. Вони працюють у тісній взаємодії з електричною мережею автомобіля та елементами керування. Надійність сигнальних приладів є критичною для безпеки дорожнього руху, оскільки вони забезпечують своєчасне інформування інших учасників руху.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з будовою генератора та визначити призначення його основних елементів.
2. Вивчити конструкцію акумуляторної батареї та її основні характеристики.
3. Дослідити принцип роботи регулятора напруги.
4. Виміряти напругу та струм у системі електропостачання за різних режимів роботи.
5. Зробити висновки щодо технічного стану системи електропостачання автомобіля.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 31	

Лабораторна робота №8

Тема роботи: Водневі автомобілі на паливних комірках

Мета роботи

Вивчити будову, принцип дії та особливості експлуатації автомобілів з водневою силовою установкою на основі паливних комірок; ознайомитися з основними елементами системи зберігання, подавання та перетворення водню в електричну енергію.

Обладнання та інструменти

Автомобіль Toyota Mirai; навчальні стенди або плакати з будови водневого автомобіля; макет або схема паливної комірки; зразки балонів високого тиску для зберігання водню; комплект наочних посібників.

Теоретичні відомості

Водневі автомобілі на паливних комірках належать до транспортних засобів з електричним приводом, у яких електрична енергія для руху виробляється безпосередньо на борту автомобіля внаслідок електрохімічної реакції між воднем і киснем. На відміну від акумуляторних електромобілів, у таких транспортних засобах основним джерелом енергії є водень, а паливна комірка виконує функцію генератора електричної енергії.

Будова і принцип роботи паливної комірки

Паливна комірка (найчастіше типу PEMFC — з протонно-обмінною мембраною) складається з анода, катода, протонно-обмінної мембрани, каталізаторних шарів та газорозподільних пластин. На анод паливної комірки подається водень, який під дією каталізатора розщеплюється на протони та електрони. Протони проходять крізь мембрану до катода, тоді як електрони рухаються по зовнішньому електричному колу, утворюючи електричний струм.

На катоді протони, електрони та кисень, що надходить з повітря, вступають у реакцію з утворенням води. Таким чином, у паливній комірці відбувається безпосереднє перетворення хімічної енергії водню в електричну без

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 32	

стадії згоряння, що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії та низький рівень шуму.

Окрема паливна комірка має відносно невелику напругу, тому для отримання необхідних енергетичних параметрів їх об'єднують у стек паливних комірок. Потужність силової установки регулюється зміною витрати водню та повітря, а також режимами роботи допоміжних систем.

Система зберігання водню

Система зберігання водню є одним з найважливіших елементів водневого автомобіля. Найбільш поширеним є зберігання водню у балонах високого тиску (35–70 МПа), виготовлених із композитних матеріалів. Такі балони забезпечують високу міцність і безпеку при відносно малій масі.

До складу водневої силової установки також входять системи подавання водню, охолодження паливних комірок, очищення повітря та електронного керування. Узгоджена робота цих систем забезпечує стабільну і ефективну роботу паливної комірки на різних режимах руху автомобіля.

Електричний привід водневого автомобіля

Електричний привід водневого автомобіля за своєю структурою подібний до приводу акумуляторного електромобіля. До його складу входять тяговий електродвигун, силовий інвертор, система керування електроприводом та допоміжні накопичувачі енергії (акумулятор або суперконденсатори).

Тяговий електродвигун, як правило, є синхронним з постійними магнітами або асинхронним, і перетворює електричну енергію в механічну, забезпечуючи рух автомобіля. Силовий інвертор перетворює постійний струм, що надходить від паливної комірки або допоміжного накопичувача, у змінний струм необхідної частоти та напруги для живлення електродвигуна.

Допоміжний акумулятор або суперконденсатор виконує функцію буфера енергії. Він накопичує електричну енергію під час рекуперативного гальмування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 33

та забезпечує покриття пікових навантажень, які не завжди доцільно забезпечувати лише за рахунок паливної комірки.

Взаємодія паливної комірки з електричним приводом

Паливна комірка працює у відносно сталих і оптимальних режимах, забезпечуючи базову потужність для руху автомобіля. Електронна система керування координує роботу паливної комірки, електроприводу та допоміжного накопичувача енергії таким чином, щоб забезпечити високу ефективність і довговічність компонентів.

Під час розгону або руху з великим навантаженням додаткова потужність надходить від акумулятора або суперконденсатора. При зниженні навантаження або гальмуванні надлишкова енергія накопичується в допоміжному накопичувачі. Така схема забезпечує плавну роботу електроприводу, зменшує навантаження на паливну комірку та підвищує загальну енергоефективність водневого автомобіля.

Отже, водневий автомобіль на паливних комірках є складною електромеханічною системою, у якій тісна взаємодія паливної комірки, електричного приводу та систем керування забезпечує екологічну, ефективну та надійну експлуатацію транспортного засобу.

Водневі автомобілі на паливних комірках поєднують переваги електричного приводу з великою дальністю ходу та швидкою заправкою. Разом з тим, їх поширення обмежується складністю інфраструктури зберігання і заправки воднем, а також високою вартістю компонентів.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з загальною схемою водневого автомобіля на паливних комірках.
2. Вивчити будову та принцип роботи паливної комірки.
3. Проаналізувати систему зберігання і подавання водню.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 51 / 34</i>

4. Розглянути взаємодію паливної комірки з електричним приводом автомобіля.

5. Зробити висновки щодо переваг і обмежень використання водневих автомобілів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 35

Лабораторна робота №9

Тема роботи: Механічна ступінчаста трансмісія автомобіля

Мета роботи

Вивчити призначення, будову та принцип роботи механічної ступінчастої трансмісії автомобіля; ознайомитися з конструкцією та взаємодією її основних елементів; сформувати навички аналізу передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс.

Обладнання та інструменти

Навчальні стенди механічної трансмісії; розрізні макети зчеплення, коробки передач і головної передачі; карданна передача; диференціал; мультимедійні матеріали; комплект слюсарного інструменту; вимірювальні прилади (лінійка, штангенциркуль).

Теоретичні відомості

Механічна ступінчаста трансмісія автомобіля призначена для передавання та перетворення крутного моменту від двигуна до ведучих коліс із можливістю зміни його величини та напрямку. Вона забезпечує узгодження режимів роботи двигуна з дорожніми умовами, дозволяє реалізувати необхідні тягові та швидкісні характеристики автомобіля, а також забезпечує рушення з місця і рух заднім ходом.

Класифікація механічних трансмісій

Механічні ступінчасті трансмісії класифікують за кількома ознаками. За компонованням розрізняють трансмісії з класичним компонованням (двигун спереду, ведучі колеса ззаду), передньопривідні та повнопривідні. За кількістю ступенів коробки передач поділяються на чотири-, п'яти-, шести- та багатоступінчасті. За способом керування виділяють механічні трансмісії з ручним керуванням та автоматизовані механічні коробки передач.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 36	

Загальна будова і взаємодія елементів трансмісії

До складу механічної трансмісії входять зчеплення, коробка передач, карданна передача (за наявності), головна передача, диференціал та півосі. Усі елементи утворюють єдиний кінематичний ланцюг, у якому крутний момент послідовно передається, перетворюється та розподіляється між ведучими колесами.

Зчеплення забезпечує короткочасне роз'єднання двигуна і трансмісії під час перемикання передач та плавне з'єднання їх при рушанні з місця. Під час вимикання зчеплення навантаження на зубчасті передачі коробки передач зменшується, що створює умови для безударного перемикання швидкостей.

Коробка передач є основним елементом ступінчастої трансмісії. Вона складається з первинного, проміжного та вторинного валів, зубчастих коліс постійного зачеплення та механізмів перемикання. Передаточні числа коробки передач визначають співвідношення між частотою обертання двигуна і швидкістю руху автомобіля.

Карданна передача використовується для передавання крутного моменту між агрегатами, осі яких не співпадають, і компенсації переміщень, зумовлених роботою підвіски. Вона складається з одного або кількох карданних валів і шарнірів рівних або нерівних кутових швидкостей.

Головна передача забезпечує остаточне збільшення крутного моменту перед його подаванням на ведучі колеса. Диференціал, розташований у складі головної передачі, розподіляє крутний момент між півосями та забезпечує різну кутову швидкість обертання коліс під час руху автомобіля на повороті.

Механізми перемикання передач

Механізми перемикання передач призначені для з'єднання обраної пари зубчастих коліс з вторинним валом коробки передач. У сучасних механічних коробках передач широко застосовуються синхронізатори, які вирівнюють кутові швидкості зубчастих коліс перед їх з'єднанням.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Синхронізатор складається з маточини, муфти, блокувальних кілець і конічних поверхонь тертя. Під час перемикання передач спочатку відбувається вирівнювання швидкостей обертання елементів за рахунок сил тертя, після чого здійснюється жорстке з'єднання без ударних навантажень.

Механізм керування коробкою передач передає зусилля від важеля перемикання до вилок перемикання, які переміщують муфти синхронізаторів. Чітка і надійна робота цього механізму має вирішальне значення для довговічності коробки передач і комфорту керування автомобілем.

Таким чином, механічна ступінчаста трансмісія є складною багатоланковою системою, у якій узгоджена взаємодія зчеплення, коробки передач, механізмів перемикання, карданної передачі та головної передачі забезпечує ефективну, надійну і довговічну передачу потужності від двигуна до ведучих коліс автомобіля.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з загальною схемою механічної ступінчастої трансмісії автомобіля.
2. Вивчити будову і принцип роботи зчеплення.
3. Дослідити конструкцію механічної коробки передач та її передаточні числа.
4. Розглянути призначення і будову карданної передачі, головної передачі та диференціала.
5. Проаналізувати шлях передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс та зробити відповідні висновки.
6. У системі дистанційного навчання Elearning опрацювати теми 2.1, 2.2, 2.3 (частина, що стосується механічної КПП), 2.4 та 2.5. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 38

Лабораторна робота №10

Тема роботи: Автоматичні та безступінчасті трансмісії автомобіля

Мета роботи

Вивчити призначення, класифікацію, будову та принцип роботи автоматичних і безступінчастих трансмісій автомобіля; дослідити взаємодію їх основних елементів; сформулювати уявлення про особливості передавання крутного моменту та автоматичного керування режимами руху.

Обладнання та інструменти

Навчальні стенди автоматичних трансмісій; розрізні макети гідротрансформатора, планетарної коробки передач електронні схеми систем керування; мультимедійні матеріали; комплект слюсарного інструменту; вимірювальні прилади.

Теоретичні відомості

Автоматичні та безступінчасті трансмісії призначені для передавання і перетворення крутного моменту від двигуна до ведучих коліс без безпосередньої участі водія у процесі перемикавання передач. Їх застосування підвищує комфорт керування автомобілем, зменшує навантаження на водія та забезпечує оптимальні режими роботи двигуна.

Класифікація автоматичних трансмісій

До автоматичних трансмісій належать гідромеханічні автоматичні коробки передач, безступінчасті трансмісії (CVT), роботизовані коробки передач та трансмісії з двома зчепленнями. Кожен тип має свої конструктивні особливості та сфери застосування.

Будова і робота гідромеханічної автоматичної коробки передач

Основними елементами гідромеханічної автоматичної трансмісії є гідротрансформатор, планетарні передачі, фрикційні муфти і гальма, а також гідравлічна та електронна системи керування. Гідротрансформатор передає

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 39	

крутний момент за рахунок потоку робочої рідини та забезпечує плавне рушення автомобіля з місця.

Планетарні механізми дозволяють реалізувати декілька передаточних чисел у компактному об'ємі. Перемикання передач здійснюється шляхом вмикання або вимикання відповідних фрикційних елементів, що забезпечує автоматичну зміну передаточного числа залежно від режиму руху.

Безступінчасті трансмісії

Безступінчасті трансмісії (CVT) забезпечують плавну, безперервну зміну передаточного числа у широкому діапазоні без фіксованих ступенів. Це дозволяє підтримувати двигун у зоні оптимальних обертів незалежно від швидкості руху автомобіля, що позитивно впливає на паливну економічність, динаміку та комфорт руху.

Клинопасові (шківні) CVT

Найбільш поширеним типом безступінчастих трансмісій є клинопасова CVT. Вона складається з ведучого та веденого шківів змінного діаметра, сталевого ременя або ланцюга, гідравлічного чи електромеханічного приводу керування та електронного блока керування.

Кожен шків утворений двома конічними дисками, відстань між якими може змінюватися. При зближенні дисків робочий діаметр шківів збільшується, а при їх розсуванні — зменшується. Зміна діаметрів ведучого і веденого шківів у протифазі забезпечує плавну зміну передаточного числа. Сталевий ремінь або ланцюг передає крутний момент за рахунок сил тертя і тиску між робочими поверхнями шківів.

Тороїдальні безступінчасті трансмісії

Тороїдальні CVT застосовуються значно рідше, проте мають високий потенціал щодо передавання великих крутних моментів. Основними елементами такої трансмісії є два тороїдальні диски (ведучий і ведений) та ролики між ними.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

Зміна передаточного числа відбувається за рахунок повороту роликів, які змінюють радіус контакту з дисками.

Крутний момент передається через контактні поверхні за рахунок сил тертя в тонкому шарі спеціальної рідини з високими антифрикційними властивостями. Тороїдальні трансмісії характеризуються високою плавністю роботи та компактністю, але потребують складних матеріалів і точного керування.

Гідростатичні безступінчасті трансмісії

Гідростатичні CVT ґрунтуються на передаванні енергії за допомогою робочої рідини. Основними елементами є насос змінної продуктивності та гідромотор. Зміна передаточного числа досягається шляхом регулювання продуктивності насоса або робочого об'єму гідромотора.

Такі трансмісії забезпечують дуже плавну зміну швидкості і високий пусковий момент, що робить їх придатними для спеціальної техніки та гібридних схем. Водночас вони мають нижчий коефіцієнт корисної дії порівняно з механічними CVT, що обмежує їх використання в легкових автомобілях.

Електромеханічні безступінчасті трансмісії

Електромеханічні безступінчасті трансмісії поєднують механічну передачу з електричними машинами. У таких системах двигун внутрішнього згоряння працює разом з генератором і тяговим електродвигуном, а передаточне число фактично змінюється за рахунок перерозподілу потоків механічної та електричної енергії.

Подібний принцип реалізовано в електронно-керованих планетарних механізмах гібридних автомобілів. Такі трансмісії забезпечують високу ефективність, гнучке керування режимами руху та можливість рекуперації енергії під час гальмування.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 41

Системи керування автоматичними трансмісіями

Сучасні автоматичні трансмісії оснащуються електронними блоками керування, які аналізують сигнали від численних датчиків (швидкості, навантаження, положення педалі акселератора) і формують керуючі дії на виконавчі механізми. Узгоджена робота механічних, гідравлічних та електронних компонентів забезпечує надійну та ефективну роботу трансмісії в різних умовах експлуатації.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з класифікацією автоматичних та безступінчастих трансмісій автомобіля.
2. Вивчити будову та принцип роботи гідротрансформатора і планетарних передач.
3. Дослідити конструкцію та принцип роботи клинопасової безступінчастої трансмісії.
4. Проаналізувати роботу системи автоматичного керування трансмісією.
5. Зробити висновки щодо переваг і недоліків автоматичних та безступінчастих трансмісій.
6. У системі дистанційного навчання Elearning опрацювати тему 2.3 (частина, що стосується АКПП та CVT). Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 42

Лабораторна робота №11

Тема роботи: Підвіска автомобіля

Мета роботи

Вивчити призначення, класифікацію, будову та принцип роботи підвісок автомобіля; ознайомитися з конструктивними особливостями різних типів підвісок; дослідити взаємодію елементів підвіски та їх вплив на плавність ходу, стійкість, керованість і безпеку руху автомобіля.

Обладнання та інструменти

Навчальні стенди підвісок автомобіля; розрізні макети передніх і задніх підвісок; окремі елементи підвіски; мультимедійні матеріали; комплект слюсарного інструменту; вимірювальні прилади.

Теоретичні відомості

Підвіска автомобіля призначена для з'єднання коліс з кузовом або рамою та забезпечує сприйняття, передавання і гасіння динамічних навантажень, що виникають під час руху по нерівностях дороги. Вона підтримує постійний контакт шин з дорожнім покриттям, забезпечує плавність ходу, курсову стійкість, керованість та комфорт пасажирів. Підвіска працює у тісній взаємодії з шинами, рульовим керуванням та гальмівною системою.

Класифікація підвісок автомобіля

Підвіски класифікують за взаємозв'язком коліс однієї осі, типом пружного елемента та рівнем керування. За взаємозв'язком коліс розрізняють залежні, напівзалежні та незалежні підвіски. За типом пружного елемента виділяють підвіски з гвинтовими пружинами, листовими ресорами, торсіонами та пневматичними елементами. За рівнем адаптації до умов руху підвіски поділяють на пасивні, напівактивні та активні.

Залежні підвіски

Залежна підвіска характеризується жорстким кінематичним зв'язком між лівим і правим колесами однієї осі за допомогою балки моста. Основними

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	

елементами такої підвіски є балка або картер моста, пружні елементи (листові ресори або гвинтові пружини), амортизатори, реактивні тяги та стабілізатор поперечної стійкості.

Листові ресори виконують одночасно функції пружного і напрямного елемента, сприймаючи вертикальні та поздовжні навантаження. У варіантах з гвинтовими пружинами напрямні функції виконують системи поздовжніх і поперечних тяг. Залежні підвіски відзначаються високою міцністю, простотою конструкції та здатністю працювати з великими навантаженнями, однак мають обмежені можливості щодо комфорту та керованості.

Напівзалежні підвіски

Напівзалежні підвіски займають проміжне положення між залежними та незалежними. Найпоширенішим різновидом є підвіска з торсіонною балкою. Основними елементами такої підвіски є два поздовжні важелі, з'єднані між собою пружним поперечним елементом, який працює на кручення.

Торсіонна балка забезпечує часткову взаємодію коліс: при наїзді одного колеса на нерівність друге колесо зазнає обмеженого впливу. Пружними елементами зазвичай є гвинтові пружини, а демпфування здійснюється телескопічними амортизаторами. Напівзалежні підвіски компактні, легкі та економічні у виробництві, що зумовлює їх широке застосування на задній осі передньопривідних легкових автомобілів.

Незалежні підвіски

Незалежні підвіски забезпечують переміщення кожного колеса незалежно від іншого, що істотно підвищує комфорт і керованість. До їх складу входять напрямні важелі, пружні елементи, амортизатори та стабілізатори поперечної стійкості.

Підвіска типу МакФерсон складається з телескопічної амортизаційної стійки, нижнього поперечного важеля та поворотного кулака. Вона відрізняється

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 44	

простотою, малою масою та компактністю, однак має обмежені можливості точного керування геометрією колеса.

Двоважільна підвіска має верхній і нижній поперечні важелі, що дозволяє точно контролювати зміну розвалу і сходження коліс під час ходу підвіски. Така конструкція забезпечує високу керованість і стійкість, але є складнішою та дорожчою.

Багатоважільна підвіска складається з трьох–п’яти важелів для кожного колеса, які розділяють напрямні та силові функції. Це дозволяє оптимально налаштувати кінематику підвіски, досягти високого рівня комфорту та стабільності руху, що обумовлює її застосування на автомобілях середнього та преміального класу.

Пружні, напрямні та демпфувальні елементи

Пружні елементи (пружини, ресори, торсіони, пневмобалони) сприймають вертикальні навантаження і забезпечують еластичність підвіски. Напрямні елементи (важелі, тяги, балки) визначають траєкторію переміщення коліс. Демпфувальні елементи — амортизатори — гасять коливання кузова та коліс, перетворюючи механічну енергію коливань у теплову.

Адаптивні та активні підвіски

Адаптивні підвіски використовують електронно-керовані амортизатори зі змінними характеристиками демпфування. Електронний блок керування аналізує сигнали датчиків швидкості, прискорення та положення кузова і в реальному часі змінює жорсткість підвіски.

Активні підвіски, окрім адаптивних амортизаторів, оснащуються виконавчими механізмами (гідравлічними або електричними), які створюють додаткові керуючі зусилля. Це дозволяє активно протидіяти кренам, клюванню та коливанням кузова, значно підвищуючи комфорт і безпеку руху.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 51 / 45</i>

Таким чином, підвіска автомобіля є складною багатокомпонентною системою, конструкція і налаштування якої суттєво впливають на експлуатаційні властивості автомобіля, його динаміку та поведінку на дорозі.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з загальною схемою підвіски автомобіля.
2. Вивчити класифікацію підвісок та їх основні конструктивні відмінності.
3. Дослідити будову залежних, напівзалежних та незалежних підвісок.
4. Ознайомитися з конструкцією пружних і демпфувальних елементів підвіски.
5. Проаналізувати переваги та недоліки адаптивних підвісок і зробити відповідні висновки.
6. У системі дистанційного навчання Elearnude опрацювати тему 3.1. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	

Лабораторна робота №12

Тема роботи: Механізми керування автомобіля (рульове керування та гальмівна система)

Мета роботи

Вивчити призначення, будову та принцип роботи механізмів керування автомобіля; детально дослідити конструкцію і взаємодію елементів рульового керування та гальмівної системи; сформулювати розуміння впливу цих систем на безпеку, керованість і ефективність експлуатації автомобіля.

Обладнання та інструменти

Навчальні стенди рульового керування і гальмівних систем; різні макети рульових механізмів; дискові та барабанні гальмівні механізми; вакуумний та гідравлічний підсилювачі; елементи гальмівного приводу; мультимедійні матеріали; комплект слюсарного інструменту; вимірювальні прилади.

Теоретичні відомості

Механізми керування автомобіля об'єднують системи, що забезпечують зміну напрямку руху та регулювання швидкості аж до повної зупинки транспортного засобу. До них належать рульове керування та гальмівна система, узгоджена робота яких є визначальним чинником активної безпеки автомобіля.

Рульове керування: призначення і загальна будова

Рульове керування призначене для зміни напрямку руху автомобіля шляхом повороту керованих коліс. До складу рульового керування входять рульове колесо, рульовий вал, рульовий механізм, рульовий привід та підсилювач керма. Усі ці елементи утворюють єдину систему передавання зусилля від водія до коліс.

Рульове колесо слугує органом керування, за допомогою якого водій створює обертальний момент. Рульовий вал передає цей момент до рульового

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 47

механізму, забезпечуючи при цьому можливість зміни положення керма та підвищення безпеки під час аварійних ситуацій.

Рульовий механізм і його елементи

Рульовий механізм перетворює обертальний рух рульового вала у поступальний або кутовий рух елементів рульового приводу. Найпоширенішими є рейкові та кульково-гвинтові механізми.

Рейковий механізм складається з шестерні, жорстко з'єднаної з рульовим валом, і зубчастої рейки. Поворот шестерні викликає лінійне переміщення рейки, яке через рульові тяги передається до поворотних кулаків коліс. Простота конструкції та висока точність роблять цей механізм основним для легкових автомобілів.

Кульково-гвинтовий механізм містить гвинт, гайку з кульками та сектор або рейку. Кульки зменшують тертя, що дозволяє передавати значні зусилля при меншому навантаженні на кермо. Такі механізми застосовуються переважно на вантажних автомобілях.

Рульовий привід і взаємодія елементів

Рульовий привід передає переміщення від рульового механізму до керованих коліс. До його складу входять поздовжні та поперечні тяги, наконечники та важелі поворотних цапф. Геометрія приводу забезпечує правильний кут повороту коліс відповідно до кінематики Аккермана, що зменшує знос шин і підвищує стійкість автомобіля.

Підсилювачі рульового керування

Підсилювачі керма зменшують зусилля, необхідне для повороту керма. Гідравлічні підсилювачі використовують тиск робочої рідини, електричні — електродвигуни, а електрогідравлічні поєднують обидва принципи. Сучасні електропідсилювачі дозволяють змінювати характеристику керма залежно від швидкості руху.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 48

Гальмівна система: призначення і класифікація

Гальмівна система призначена для зменшення швидкості руху автомобіля та його зупинки, а також для утримання автомобіля у нерухомому стані. За призначенням розрізняють робочу, стоянкову та допоміжну гальмівні системи.

За типом гальмівного механізму гальма поділяються на дискові та барабанні. За типом приводу — на механічні, гідравлічні, пневматичні та комбіновані.

Гальмівні механізми

Дисковий гальмівний механізм складається з гальмівного диска, супорта, гальмівних колодок і напрямних. Під час гальмування колодки притискаються до диска, створюючи силу тертя. Дискові гальма забезпечують ефективно охолодження і стабільну роботу при високих навантаженнях.

Барабанний гальмівний механізм містить гальмівний барабан, колодки, розтискний механізм і поворотні пружини. При подачі зусилля колодки розтискаються і притискаються до внутрішньої поверхні барабана. Такі гальма простіші та дешевші, але мають гірші умови охолодження.

Гальмівні приводи

Гідравлічний гальмівний привід передає зусилля від педалі гальма за допомогою робочої рідини. Він складається з педального механізму, головного гальмівного циліндра, трубопроводів і колісних циліндрів. Вакуумний підсилювач зменшує зусилля, необхідне для гальмування.

Пневматичний гальмівний привід застосовується на вантажних автомобілях і автобусах. Він використовує стиснене повітря, що забезпечує високу надійність і можливість гальмування при значних масах транспортного засобу.

Комбіновані гальмівні приводи поєднують гідравлічний і пневматичний принципи та застосовуються у складних транспортних системах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1	Арк 51 / 49

Сучасні електронні системи керування рухом автомобіля

Антиблокувальна система гальм (ABS)

Антиблокувальна система гальм призначена для запобігання блокуванню коліс під час інтенсивного гальмування. Основними елементами ABS є датчики частоти обертання коліс, електронний блок керування та гідравлічний модулятор тиску.

Датчики реєструють швидкість обертання кожного колеса і передають сигнали до електронного блока керування. У разі виявлення тенденції до блокування система зменшує тиск у відповідному гальмівному контурі, а потім знову підвищує його. Такий цикл повторюється багаторазово, забезпечуючи оптимальне гальмування при збереженні керованості автомобіля.

Система електронного розподілу гальмівних сил (EBD)

EBD є функціональним розширенням ABS і забезпечує оптимальний розподіл гальмівних зусиль між осями та окремими колесами залежно від навантаження і умов руху. Система аналізує швидкість обертання коліс і динамічне навантаження на осі автомобіля.

Завдяки EBD досягається більш ефективне використання зчеплення шин з дорогою, зменшується гальмівний шлях і підвищується стабільність автомобіля під час гальмування, особливо при змінному навантаженні або русі з поворотом.

Система курсової стійкості (ESP)

Система електронної стабілізації ESP призначена для запобігання заносу та втрати курсової стійкості автомобіля. Вона використовує датчики кутової швидкості обертання навколо вертикальної осі, поперечного прискорення, кута повороту керма та швидкості коліс.

Електронний блок керування порівнює бажаний напрямок руху, заданий водієм, із фактичним рухом автомобіля. У разі відхилення система вибірково пригальмовує окремі колеса та може зменшувати крутний момент двигуна, стабілізуючи траєкторію руху.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 50	

Електронне рульове керування тину Steer-by-Wire

Електронне рульове керування Steer-by-Wire є перспективним напрямом розвитку автомобільних систем керування. У таких системах відсутній жорсткий механічний зв'язок між рульовим колесом і керованими колесами. Кут повороту керма визначається датчиками, а поворот коліс здійснюється електроприводами під керуванням електронного блоку.

Система Steer-by-Wire дозволяє гнучко змінювати передаточне відношення рульового керування, адаптувати зусилля на кермі до швидкості руху та реалізовувати функції активної допомоги водієві. Для забезпечення безпеки такі системи мають резервні канали живлення і дубльовані виконавчі механізми.

Таким чином, механізми керування автомобіля являють собою складні багатокомпонентні та інтелектуальні системи, у яких тісна інтеграція механічних, гідравлічних та електронних компонентів забезпечує високий рівень безпеки, керованості та ефективності сучасного автомобіля.

Завдання для практичного виконання

1. Ознайомитися з загальною схемою механізмів керування автомобіля.
2. Вивчити будову і принцип роботи рульового керування.
3. Дослідити конструкцію рульового механізму та рульового приводу.
4. Ознайомитися з класифікацією гальмівних механізмів і приводів.
5. Вивчити будову дискових і барабанних гальмівних механізмів та зробити висновки щодо їх застосування.
6. У системі дистанційного навчання Elecnude опрацювати теми 4.1 та 4.2. Пройти тести за відповідними темами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.06-05.02/ 274.00.1/Б /ОК18-2024
	Екземпляр № 1 Арк 51 / 51	

Рекомендована література

Основна література

1. Люлька В. С., Коньок М. М., Перинський Ю. Є., Бивалькевич Л. М. Будова та експлуатація автомобіля. Частина 1. Двигун внутрішнього згоряння : навч. посіб. — Чернігів : НУЧК ім. Т. Г. Шевченка, 2023. — 162 с.
2. Кисликов Ф. І., Лущик В. І. Будова і експлуатація автомобілів : навч. посіб. — Кривий Ріг : КДТУ, 2022. — 180 с.
3. Бескаравайний М. І. Будова автомобіля : навч. посіб. — Львів : НУ «Львівська політехніка», 2021. — 148 с.
4. Навчальний посібник «Будова автомобіля» / за ред. колективу авторів Технологічного університету Поділля. — Хмельницький : ТУП, 2020. — 142 с.
5. Інтернет-підручник «Підручник з будови автомобіля» / Навчально-методичний центр ПТО у Сумській області. — Суми, 2023. — Електрон. ресурс. — Режим доступу: <https://nmcpto.sumy.ua/avto/> (вільний доступ).

Допоміжна література

1. Будова автомобіля : Навчальний посібник / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський, І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин. — Мелітополь : ВПЦ «Люкс», 2021. — 247 с.
2. Будова автомобіля та ТЕА : Електронний підручник — ХАФК електронний ресурс. xdakollege.lcloud.in.ua
3. Будова автомобілів : Електронний підручник — ХАФК/ЛКЛАУД електронний ресурс. xdakollege.lcloud.in.ua