

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ,  
ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

з нормативної навчальної дисципліни

«Експлуатаційні властивості автомобіля»

для студентів заочної форми навчання

за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр».

Напрямок підготовки 6.050503 «Машинобудування»

з можливістю подальшого навчання на спеціальності

7,8.05050305 (спеціаліст, магістр)

«Колісні та гусеничні транспортні засоби»

**2015 р.**

Навчальна програма, методичні вказівки, завдання до виконання контрольних робіт з нормативної навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобіля» для студентів заочної форми навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр». Напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» з можливістю подальшого навчання на спеціальності 7,8.05050305 (спеціаліст, магістр) «Колісні та гусеничні транспортні засоби». / Укладачі: Слюсаров О.С., Кубіч В.І. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. - 42 с.

Методичні вказівки розроблені у відповідності з програмою нормативної навчальної дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобіля» за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування», з можливістю подальшого навчання на спеціальності 7,8.05050305 (спеціаліст, магістр) «Колісні та гусеничні транспортні засоби».

Укладачі: Слюсаров О.С., к.т.н, доцент  
Кубіч В.І., к.т.н, доцент

Рецензент: Козирев В.Х., к.т.н, доцент

Відповідальний за випуск: Слюсаров О.С., к.т.н, доцент

Затверджено  
на засіданні кафедри «Автомобілі»  
Протокол № 7 від 17.11.2015 р.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                             | Стор. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Загальні методичні вказівки.....                                                                                                                          | 4     |
| 2 Навчальна програма, методичні вказівки до тем курсу,<br>які вивчаються.....                                                                               | 6     |
| 2.1 Змістовий модуль 1. Загальні питання розвитку<br>науки про експлуатаційні властивості, експлуатаційні<br>умови і теорії колісного рушія автомобіля..... | 6     |
| 2.2 Змістовий модуль 2. Тягово-швидкісні властивості<br>автомобіля.....                                                                                     | 8     |
| 2.3 Змістовий модуль 3. Паливно-економічні та гальмівні<br>властивості автомобіля.....                                                                      | 11    |
| 2.4 Змістовий модуль 4. Керованість, плавність ходу і<br>прохідність автомобіля.....                                                                        | 14    |
| 3 Питання для самоперевірки зі змістовних модулів.....                                                                                                      | 19    |
| 3.1 Питання змістовного модуля 1.....                                                                                                                       | 19    |
| 3.2 Питання змістовного модуля 2.....                                                                                                                       | 20    |
| 3.3 Питання змістовного модуля 3.....                                                                                                                       | 22    |
| 3.4 Питання змістовного модуля 4.....                                                                                                                       | 23    |
| 4 Перелік лабораторних робіт.....                                                                                                                           | 26    |
| 5 Завдання для контрольних робіт.....                                                                                                                       | 27    |
| 5.1 Контрольна робота № 1.....                                                                                                                              | 27    |
| 5.2 Контрольна робота № 2.....                                                                                                                              | 28    |
| 5.3 Контрольна робота № 3.....                                                                                                                              | 28    |
| Рекомендована література.....                                                                                                                               | 30    |
| Додаток А.....                                                                                                                                              | 31    |
| Додаток Б. Приклад оформлення титульного листа до<br>контрольної роботи.....                                                                                | 42    |

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є закономірності фізичних явищ, що протікають при взаємодії автомобіля з опорною поверхнею і навколишнім середовищем та їх використання для вибору і забезпечення експлуатаційних параметрів автомобіля.

Програма навчальної дисципліни складається з наступних змістових модулів.

*Модуль 1.* Загальні питання розвитку науки про експлуатаційні властивості, експлуатаційні умови і теорії колісного рушія автомобіля.

*Модуль 2.* Тягово-швидкісні властивості автомобіля.

*Модуль 3.* Паливно-економічні та гальмівні властивості автомобіля.

*Модуль 4.* Керованість, плавність ходу і прохідність автомобіля.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів базових теоретичних знань, понять та практичних навичок по аналізу і вибору параметрів автомобіля, що забезпечують реалізацію заданих експлуатаційних властивостей, вивчення закономірностей руху автомобіля.

Основними завданнями вивчення дисципліни є формування теоретичної бази з метою формалізації задач розробки і проектування автомобілів, та оволодіння математичними методами їх розв'язання.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні ЗНАТИ: теорію, методи розрахунку, аналізу й оцінки експлуатаційних властивостей автомобіля.

УМІТИ:

- виконувати розрахунки по визначенню тягово-швидкісних, паливно-економічних і гальмівних характеристик; характеристик керованості, усталеності, прохідності й плавності руху автомобіля;

- аналізувати та визначати шляхи поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля;

- використовувати для проведення розрахунків і аналізу характеристик сучасні методи із застосуванням комп'ютерної техніки.

Вивчення дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобіля» базується на знаннях, отриманих студентами з дисциплін: Вища математика, Інформатика, Фізика, Теоретична механіка, Теоретичні

основи теплотехніки, Гідравліка, гідро- та пневмоприводи, Теорія механізмів і машин, Основи теорії і динаміки автомобільних двигунів, Автомобілі. Основи конструкції, Конструктивні особливості автомобілів високої прохідності.

Дисципліни, вивчення яких спираються на дисципліну «Експлуатаційні властивості автомобіля»: Робочі процеси автомобілів, Спеціалізований рухомий склад, Методи випробувань і основи сертифікації автомобіля.

Як основну літературу рекомендується використовувати підручники [1], [2], [3] та інші літературні джерела, приведені в бібліографії, галузеві стандарти і нормали.

Процес самостійного вивчення дисципліни або окремих тем доцільно вести в наступній послідовності:

- проробити робочу програму по вивченій темі і методичні вказівки до неї;
- вивчити тему по рекомендованих основних підручниках, звернувши увагу на фізичний зміст різних розглянутих питань і явищ, що протікають у взаємодії автомобіля з навколишнім середовищем;
- проаналізувати схеми сил і моментів, що діють на автомобіль;
- самостійно провести аналіз необхідних залежностей з погляду впливу конструктивних і експлуатаційних факторів на експлуатаційно-технічні властивості автомобіля;
- скласти короткий конспект по вивченій темі.

У конспекті повинні бути: зміст із указівкою сторінок, вихідні дані, визначення, необхідні викладення з розшифровкою всіх позначень, їх числові значення, аналіз отриманих залежностей, схеми і графічні інтерпретації розглянутих питань, посилання на сторінки підручників і список використаної літератури. На завершення необхідно перевірити свої знання, відповівши на питання для самоперевірки, приведені в методичних вказівках.

У процесі вивчення курсу студент виконує лабораторні роботи, закріплюючи при цьому теоретичні знання і здобуваючи практичні навички по експериментальній оцінці і дослідженню основних експлуатаційних властивостей автомобіля.

Для допуску до заліку й екзамену з курсу студент повинен представити виконані і зараховані викладачем контрольні роботи і захищений звіт по лабораторних роботах.

## 2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕМ КУРСУ, ЯКІ ВИВЧАЮТЬСЯ

### 2.1 Змістовий модуль 1. Загальні питання розвитку науки про експлуатаційні властивості, експлуатаційні умови і теорії колісного рушія автомобіля

*Тема 1.* Експлуатаційні властивості автомобіля і їх визначення: якість та її оціночні показники; експлуатаційні і споживчі властивості та їх оціночні показники; наукові школи теорії експлуатаційних властивостей автомобіля; зв'язки дисципліни з іншими науками.

*Тема 2.* Характеристики опорних поверхонь для рухання: геометричні; фізико-механічні показники.

*Тема 3.* Джерела енергії автомобілів та їх характеристики. Потужність і крутний момент, що підводяться до коліс.

*Тема 4.* Геометричні, масові і робочі характеристики шин і коліс автомобілів.

*Тема 5.* Фізико-математичні моделі прямолінійного кочення коліс по опорній поверхні при різних режимах силового навантаження.

*Тема 6.* Силове навантаження ведучого, гальмуючого, веденого, нейтрального та вільного коліс, продовжне їх прослизання.

*Тема 7.* Вплив різних чинників і режиму кочення на опір коченню автомобільних шин по опорній поверхні.

*Тема 8.* Вплив різних чинників і режиму кочення на зчеплення автомобільних шин з опорною поверхнею.

Література: [1], с. 5-11; [2], с. 5-9; [3], с. 3-4.

Одним з основних факторів, що визначають якість створюваного автомобіля, є рівень підготовки інженерних кадрів, зайнятих його проектуванням, виготовленням, випробуванням та експлуатацією. Рішення задач розвитку автомобілебудування і підвищення ефективності використання автомобілів у господарстві країни можливо на основі розвитку відповідних галузей науки. Автомобіль повинний бути високопродуктивним, економічним, безпечним і зручним в різних умовах експлуатації. Виконання цих вимог залежить від властивостей, які визначають ефективність його

застосування за призначенням. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля – прикладна теорія, яка вивчає основні експлуатаційно-технічні властивості автомобіля і вплив на них різних конструктивних і експлуатаційних факторів, визначає шляхи виконання вимог при проектуванні автомобілів, пред'явлених умовами їх експлуатації.

Основні положення теорії експлуатаційних властивостей автомобілів як науки були розроблені Чудаковим Е.А. і сформульовані в підручнику «Теорії автомобіля», який уперше вийшов в 1935 р. Надалі окремі розділи теорії автомобіля одержали розвиток у працях багатьох вітчизняних і закордонних учених.

Удосконалювання методів розрахунку тягово-динамічних і паливно-економічних властивостей автомобіля знайшло відображення в працях Зімелева Г.В., Фалькевіча Б.С., Яковлева Н.А. Питання керованості і стійкості автомобіля розроблялися Литвиновим А.С. і Певзнером Я.М., методи розрахунків плавності ходу й обґрунтування вибору параметрів автомобіля як коливальної системи - Ротенбергом Р.В., Певзнером Я.М. та ін. У роботах Бухаріна І.А. і Фрумкіна А.К. викладені методи розрахунку гальмової динаміки автомобіля.

Використання при проектуванні комп'ютерної техніки для розрахунків параметрів автомобіля дозволило істотно підвищити достовірність розрахунків, результати яких стали більш адекватними до результатів натурних випробувань.

Загальна теорія системи водій-автомобіль-дорога, заснована на теорії ймовірностей і теорії випадкових процесів, заклала основи досліджень експлуатаційних властивостей автомобіля як елемента системи в умовах випадкових характеристик експлуатаційних факторів.

Застосування теорії випадкових процесів для дослідження характеристик автомобіля вперше в комплексному виді було викладено в роботах Пархиловського І.Г. і колективу науковців під керівництвом Хачатурова А.А.

Методи розрахунків характеристик керованості автомобіля одержали подальший розвиток у роботах Антонова Д.А., Іларіонова В.А., Фаробіна Я.Є., паливної економічності і тягово-швидкісних властивостей у роботах Токарева А.А., Гашука П.Н. Розробці сучасних методів оцінки прохідності автомобілів присвячені роботи Агейкіна Я.С., Бочарова М.Ф., Пірковського Ю.В., Аксьонова П.В., Платонова В.Ф., Степанова О.П., Безбородовой Г.Б. Великий внесок у

розвиток теорії автомобіля зробили закордонні вчені Мічке М., Вонг Дж., Гухо В.Г., Елліс Д.Р. та ін.

Сучасний етап розвитку теорії експлуатаційних властивостей автомобіля характеризується поглибленим вивченням окремих експлуатаційних властивостей стосовно до конкретних видів автотранспортних засобів та їх комплексною оцінкою і оптимізацією.

## **2.2 Змістовий модуль 2. Тягово-швидкісні властивості автомобіля**

*Тема 1.* Тягово-швидкісні властивості та їх вплив на техніко-економічні показники автомобіля.

*Тема 2.* Сили опору і рушійні сили.

*Тема 3.* Аеродинамічні сили і моменти, метацентр та їх експериментальне визначення.

*Тема 4.* Рівняння прямолінійного руху автомобіля. Опір інерції рухові автомобіля.

*Тема 5.* Тягова характеристика, динамічний фактор і динамічна характеристика автомобіля.

*Тема 6.* Максимальне прискорення, час та шлях розгону автомобіля до заданої швидкості.

*Тема 7.* Вибір передаточних чисел головної передачі, коробки передач.

*Тема 8.* Визначення потужності двигуна, діапазону, ступенів і значень передаточних чисел трансмісії.

*Тема 9.* Вибір типорозміру шин.

*Тема 10.* Навантажувальні, і енергетичні властивості гідродинамічних передач.

*Тема 11.* Передаточні числа додаткової коробки гідромеханічної передачі.

*Тема 12.* Тягова характеристика і розрахунок приємності автомобіля з гідромеханічною передачею.

Література: [1], с. 114-123; [2], с. 64-85; [4], с. 60-121; [5], с. 64-69, 277-293.

Спочатку студент повинен вивчити всі зовнішні сили, що діють на автомобіль у загальному випадку прямолінійного руху на підйом, зв'язані з взаємодією колісного рушія і кузова з опорною поверхнею оточуючим середовищем. Варто усвідомити фізичний смисл коефіцієнта опору коченню колеса і зчеплення його з опорною поверхнею, а також проаналізувати вплив на них різних конструктивних і експлуатаційних факторів. Необхідно уміти визначати значення і встановлювати закономірності зміни крутного моменту і тягової сили на ведучих колесах, радіуса колеса, сил зчеплення колеса з опорною поверхнею, опору коченню, опору повітря й інерції, а також ККД трансмісії, коефіцієнту опору повітря і коефіцієнту впливу інерції обертючих мас автомобіля.

Вивчити методи визначення положення центра мас автомобіля. Розглядаючи дію зовнішніх сил на автомобіль необхідно ознайомитися з коефіцієнтами перерозподілу навантаження по осях.

Студент повинен знати рівняння тягового балансу і балансу потужності автомобіля та автопоїзда і вміти пояснити їх фізичну суть, вивід рівнянь, що визначають динамічний фактор, прискорення, час і шлях розгону автомобіля, а також залежність швидкості руху автомобіля від частоти обертання колінчатого вала двигуна і передаточних чисел трансмісії. Знати фізичний смисл коефіцієнта загального дорожнього опору, динамічний фактор по крутному моменту двигуна і умовам зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею, взаємозв'язок між ними і їх вплив на подолання кутів підйому, прискорення розгону, час і шлях розгону в різних дорожніх умовах і з різним корисним навантаженням автомобіля та автопоїзда. Знати і уміти визначати і коректувати передаточні числа трансмісій різних автомобілів з метою підвищення тягово-швидкісних і паливно-економічних показників.

Необхідно освоїти методи визначення показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля експериментально, або розрахунковими методами: аналітичним, графічним і графоаналітичної. Найбільш простий, зручний і наочний метод розрахунку - графоаналітичний, сутність і порядок виконання якого полягають у наступному:

- на підставі вихідних конструктивних параметрів автомобіля розраховуються всі сили, що діють на нього при різних швидкостях руху, потужність, яка підведена до коліс і необхідна для руху

автомобіля, динамічний фактор і прискорення автомобіля в процесі розгону на передачах;

- викреслюються швидкісні характеристики двигуна й автомобіля, тягова, динамічна і потужнісна характеристики автомобіля, графік прискорень, а також допоміжний графік величин, зворотних прискорень, необхідний для розрахунку часу і шляху розгону автомобіля;

- за допомогою побудованих характеристик і графіків визначаються показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля в заданих умовах експлуатації.

Використовуючи графоаналітичний метод і виходячи з конструктивних параметрів автомобіля, студент повинен уміти розрахувати максимальну швидкість руху автомобіля в заданих умовах, найбільші опори і граничні підйоми, які зможе подолати автомобіль на різних передачах, прискорення, час і шлях розгону, максимальну масу причепа, який може буксирувати автомобіль.

Аналізуючи графік прискорень, необхідно усвідомити, чому у вантажних автомобілів максимальне прискорення на першій передачі може бути менше, ніж на другий. Далі необхідно з'ясувати, як впливають гідромумфта і гідротрансформатор гідравлічних передач на тягово-швидкісні властивості автомобіля й автопоїзда. Проаналізувати вплив маси автомобіля, характеристики двигуна, числа ступенів коробки передач, передаточних чисел трансмісії та інших конструктивних і експлуатаційних факторів на тягово-швидкісні автомобіля й автопоїзда та їх прохідність, ознайомитися з основними напрямками підвищення показників цих властивостей і їх експериментальним визначенням.

Освоїти методи вибору основних конструктивних параметрів автомобіля: потужності двигуна, діапазону регулювання трансмісії, числа ступенів трансмісії, передаточних чисел, розміру і типу шин та експериментального визначення коефіцієнтів опору коченню, опору повітря, зчеплення, корисної дії трансмісії.

Задачею тягового розрахунку є визначення характеристик двигуна і трансмісії, що забезпечують необхідні тягово-швидкісні властивості і паливну економічність автомобіля в заданих умовах експлуатації. Тягові розрахунки виконуються при проектуванні нового автомобіля або модернізації існуючого. Вихідні дані для

тягового розрахунку визначаються в технічному завданні, на основі якого виконуються ескізний і технічний проекти.

Тяговий розрахунок автомобіля містить у собі розрахунки і побудову графіків необхідної зовнішньої швидкісної характеристики двигуна для автомобіля, передаточних чисел його трансмісії і швидкісної характеристики автомобіля, балансу зовнішніх сил опору руху автомобіля і тягових сил на ведучих колесах на всіх передачах при різних швидкостях руху, динамічного фактора, прискорень і зворотних прискорень, часу і шляху розгону, характеристик балансу потужності автомобіля, витрати палива і паливно-швидкісної характеристики усталеного руху автомобіля. На основі тягового розрахунку необхідно уміти проаналізувати вплив конструктивних факторів: маси автомобіля, характеристик двигуна, передаточних чисел і числа ступенів коробки передач, передаточного числа головної передачі та інших. на тягово-швидкісні якості і паливну економічність автомобіля й установити швидкість руху автомобіля, відповідну передачу для заданого опору руху дороги.

## **2.3 Змістовий модуль 3. Паливно-економічні та гальмівні властивості автомобіля**

*Тема 1.* Характеристики паливної економічності ДВЗ і їх вплив на показники паливної економічності і екологічності автомобіля.

*Тема 2.* Рівняння витрати палива. Побудова і аналіз та визначення показників паливно-економічної характеристики автомобіля.

*Тема 3.* Паливно-швидкісна характеристика автомобіля.

*Тема 4.* Тягово- і паливно-швидкісні характеристики автомобілів з ГДП.

*Тема 5.* Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на паливну економічність автомобіля. Шляхові витрати палива.

*Тема 6.* Показники витрат палива на різних режимах руху, та маршруті. Шляхи підвищення паливної економічності.

*Тема 7.* Гальмівні якості та безпека руху і продуктивність автомобіля. Робочий процес гальмування автомобіля.

*Тема 8.* Способи гальмування. Гальмівні зусилля і моменти на колесах та рівняння руху автомобіля. Уповільнення автомобіля.

*Тема 9.* Оціночні показники і нормативи гальмових

властивостей автомобіля. Уповільнення при екстремому гальмуванні колесами.

*Тема 10.* Динамічний фактор і уповільнення при різних режимах і способах гальмування.

*Тема 11.* Шляхи зупиночний, наростання уповільнення, сталого уповільнення автомобіля. Гальмова діаграма автомобіля.

*Тема 12.* Нормальні і повздовжні реакції коліс при гальмуванні.

*Тема 13.* Оптимальний розподіл гальмових сил по колесах при гальмуванні.

*Тема 14.* Усталеність автомобіля при гальмуванні. Регулювання гальмівних сил.

*Тема 15.* Особливості процесу гальмування автопоїзда.

*Тема 16.* Ефективність запасної гальмової системи. Нормативні вимоги і шляхи поліпшення гальмівних властивостей автомобілів.

Література: [1], с. 66-85, 87-104; [2], с. 54-59, 86-102; [3], с. 122-162; [4], с. 70-79, 255-265; [5], с. 181-215.

Витрата палива автомобіля залежить від величини його потужності, затрачуваної на подолання усіх видів опору руху, і економічності роботи двигуна.

Величина потужності двигуна, затрачувана на подолання опору руху автомобіля для заданих швидкостей руху, визначається за коефіцієнтом загального дорожнього опору і коефіцієнту опору повітря; питома витрата палива - за коефіцієнтами, що залежать від частоти обертання і ступеня використання потужності двигуна.

При розрахунках паливних характеристик сталого руху для визначення ступеня використання потужності і частоти обертання зручно застосовувати динамічну, швидкісну характеристики автомобіля і зовнішню швидкісну характеристику двигуна. Паливна економічність автомобіля звичайно визначається його паливно-економічною характеристикою. Треба знати, як по витратах палива на шляху 100 км розраховується паливно-економічна характеристика автомобіля. Уміти пояснити, чому витрата палива автомобіля зростає при малих і великих швидкостях руху і при якій швидкості буде мінімальна витрата палива, чому на додатковій економічній передачі легкового автомобіля можна одержати мінімальну витрату палива.

Вплив різних конструктивних і експлуатаційних факторів на паливну економічність автомобіля легко установити, знаючи їх вплив на два параметри: питому витрату палива і затрачувану при русі потужність двигуна. Варто усвідомити шляхи підвищення паливної економічності автомобілів і автопоїздів.

Знати і уміти визначати і коректувати передаточні числа трансмісій різних автомобілів з метою підвищення паливно-економічних показників.

Необхідно уміти проаналізувати вплив конструктивних факторів: маси автомобіля, характеристик двигуна, передаточних чисел і числа ступенів коробки передач, передаточного числа головної передачі та інших, на паливну економічність автомобіля.

Безпека руху автомобіля залежить значно від його гальмівних властивостей: сил і моментів, що діють на колесо й автомобіль при гальмуванні; розподілу повної гальмівної сили між передніми і задніми колесами автомобіля. Уповільнення при гальмуванні, час і шлях гальмування визначають ефективність гальмівної системи автомобіля. Гальмова діаграма. Необхідно уяснити вплив конструктивних факторів на гальмівні властивості автомобіля та основні напрямки поліпшення цих властивостей.

Спочатку необхідно усвідомити визначення, показники, вимірники і нормативи гальмових властивостей автомобіля й автопоїзда. Далі варто розглянути сили і моменти, що діють на колеса й автомобіль при гальмуванні, з'ясувавши, які з них є рушійними, а які силами опору руху автомобіля, що необхідно при виведення рівняння прямолінійного руху автомобіля при гальмуванні та залежностей для визначення уповільнення і шляху гальмування автомобіля. При проектуванні гальмової системи автомобіля необхідно прагнути до забезпечення співвідношення гальмових моментів на колесах пропорційними їх нормальним реакціям. Необхідно знати і вміти застосовувати залежності з різними припущеннями для визначення шляху гальмування: з урахуванням часу реакції водія і спрацьовування приводу; характеристик наростання гальмівної сили у відповідності до гальмівної діаграми; графіків зміни уповільнення, швидкості і шляху гальмування в залежності від часу. При розгляді гальмівної діаграми автомобіля варто звернути увагу на те, яку частину займає кожна зі складових загального часу гальмування.

Аналіз впливу конструктивних факторів на гальмівні властивості автомобіля зручно виконувати із застосуванням коефіцієнта перерозподілу гальмівної сили. Необхідно також ознайомитися з основними напрямками поліпшення гальмівних властивостей автомобіля, засобами і методами за допомогою яких це досягається.

## **2.4 Змістовий модуль 4. Керованість, плавність ходу і прохідність автомобіля**

*Тема 1.* Система водій-автомобіль при керуванні. Показники керованості й усталеності автомобіля й методи їхнього визначення.

*Тема 2.* Кінематика кочення колеса з відведенням. Кінематичні параметри і сили при повороті автомобіля. Повороткість автомобіля.

*Тема 3.* Поперечні й поздовжні сили і реакції осей автомобіля при сталому і несталому повороті, криволінійному русі автомобіля.

*Тема 4.* Вісь крену підресореної маси і нормальні реакції коліс. Критична швидкість по заносу і перекиданню автомобіля.

*Тема 5.* Силовий баланс на горизонтальній дорозі при криволінійній траєкторії. Коливання і стабілізація керованих коліс відносно осей.

*Тема 6.* Взаємодія підвіски й кермового привода коліс. Стабілізуючі моменти. Зусилля на кермовому колесі. Вимоги до керованості.

*Тема 7.* Характеристики реакцій автомобіля на керування. Критерії і оціночні параметри керованості і усталеності автомобілів.

*Тема 8.* Вплив конструктивних і експлуатаційних чинників на керованість і усталеність автомобіля.

*Тема 9.* Алгоритми дослідження керованості й усталеності автомобіля з застосуванням комп'ютерної техніки.

*Тема 10.* Показники та вимоги, щодо маневреності автомобіля. Вплив конструктивних і експлуатаційних чинників на маневреність.

*Тема 11.* Випробування і дослідження маневреності, керованості і усталеності автомобіля.

*Тема 12.* Шляхи поліпшення керованості й усталеності автомобілів.

*Тема 13.* Плавність ходу автомобіля:

- показники коливань, їх нормування та вплив на безпеку руху і продуктивність;
- автомобіль як коливальна система;
- частоти вільних коливань кузова;
- частотні спектри впливів на автомобіль та його амплітудно-частотна характеристика.

*Тема 14.* Рівняння коливань підресорених і не підресорених мас автомобіля. Вільні та змушені коливання мас автомобіля.

*Тема 15.* Вплив на плавність руху розподілу мас автомобіля по довжині і висоті, характеристик системи підресорювання.

*Тема 16.* Прохідність:

- вплив на продуктивність автомобіля;
- показники геометричної прохідності;
- показники опорної прохідності;
- вплив трансмісії на опорну прохідність. Подолання підйомів.

Література: [1], с. 124-160, с. 164-182, с. 193-211, с. 212-228; [2], с. 103-184; [3], с. 105-121, с. 164-212, с. 193-204, с. 216-236; [4], с. 80-96, с. 122-188, с. 190-219, с. 220-254; [5], с. 98-180.

При вивченні керованості автомобіля найбільш важливими питаннями є кінематика і динаміка повороту, з урахуванням бічного відведення коліс, розташування по довжині автомобіля центра маси, положення центра нейтральної поворотності, бічного метacentра і стабілізації керованих коліс.

При розгляді кінематики повороту приймається загальна схема автомобіля, що задовольняє будь-якій поворотній системі, і визначається залежність, яка характеризує оптимальне співвідношення між кутами повороту керованих коліс.

Необхідно вивчити явище бічного відведення колеса з еластичною шиною, коли під впливом поперечної сили воно, залишаючись при русі паралельним собі, котиться зі зсувом убік. Після з'ясування фізичної сутності цього явища варто розглянути вплив відведення на центр повороту, радіус повороту і керованість автомобіля. Для цього зображують схему автомобіля на повороті з кутами відведення передньої та задньої осей і з тригонометричних залежностей визначають дійсний радіус повороту, радіус центра мас автомобіля відносно миттєвого центра повороту. По залежності

радіуса повороту від кутів відведення визначають, як впливає на радіус повороту відведення кожної із осей та їх одночасне відведення. Велике значення має місце розташування центра повороту, завдяки якому можна з'ясувати, яка є повороткість автомобіля: надлишкова, недостатня чи нейтральна.

З метою одержання представлення про графік керованості автомобіля варто розглянути динаміку повороту. Для цього звернути увагу на розташування по довжині автомобіля центра маси, центра бічних реакцій, бічного метacentра від різних факторів і прикладених сил, що роблять різний вплив на керованість.

При вивченні стабілізації, керованих коліс необхідно знати, що стабілізуючі моменти можуть виникати внаслідок дій бічної відцентрової сили, ваги автомобіля, опору коченню керованих коліс та дії спеціальних пристроїв стабілізації положення керованих коліс. Установку коліс виконують так, щоб ці моменти сприяли стабілізації положення коліс, яке відповідає прямолінійному або заданому напрямку руху автомобіля. Необхідно проаналізувати, як відбувається стабілізація керованих коліс під дією потенціальної енергії підйому передньої частини автомобіля, внаслідок поперечних кутів нахилу їх осі повороту, та дії сил опору коченню коліс і відцентрової сили з плечами дії цих сил при наявних кутах нахилу осей повороту коліс. Велике значення для безпеки руху на великих швидкостях має зменшення коливань керованих коліс, тому треба знати причини, що викликають ці коливання і засоби їх усунення.

Вивчаючи стійкість автомобіля, необхідно звернути увагу на різні види її порушення, подовжню і поперечну стійкість по ковзанню і перекиданню, при руханні на підйомах, косогорах, поворотах та інших характерних маневрах.

Стійкість автомобіля варто пов'язувати із зовнішніми силами і реакціями у контакті з опорною поверхнею коліс, звернути увагу на те, що стійкість визначається співвідношенням збурюючих і стабілізуючих навантажень.

При розгляді подовжньої стійкості по перекиданню потрібно дослідити схему автомобіля, що рухається по похилій площині, з діючими на нього силами і моментами при гальмуванні чи прискоренні під час подолання підйому або спуску. Склавши рівняння моментів щодо осі перекидання, необхідно знайти припустиму висоту розташування центра маси автомобіля або із умови рівності

перекидаючого і відновлюючого моменту, знайти граничний кут нахилу дороги, при якому настає перекидання автомобіля.

Для визначення граничного значення кута при подоланні підйому по ковзанню, внаслідок недостатнього зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею, необхідно спроектувати силу зчеплення ведучих коліс і сили опору руху на напрямок руху автомобіля і проаналізувати їх співвідношення.

Поперечна стійкість автомобіля на повороті порушується бічною складовою відцентрової сили, яка визначається швидкістю руху автомобіля, радіусом і режимом повороту. У результаті розгляду руху автомобіля на повороті з діючими на нього силами визначаються критичні швидкості по ковзанню чи занесенню та перекиданню. Поперечне ковзання з допустимим занесенням є більш прийнятним порушенням поперечної стійкості автомобіля, порівняно з його перекиданням, і повинно передувати останньому.

Поперечна стійкість на косогорі визначається діючими силами, характером і напрямком руху автомобіля, що рухається по дорозі з поперечним ухилом.

Варто звернути увагу на поперечну стійкість по занесенню переднепривідних і заднепривідних легкових автомобілів, мати чітке представлення про занесення задніх і передніх коліс. Виведення автомобіля з початкового заносу задніх коліс поворотом передніх керованих коліс убік заносу ґрунтоване на зміні напрямку і зменшенні величини відцентрової сили, що діє убік заносу. Необхідно засвоїти і вміти аналізувати вплив різних конструктивних факторів і режимів його руху на стійкість автомобіля.

Плавність ходу автомобіля істотно впливає на його продуктивність, комфортабельність, збереженість вантажів, надійність, економічність, зручність використання автомобіля. При вивченні цієї теми необхідно звернути увагу на оціночні показники і норми плавності ходу автомобілів, їх числові і граничні значення.

Для аналізу коливань автомобіля варто проаналізувати попередньо коливання тіла з одним ступенем свободи, а потім розглянути вільні і вимушені коливання автомобіля за спрощеними коливальними системами: без урахування і з урахуванням впливу не підресорених мас, із загасанням і без загасання коливань, склавши відповідні диференціальні рівняння. Необхідно уявити взаємозв'язок коливань підресорених і не підресорених мас, парціальні частоти

коливань, частоти зв'язку, а також мати уявлення про вплив характеристики дорожніх покриттів, кінематики і характеристик підвісок, амортизаторів, розподілу підресореної маси по осях, числа осей, характеристик шин, співвідношення значень підресорених і не підресорених мас на плавність ходу автомобіля, звернувши увагу на напрямки поліпшення показників плавності ходу. Варто також ознайомитися з вібраціями і шумами в різних дорожніх умовах і їхній вплив на навколишнє середовище.

При вивченні прохідності автомобіля необхідно розглянути поняття прохідності, тягові, опорно-зчіпні і геометричні показники прохідності, тягові властивості автомобілів з різними колісними формулами при простому і блокованому диференціалах, колеса з шинами автомобілів високої прохідності і підведення до них крутного моменту, циркуляцію потужності в трансмісії повнопривідних автомобілів, шляхи підвищення прохідності автомобілів і автопоїздів. Варто також враховувати вплив на прохідність автомобіля опору кочення по м'якому і вологому ґрунті, стану опорної поверхні, глибини колії, співвідношення жорсткості шин і опорної поверхні, системи регулювання тиску повітря в шинах, відповідного розподілу маси по осях автомобіля при його компонуванні і навантаженні, діаметра і ширини профілю шин, рисунка протектора шин і розміру ґрунтозачепів, шин низького і тиску повітря, що регулюється, максимальної питомої сили тяги автомобіля, коефіцієнта зчіпної маси автомобіля, загального найбільшого передаточного числа трансмісії для забезпечення стійкого руху з малою швидкістю, наявності в трансмісії гідротрансформатора, який дозволяє протягом тривалого часу рухатися з малою швидкістю, максимального підйому, який долає автомобіль.

Необхідно знати, що простий диференціал поділяє підведений крутний момент порівно по півосях, без урахування моменту тертя. При цьому тягові сили, що розвиваються ведучими колесами автомобіля, не можуть перевищувати тягової сили колеса, що знаходиться на опорній поверхні з найменшим коефіцієнтом зчеплення. Крім того, необхідно знати, що блокуванням диференціала можна підвищити тягові сили тільки у випадках, коли ліві і праві ведучі колеса знаходяться на ділянках дороги з різними значеннями коефіцієнта зчеплення. При розгляді коліс автомобілів високої прохідності необхідно звернути увагу на вплив діаметра шини,

ширини її профілю, рисунка протектора і тиску повітря в шині, кількості коліс автомобіля, збігу колії передніх коліс з колією задніх на коефіцієнти зчеплення й опору кочення.

Циркулююча потужність у трансмісії автомобілів високої прохідності - шкідливе явище, тому її називають також паразитною потужністю. Необхідно знати, що таке циркулююча потужність, у яких випадках вона може виникнути і які міри необхідно починати для її зменшення і повної ліквідації.

### **3 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗІ ЗМІСТОВНИХ МОДУЛІВ**

#### **3.1 Питання змістовного модуля 1**

1. Що вивчає теорія експлуатаційних властивостей автомобіля?
2. Які основні задачі теорії експлуатаційних властивостей автомобіля?
3. Яка роль закордонних і вітчизняних вчених у створенні і розвитку наукових основ теорії експлуатаційних властивостей автомобіля?
4. Назвіть основні властивості автомобіля.
5. Які завдання стоять по вдосконалюванню вітчизняних автомобілів?
6. Поясніть поняття якості і експлуатаційних властивостей автомобілів.
7. Назвіть показники експлуатаційних властивостей автомобілів.
8. Розкажіть про основоположників й основні вітчизняні школи теорії експлуатаційних властивостей автомобіля.
9. Як впливають характеристики і між елементні зв'язки системи «водій, автомобіль, дорога, середовище» на систему оцінки якості й реалізацію експлуатаційних властивостей автомобіля?
10. Назвіть геометричні показники опорної поверхні.
11. Охарактеризуйте фізико-механічні властивості опорної поверхні.
12. Обґрунтуйте фізико-математичну модель кочення колеса, яке деформується по твердій опорній поверхні.

13. Обґрунтуйте фізико-математичну модель кочення жорсткого колеса по опорній поверхні, яка деформується.
14. Обґрунтуйте фізико-математичну модель кочення колеса з шиною по опорній поверхні, які деформуються.
15. Наведіть схему силового навантаження ведучого колеса.
16. Наведіть схему силового навантаження вільного колеса.
17. Наведіть схему силового навантаження нейтрального колеса.
18. Наведіть схему силового навантаження веденого колеса.
19. Наведіть схему силового навантаження гальмуючого колеса.
20. Поясніть фізичну суть радіуса кочення колеса.
21. Як впливає величина сили тяги на радіус кочення ведучого колеса?
22. Як впливає величина продовжної сили на радіус кочення веденого колеса?
23. Як впливає величина гальмівної сили на радіус кочення гальмуючого колеса?
24. Що відносять до геометричних характеристик шин?
25. Чим обумовлений опір коченню автомобільних шин?
26. Які фактори впливають на опір коченню автомобільних шин?
27. Чим обумовлене зчеплення автомобільних шин з опорною поверхнею?
28. Які фактори впливають на зчеплення автомобільних шин з опорною поверхнею?
29. Як впливає режим кочення на опір коченню автомобільних шин?
30. Як впливає режим кочення на зчеплення автомобільних шин з опорною поверхнею?

### **3.2 Питання змістовного модуля 2**

1. Якими факторами характеризуються втрати потужності трансмісії автомобіля?
2. Що називають коефіцієнтом врахування інерції обертових мас і як він впливає на тягово-швидкісні властивості автомобіля?
3. Напишіть аналітичні залежності для визначення сил і моментів, які діють на автомобіль при його русі.

4. Від чого залежить динамічний фактор автомобіля?
5. Як визначити максимальні кути підйому, які долає автомобіль на різних передачах?
6. Назвіть показники тягово-швидкісних властивостей автомобілів.
7. Які сили рушійні і опору рухові автомобіля ви знаєте?
8. Як визначаються сили опору коченню, опору підйому автомобіля?
9. Які аеродинамічні сили й моменти діють на автомобіль при руханні?
10. Запишіть рівняння рухання автомобіля в загальному випадку.
11. Чим обумовлений опір інерції рухові автомобіля?
12. Як впливає кривизна профілю дороги на опір рухові?
13. Як визначається сила опору рухові багатоланкового автопоїзда від причіпного навантаження?
14. Запишіть рівняння балансу потужності одиночного автомобіля.
15. Як розрахувати тягову характеристику автомобіля?
16. Побудуйте графік силового балансу автомобіля?
17. Як розрахувати динамічну характеристику автомобіля?
18. Побудуйте універсальну динамічну характеристика автомобіля.
19. Побудуйте графік балансу потужності автомобіля.
20. Визначте запас потужності й коефіцієнт використання потужності при руханні автомобіля з визначеною швидкістю в заданих умовах.
21. Визначте максимально можливе прискорення автомобіля.
22. Розрахуйте час розгону автомобіля до заданої швидкості.
23. Розрахуйте шлях розгону автомобіля до заданої швидкості.
24. Як вибираються передаточні числа головної передачі, і додаткових коробок?
25. Як вибираються і коректуються передаточні числа ступенів коробки передач?
26. Порівняйте навантажувальні характеристики прозорого і непрозорого гідротрансформаторів.
27. Як вибираються передаточні числа додаткової механічної коробки гідромеханічної передачі?

28. Побудуйте тягову характеристику автомобіля з гідромеханічною передачею.

29. Як поліпшують перетворюючі і енергетичні властивості гідродинамічних передач?

30. В чому полягають особливості розрахунку параметрів приємності автомобіля з гідропередачею?

### **3.3 Питання змістовного модуля 3**

1. Що називається паливно-економічною характеристикою автомобіля?

2. Назвіть показники паливної економічності автомобіля.

3. Як впливають на витрату палива збільшення опору руху і величина використання потужності двигуна автомобіля у заданих дорожніх умовах?

4. Як установити найбільш економічну швидкість руху автомобіля і передачу по витраті палива для заданих дорожніх умов?

5. Які конструктивні й експлуатаційні фактори впливають на паливну економічність автомобіля?

6. У яких випадках і за рахунок чого може бути зекономлене паливо при русі способом «розгін-накат»?

7. Розкажіть про шляхи підвищення паливної економічності автомобіля.

8. Запишіть рівняння шляхової витрати палива.

9. Побудуйте паливно-економічну характеристику автомобіля.

10. Як розрахувати показники паливної економічності автомобіля?

11. Як впливають конструктивні і експлуатаційні фактори на паливну економічність автомобіля?

12. Як визначити витрати палива автомобіля при руханні на різних передачах?

13. Як розрахувати витрати палива автомобіля на заданому маршруті?

14. Назвіть показники гальмових властивостей автомобіля.

15. Які сили і моменти діють на колеса й автомобіль при гальмуванні?

16. Запишіть залежності для визначення уповільнення автомобіля при екстремому та службовому гальмуванні колесами.

17. Запишіть залежність для визначення уповільнення автомобіля при службовому гальмуванні колесами й двигуном та допоміжною гальмовою системою.

18. В чому полягає відмінність динамічного фактора при гальмуванні автомобіля колесами, колесами й двигуном та колесами й допоміжною гальмовою системою?

19. Як визначити уповільнення і шлях при екстреному гальмуванні автомобіля?

20. Як визначити шлях наростання та сталого уповільнення автомобіля при гальмуванні?

21. Від чого залежить дійсний шлях гальмування?

22. Як визначити швидкість початку сталого уповільнення автомобіля?

23. Що зображується на гальмовій діаграмі автомобіля?

24. Чим характеризується оптимальний розподіл гальмових сил по колесах автомобіля при гальмуванні?

25. Як при гальмуванні автомобіля змінюються нормальні реакції і гальмові сили на передніх і задніх колесах?

26. Чим обмежується максимальна гальмова сила автомобіля?

27. Як процес гальмування автопоїзда впливає на зусилля в тягово-причепному пристрої?

28. З якою метою застосовується роздільний привід гальм передніх і задніх коліс і установка регулятора гальмових сил?

29. Що визначає ефективність запасної гальмової системи?

30. Як впливають гальмові властивості автомобіля на його середню швидкість руху?

### **3.4 Питання змістовного модуля 4**

1. Розкажіть про оціночні показники і характеристики керованості й стійкості автомобіля й методи їхнього визначення.

2. Як впливає взаємне розташування центрів мас і нейтральної поворотності на поворотність автомобіля, та у яких випадках автомобіль має недостатню чи зайву поворотність?

3. Як впливає кут відведення коліс на радіус повороту автомобіля?

4. Як поворотність автомобіля впливає на кінематичні параметри його повороту?

5. Як впливає збільшення поперечного і подовжного кутів нахилу шворня на легкість керування автомобілем?

6. Якими заходами можна зменшити коливання керованих коліс?

7. Як впливає на стійкість автомобільного колеса проти заносу дія продовжної сили?

8. Від чого залежать критичні швидкості автомобіля по заносу і перекиданню?

9. Чому передні ведені колеса автомобіля менш піддані заносу, чим задні?

10. Чому переднє привідний легковий автомобіль менш підданий заносу, чим заднє привідний?

11. Чому початковий занос можна усунути поворотом керованих коліс убік заносу?

12. Які шляхи поліпшення керованості автомобілі?

13. Які шляхи підвищення стійкості автомобіля?

14. Як навантаження, що діють на колесо з еластичною шиною, впливають на його кінематичні характеристики кочення з відведенням?

15. Як впливають нормальні і поздовжні сили, що діють в плямі контакту шини з опорною поверхнею, на коефіцієнт опору її відведенню?

16. Як зв'язані бічні сили і кути відведення при нестационарному коченні колеса?

17. Які сили діють на автомобіль при повороті?

18. В чому полягають особливості зміни поперечних реакції осей автомобіля при несталому і сталому поворотах?

19. Як змінюються поздовжні реакції осей автомобіля при криволінійному русі в загальному випадку і при сталому повороті?

20. Як змінюються нормальні реакції коліс при повороті автомобіля в загальному випадку?

21. Чим відрізняються рівняння силового балансу на горизонтальній дорозі при русі по прямій і криволінійній траєкторії?

22. Які фактори визначають положення центрів крену підвісок і вісі крену підресореної маси автомобіля?

23. Які фактори визначають коливання керованих коліс відносно осей їх повороту та автоколивання керованих коліс?

24. Як забезпечується кінематична узгодженість підвіски й кермового привода керованих коліс?
25. Як і для чого застосовується стабілізація керованих коліс?
26. Як впливають поперечний і подовжній кути нахилу осі повороту керованих коліс на їх стабілізацію?
27. Від чого залежать зусилля на кермовому колесі?
28. Назвіть основні показники й норми плавності ходу автомобіля.
29. Що таке приведена жорсткість підвіски і приведений коефіцієнт опору амортизатора і як вибрати їх для передньої і задньої підвісок?
30. Чим визначаються парціальні частоти коливань підресореної і не підресорених мас автомобіля без загасання?
31. Як впливають характеристики амортизаторів на амплітуду загасаючих вільних коливань підресореної маси автомобіля?
32. Як пов'язані власні частоти коливань підресорених і не підресорених мас з частотами збурюючої дії?
33. Як визначити власну частоту вільних коливань тіла з одним ступенем свободи?
34. Як вибрати і визначити експериментально радіус інерції підресореної маси автомобіля?
35. Що впливає на виникнення подовжніх коливань автомобіля?
36. Назвіть шляхи підвищення плавності ходу автомобіля.
37. Назвіть опорно-зчіпні і геометричні показники прохідності автомобіля.
38. Які фактори визначають опорну і профільну прохідність автомобіля?
39. Як впливають характеристики трансмісії на опорну прохідність автомобіля?
40. Назвіть шляхи підвищення прохідності автомобіля.

#### **4 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Лабораторна робота № 1. Визначення основних розмірів і вагових параметрів легкового автомобіля.

Лабораторна робота № 2. Визначення характеристик еластичного колеса.

Лабораторна робота № 3. Визначення коефіцієнтів взаємодії автомобіля з дорогою.

Лабораторна робота № 4. Визначення характеристик бічного відведення шин.

Лабораторна робота № 5. Визначення моменту інерції автомобіля.

Лабораторна робота № 6. Визначення тягово-швидкісних властивостей автомобіля.

Лабораторна робота № 7. Визначення паливної економічності автомобіля.

## 5 ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Після вивчення теоретичного матеріалу студенти виконують три контрольні роботи. Контрольна робота складається з двох задач.

Виконувати контрольні роботи рекомендується в зошиті, залишаючи поля для зауваження рецензента. На титульному листі зошита варто вказати дисципліну і номери контрольних робіт, факультет, спеціальність, прізвище, ім'я і по батькові студента, шифр, домашню адресу і дату виконання робіт.

Графіки виконуються олівцем з використанням лінійки і лекала на міліметровому папері і клеюються в зошит.

У роботі перед рішенням задачі потрібно виписати вихідні дані, привести розрахункові схеми там, де це можливо, а потім коротко викласти весь порядок розрахунків з розшифровкою параметрів, які використовувались. Результати підрахунків рекомендується зводити в таблицю. У тексті обов'язково повинні бути посилання на використану літературу. Наприкінці роботи варто вказати список використаної літератури, пронумерувати всі сторінки, включаючи підписані рисунки.

Виправлення або переробку контрольної роботи треба виконувати в тому ж зошиті і разом з виправленою роботою надати рецензію на її перший варіант.

Захист контрольної роботи здійснюється на консультації до задачі іспиту.

Вихідні дані для виконання контрольних робіт приведені в таблицях А.1-А.2 (додаток А). Відсутня інформація студентом вибирається самостійно по довідково-інформаційній літературі.

Варіант контрольної роботи № 1 відповідає номеру студента в списку групи та останній і передостанній цифрам шифру групи. Варіант інших робіт вибирається по двох останніх цифрах номера залікової книжки.

### 5.1 Контрольна робота № 1

**Задача 1.** Розрахувати тягово-швидкісні якості автомобіля, при руханні по горизонтальній дорозі на всіх передачах. Вихідні дані включають тип автомобіля, колісну формулу, повну масу автомобіля  $m_a$ , максимальну швидкість руху  $V_{max}$ , максимальний коефіцієнт загального опору дороги  $\psi_{max}$  (табл. А1).

Використовуючи довідники з техніко-експлуатаційних характеристик автомобілів, установити найбільш близький автомобіль до заданого варіанту та вибрати додаткові дані з довідника необхідні для розрахунків і розрахувати зовнішню швидкісну характеристику двигуна, передаточні числа трансмісії, швидкісну, тягову і динамічну характеристики автомобіля, характеристику прискорень і зворотних прискорень автомобіля, час і шлях розгону, характеристику балансу потужності на всіх передачах, з побудовою графіків відповідно до методичних указівок по тяговому розрахунку автомобіля.

Отримані розрахункові показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля порівняти з відповідними показниками вітчизняних і закордонних прототипів та зробити аналіз отриманих результатів з відповідними висновками.

**Задача 2.** Визначити витрату палива того ж автомобіля в літрах на 100 км шляху при сталому русі на різних швидкостях і при трьох-чотирьох значеннях коефіцієнта опору дороги  $\psi$ , на вищій передачі, яка забезпечує досягнення максимальної швидкості при повному навантаженні автомобіля та побудувати паливно-економічну характеристику сталого руху.

## 5.2 Контрольна робота № 2

**Задача 1.** Побудувати залежності шляху гальмування від початкової швидкості того ж автомобіля для коефіцієнтів зчеплення  $\varphi$  рівних 0,2; 0,4; 0,6 і 0,8. Розрахунок вести без урахування часу реакції водія.

**Задача 2.** Знайти максимальний кут підйому, який може подолати автомобіль із усіма ведучими колесами. Визначити, на скільки градусів підйом повинен бути крутіше знайденого, щоб почалося ковзання вниз загальмованого автомобіля. Значення коефіцієнтів опору коченню і зчеплення приведені в таблиці А.2 (додаток А).

## 5.3 Контрольна робота № 3

**Задача 1.** Розрахувати, на скільки відсотків збільшиться максимальна сила тяги автомобіля, при буксировці причепа, за рахунок включення переднього ведучого моста. Повну масу і

необхідні розміри автомобіля прийняти у відповідності до виданого попередньо, коефіцієнт зчеплення  $\varphi$  прийняти рівним 0,7. Поясніть отриманий результат.

**Задача 2.** Перевірте, що відбудеться раніше - перекидання чи ковзання того ж автомобіля на крутому повороті, якщо центр маси автомобіля розташований посередині колії коліс на висоті  $h_g$ , рівній 60% величини колії, коефіцієнт зчеплення  $\varphi$  прийняти рівним 0,8.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». - М.: Машиностроение 1989.-240 с., ил.
2. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория: Учеб. для студентов спец. «Автомобили и тракторы» вузов. - Минск: Высшейш. шк., 1986.
3. Фалькевич В.С. Теория автомобиля: Учеб. для студентов вузов. - М.: Машгиз, 1963.
4. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: Учеб. для студентов автомоб. спец. вузов. - М.: машиностроение, 1981.
5. Яковлев Н.А., Диваков Н.В. Теория автомобиля. - М.: Высш. шк., 1962.
6. Зимелев Г.В. Теория автомобиля. - М.: Машгиз, 1959.
7. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. - М.: Машгиз, 1950.
8. Михайловский Е.В. Аэродинамика автомобиля. - М.: Машиностроение, 1973.
9. Аэродинамика автомобиля. / Под ред. В.Г. Гухо. - М.: Машиностроение, 1987.
10. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля. (Теоретический анализ). - М.: Машиностроение, 1966.
11. Гуревич Л.В., Меламуд Р.А. Тормозное управление автомобиля. - М.: Транспорт, 1978.

## Додаток А

Таблиця А.1 - Вихідні дані для виконання контрольної роботи №1 (варіант за номером в списку групи)

| №<br>п/п                                                                      | Автомобіль, колісна формула | $G_a$ , кг | $V_{a\max}$ , км/год. | $\psi_{\max}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіанти № 1/1, 6/1<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                            | Легковий, 4х2               | 1285       | 140                   | 0,42          |
| 2.                                                                            | Вантажний, 4х2              | 12000      | 120                   | 0,32          |
| 3.                                                                            | Легковий, 4х2               | 1270       | 156                   | 0,40          |
| 4.                                                                            | Вантажний, 6х4              | 16500      | 100                   | 0,60          |
| 5.                                                                            | Легковий, 4х2               | 1700       | 200                   | 0,50          |
| 6.                                                                            | Вантажний, 4х4              | 11000      | 80                    | 0,60          |
| 7.                                                                            | Легковий, 4х2               | 1740       | 182                   | 0,40          |
| 8.                                                                            | Вантажний, 6х6              | 16500      | 80                    | 0,60          |
| 9.                                                                            | Легковий, 4х2               | 1675       | 195                   | 0,35          |
| 10.                                                                           | Вантажний, 8х8              | 22000      | 80                    | 0,60          |
| 11.                                                                           | Легковий, 4х4               | 2085       | 243                   | 0,65          |
| 12.                                                                           | Автопоїзд, 4х2              | 30000      | 110                   | 0,20          |
| 13.                                                                           | Легковий, 4х4               | 2505       | 175                   | 0,24          |
| 14.                                                                           | Автобус, 4х2                | 20000      | 95                    | 0,30          |
| 15.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1365       | 143                   | 0,40          |
| 16.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 6300       | 140                   | 0,65          |
| 17.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1050       | 150                   | 0,40          |
| 18.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1150       | 160                   | 0,38          |
| 19.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 3200       | 130                   | 0,65          |
| 20.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 7500       | 120                   | 0,50          |
| 21.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 40000      | 900                   | 0,30          |
| 22.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 56600      | 80                    | 0,30          |
| 23.                                                                           | Легковий, 4х4               | 1350       | 130                   | 0,65          |
| 24.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 10000      | 120                   | 0,50          |
| 25.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 33300      | 100                   | 0,30          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль,<br>колісна формула | $G_d$ , кг | $V_{d\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 2/1, 7/1<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                                |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1200       | 140                   | 0,45          |
| 2.                                                                           | Легковий, 4x4                  | 2900       | 200                   | 0,80          |
| 3.                                                                           | Автопоїзд, 6x6+2ПП             | 30000      | 90                    | 0,36          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1300       | 140                   | 0,42          |
| 5.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 3500       | 180                   | 0,40          |
| 6.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1300       | 170                   | 0,45          |
| 7.                                                                           | Вантажний, 6x6                 | 16500      | 110                   | 0,6 0         |
| 8.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1500       | 190                   | 0,35          |
| 9.                                                                           | Автопоїзд, 10x10               | 27500      | 80                    | 0,60          |
| 10.                                                                          | Легковий, 4x4                  | 1600       | 130                   | 0,65          |
| 11.                                                                          | Вантажний, 6x4                 | 25000      | 100                   | 0,64          |
| 12.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1700       | 170                   | 0,33          |
| 13.                                                                          | Вантажний, 4x2                 | 15000      | 120                   | 0,53          |
| 14.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1700       | 200                   | 0,49          |
| 15.                                                                          | Вантажний, 8x4                 | 30000      | 90                    | 0,53          |
| 16.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1700       | 210                   | 0,40          |
| 17.                                                                          | Автопоїзд, 4x4+2ПП             | 15000      | 100                   | 0,48          |
| 18.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1700       | 230                   | 0,38          |
| 19.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1800       | 180                   | 0,42          |
| 20.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 8600       | 100                   | 0,25          |
| 21.                                                                          | Вантажний, 4x2                 | 51500      | 60                    | 0,40          |
| 22.                                                                          | Вантажний, 4x2                 | 70000      | 60                    | 0,40          |
| 23.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 18600      | 100                   | 0,25          |
| 24.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 24500      | 100                   | 0,25          |
| 25.                                                                          | Легковий, 4x4                  | 1600       | 150                   | 0,65          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_a$ , кг | $V_{a\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 3/1, 8/1<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1050       | 150                   | 0,40          |
| 2.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 3200       | 130                   | 0,65          |
| 3.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 40000      | 90                    | 0,30          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1450       | 170                   | 0,40          |
| 5.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 7500       | 120                   | 0,50          |
| 6.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 56600      | 80                    | 0,30          |
| 7.                                                                           | Легковий, 4х4               | 2000       | 160                   | 0,65          |
| 8.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 10000      | 120                   | 0,50          |
| 9.                                                                           | Автопоїзд, 6х4              | 33300      | 100                   | 0,30          |
| 10.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1900       | 180                   | 0,40          |
| 11.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 40000      | 60                    | 0,40          |
| 12.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 8600       | 100                   | 0,25          |
| 13.                                                                          | Легковий, 4х4               | 1600       | 150                   | 0,65          |
| 14.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 16000      | 100                   | 0,65          |
| 15.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 18600      | 100                   | 0,25          |
| 16.                                                                          | Легковий, 4х4               | 1350       | 130                   | 0,65          |
| 17.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 24500      | 100                   | 0,25          |
| 18.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 14000      | 80                    | 0,24          |
| 19.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 20000      | 80                    | 0,24          |
| 20.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 28700      | 80                    | 0,24          |
| 21.                                                                          | Автопоїзд, 8х8              | 60000      | 60                    | 0,24          |
| 22.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 19000      | 100                   | 0,55          |
| 23.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 23000      | 100                   | 0,55          |
| 24.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 26000      | 100                   | 0,55          |
| 25.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 28500      | 100                   | 0,55          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_a$ , кг | $V_{a\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 4/1, 8/1<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1050       | 150                   | 0,40          |
| 2.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1150       | 160                   | 0,38          |
| 3.                                                                           | Легковий, 4х4               | 1350       | 130                   | 0,65          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1450       | 170                   | 0,40          |
| 5.                                                                           | Легковий, 4х4               | 1600       | 150                   | 0,65          |
| 6.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1900       | 180                   | 0,40          |
| 7.                                                                           | Легковий, 4х4               | 2000       | 160                   | 0,65          |
| 8.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 3200       | 130                   | 0,65          |
| 9.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 7500       | 120                   | 0,50          |
| 10.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 10000      | 120                   | 0,50          |
| 11.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 40000      | 60                    | 0,40          |
| 12.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 51500      | 60                    | 0,40          |
| 13.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 70000      | 60                    | 0,40          |
| 14.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 16000      | 100                   | 0,65          |
| 15.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 20000      | 100                   | 0,40          |
| 16.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 19000      | 100                   | 0,55          |
| 17.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 23000      | 100                   | 0,55          |
| 18.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 26000      | 100                   | 0,55          |
| 19.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 28500      | 100                   | 0,55          |
| 20.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 30000      | 100                   | 0,55          |
| 21.                                                                          | Автопоїзд, 6х4              | 40000      | 900                   | 0,30          |
| 22.                                                                          | Автопоїзд, 6х4              | 56600      | 80                    | 0,30          |
| 23.                                                                          | Автопоїзд, 6х4              | 33300      | 100                   | 0,30          |
| 24.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 8600       | 100                   | 0,25          |
| 25.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 18600      | 100                   | 0,25          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_d$ , кг | $V_d$ max, кг/год. | $\psi_{max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------|--------------|
| Варіант № 5/1, 0/1<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                    |              |
| 1.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1290       | 140                | 0,42         |
| 2.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 12000      | 120                | 0,32         |
| 3.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1270       | 160                | 0,39         |
| 4.                                                                           | Вантажний, 6х4              | 16500      | 100                | 0,55         |
| 5.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1700       | 200                | 0,49         |
| 6.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 11000      | 80                 | 0,60         |
| 7.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1750       | 180                | 0,40         |
| 8.                                                                           | Вантажний, 6х6              | 16500      | 80                 | 0,60         |
| 9.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1680       | 200                | 0,33         |
| 10.                                                                          | Вантажний, 8х8              | 22000      | 80                 | 0,60         |
| 11.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2090       | 240                | 0,65         |
| 12.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 30000      | 110                | 0,20         |
| 13.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2500       | 180                | 0,80         |
| 14.                                                                          | Автобус, 4х2                | 20000      | 100                | 0,30         |
| 15.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1370       | 140                | 0,40         |
| 16.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 6300       | 140                | 0,65         |
| 17.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 28700      | 80                 | 0,24         |
| 18.                                                                          | Автопоїзд, 8х8              | 60000      | 60                 | 0,24         |
| 19.                                                                          | Легковий, 4х4               | 3000       | 150                | 0,60         |
| 20.                                                                          | Легковий, 4х4               | 3000       | 185                | 0,60         |
| 21.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 2800       | 145                | 0,35         |
| 22.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 2750       | 110                | 0,35         |
| 23.                                                                          | Автопоїзд, 4х4              | 16600      | 80                 | 0,27         |
| 24.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 17150      | 85                 | 0,20         |
| 25.                                                                          | Легковий, 4х4               | 1600       | 137                | 0,60         |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_a$ , кг | $V_{a\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 1/2, 6/2<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 12000      | 100                   | 0,80          |
| 2.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1230       | 144                   | 0,46          |
| 3.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 11500      | 100                   | 0,35          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1340       | 157                   | 0,45          |
| 5.                                                                           | Вантажний, 6х4              | 18000      | 100                   | 0,45          |
| 6.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1710       | 186                   | 0,40          |
| 7.                                                                           | Вантажний, 6х6              | 18000      | 100                   | 0,70          |
| 8.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1795       | 194                   | 0,42          |
| 9.                                                                           | Вантажний, 8х8              | 24000      | 100                   | 0,60          |
| 10.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2080       | 236                   | 0,60          |
| 11.                                                                          | Автопоїзд, 10х10            | 27500      | 100                   | 0,60          |
| 12.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2105       | 238                   | 0,50          |
| 13.                                                                          | Автопоїзд, 6х4              | 40000      | 110                   | 0,20          |
| 14.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2050       | 185                   | 0,46          |
| 15.                                                                          | Автобус, 6х4                | 30000      | 80                    | 0,30          |
| 16.                                                                          | Легковий, 4х4               | 1550       | 132                   | 0,65          |
| 17.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1800       | 150                   | 0,36          |
| 18.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 29500      | 88                    | 0,21          |
| 19.                                                                          | Вантажний, 6х6              | 21000      | 80                    | 0,43          |
| 20.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 20000      | 100                   | 0,25          |
| 21.                                                                          | Автобус, 4х2                | 20000      | 80                    | 0,36          |
| 22.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 3500       | 180                   | 0,80          |
| 23.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2080       | 177                   | 0,33          |
| 24.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1450       | 170                   | 0,40          |
| 25.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 40000      | 60                    | 0,40          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_d$ , кг | $V_{d\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 2/2, 7/2<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1300       | 160                   | 0,39          |
| 2.                                                                           | Легковий, 4х4               | 2500       | 180                   | 0,65          |
| 3.                                                                           | Автопоїзд, 6х4+2ПП          | 27000      | 90                    | 0,36          |
| 1                                                                            | Легковий, 4х2               | 1100       | 160                   | 0,38          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4х4               | 6300       | 140                   | 0,65          |
| 5.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1300       | 150                   | 0,38          |
| 6.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 11000      | 120                   | 0,6 0         |
| 7.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1400       | 140                   | 0,40          |
| 8.                                                                           | Вантажний, 8х8              | 22000      | 100                   | 0,6 0         |
| 9.                                                                           | Легковий, 4х4               | 1500       | 130                   | 0,65          |
| 10.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 15000      | 120                   | 0,53          |
| 11.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1600       | 190                   | 0,40          |
| 12.                                                                          | Вантажний, 8х4              | 30000      | 90                    | 0,53          |
| 13.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1700       | 190                   | 0,46          |
| 14.                                                                          | Вантажний, 6х4              | 25000      | 100                   | 0,64          |
| 15.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1700       | 180                   | 0,42          |
| 16.                                                                          | Автопоїзд, 4х2+2ПП          | 25000      | 100                   | 0,32          |
| 17.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1700       | 220                   | 0,40          |
| 18.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1800       | 200                   | 0,38          |
| 19.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1300       | 160                   | 0,39          |
| 20.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 14000      | 80                    | 0,24          |
| 21.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 20000      | 80                    | 0,24          |
| 22.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 16000      | 100                   | 0,65          |
| 23.                                                                          | Вантажний, 4х2              | 20000      | 100                   | 0,40          |
| 24.                                                                          | Легковий, 4х2               | 1900       | 180                   | 0,40          |
| 25.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2000       | 160                   | 0,65          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль,<br>колісна формула | $G_d$ , кг | $V_{d\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 3/2, 8/2<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                                |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Легковий, 4x4                  | 1100       | 130                   | 0,65          |
| 2.                                                                           | Вантажний, 4x2                 | 3200       | 120                   | 0,35          |
| 3.                                                                           | Автопоїзд, 6x6                 | 35000      | 80                    | 0,24          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1600       | 150                   | 0,40          |
| 5.                                                                           | Вантажний, 4x2                 | 5500       | 120                   | 0,35          |
| 6.                                                                           | Автопоїзд, 6x4                 | 42800      | 90                    | 0,30          |
| 7.                                                                           | Легковий, 4x2                  | 1200       | 170                   | 0,40          |
| 8.                                                                           | Вантажний, 4x2                 | 11000      | 100                   | 0,45          |
| 9.                                                                           | Автопоїзд, 4x2                 | 32500      | 100                   | 0,25          |
| 10.                                                                          | Легковий, 4x2                  | 1150       | 150                   | 0,40          |
| 11.                                                                          | Вантажний, 4x2                 | 39000      | 60                    | 0,40          |
| 12.                                                                          | Автопоїзд, 6x4                 | 39400      | 90                    | 0,30          |
| 13.                                                                          | Легковий, 4x4                  | 1600       | 130                   | 0,65          |
| 14.                                                                          | Вантажний, 4x2                 | 15400      | 120                   | 0,40          |
| 15.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 14600      | 100                   | 0,25          |
| 16.                                                                          | Легковий, 4x4                  | 2500       | 150                   | 0,65          |
| 17.                                                                          | Вантажний, 6x4                 | 24900      | 100                   | 0,55          |
| 18.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 24000      | 100                   | 0,25          |
| 19.                                                                          | Вантажний, 8x4                 | 29500      | 90                    | 0,30          |
| 20.                                                                          | Автопоїзд, 4x2                 | 26800      | 100                   | 0,25          |
| 21.                                                                          | Автопоїзд, 6x6                 | 19700      | 80                    | 0,24          |
| 22.                                                                          | Автопоїзд, 6x6                 | 26000      | 80                    | 0,24          |
| 23.                                                                          | Автопоїзд, 6x6                 | 34400      | 80                    | 0,24          |
| 24.                                                                          | Автопоїзд, 8x8                 | 60000      | 70                    | 0,26          |
| 25.                                                                          | Вантажний, 6x4                 | 30000      | 100                   | 0,55          |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                    | Автомобіль, колісна формула | $G_d$ , кг | $V_d$ max, кг/год. | $\psi_{max}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------|--------------|
| Варіант № 4/2 9/2<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                    |              |
| 1.                                                                          | Легковий, 4x4               | 1100       | 130                | 0,65         |
| 2.                                                                          | Легковий, 4x2               | 1150       | 150                | 0,40         |
| 3.                                                                          | Легковий, 4x2               | 1200       | 170                | 0,40         |
| 4.                                                                          | Легковий, 4x2               | 1600       | 150                | 0,40         |
| 5.                                                                          | Легковий, 4x4               | 1600       | 130                | 0,65         |
| 6.                                                                          | Легковий, 4x4               | 2500       | 150                | 0,65         |
| 7.                                                                          | Вантажний, 4x2              | 3200       | 120                | 0,35         |
| 8.                                                                          | Вантажний, 4x2              | 5500       | 120                | 0,35         |
| 9.                                                                          | Вантажний, 4x2              | 11000      | 100                | 0,45         |
| 10.                                                                         | Вантажний, 4x2              | 14000      | 100                | 0,45         |
| 11.                                                                         | Вантажний, 4x2              | 39000      | 60                 | 0,40         |
| 12.                                                                         | Вантажний, 4x2              | 68900      | 60                 | 0,40         |
| 13.                                                                         | Вантажний, 4x2              | 142000     | 60                 | 0,40         |
| 14.                                                                         | Вантажний, 4x2              | 15400      | 120                | 0,40         |
| 15.                                                                         | Вантажний, 6x4              | 15600      | 120                | 0,55         |
| 16.                                                                         | Вантажний, 6x4              | 20000      | 100                | 0,55         |
| 17.                                                                         | Вантажний, 6x4              | 24900      | 100                | 0,55         |
| 18.                                                                         | Вантажний, 6x6              | 23000      | 90                 | 0,65         |
| 19.                                                                         | Вантажний, 8x4              | 29500      | 90                 | 0,30         |
| 20.                                                                         | Автопоїзд, 6x6              | 35000      | 80                 | 0,24         |
| 21.                                                                         | Автопоїзд, 6x4              | 42800      | 90                 | 0,30         |
| 22.                                                                         | Автопоїзд, 4x2              | 32500      | 100                | 0,25         |
| 23.                                                                         | Автопоїзд, 6x4              | 39400      | 90                 | 0,30         |
| 24.                                                                         | Автопоїзд, 4x2              | 14600      | 100                | 0,25         |
| 25.                                                                         | Автопоїзд, 4x2              | 24000      | 100                | 0,25         |

## Продовження таблиці А.1.

| №<br>п/п                                                                     | Автомобіль, колісна формула | $G_a$ , кг | $V_{a\max}$ , кг/год. | $\psi_{\max}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-----------------------|---------------|
| Варіант № 5/2, 0/2<br>(остання цифра шифру групи / передостання цифра групи) |                             |            |                       |               |
| 1.                                                                           | Вантажний, 4х4              | 12000      | 100                   | 0,80          |
| 2.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1230       | 150                   | 0,46          |
| 3.                                                                           | Вантажний, 4х2              | 11500      | 100                   | 0,35          |
| 4.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1340       | 160                   | 0,44          |
| 5.                                                                           | Вантажний, 6х4              | 18000      | 100                   | 0,45          |
| 6.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1700       | 190                   | 0,45          |
| 7.                                                                           | Вантажний, 6х6              | 18000      | 100                   | 0,70          |
| 8.                                                                           | Легковий, 4х2               | 1800       | 190                   | 0,40          |
| 9.                                                                           | Вантажний, 8х8              | 24000      | 100                   | 0,60          |
| 10.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2080       | 240                   | 0,60          |
| 11.                                                                          | Автопоїзд, 10х10            | 27500      | 100                   | 0,60          |
| 12.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2105       | 240                   | 0,50          |
| 13.                                                                          | Автопоїзд, 6х4              | 40000      | 110                   | 0,20          |
| 14.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2050       | 185                   | 0,46          |
| 15.                                                                          | Автобус, 4х2                | 30000      | 80                    | 0,30          |
| 16.                                                                          | Легковий, 4х4               | 1550       | 150                   | 0,65          |
| 17.                                                                          | Автобус, 4х2                | 20000      | 80                    | 0,36          |
| 18.                                                                          | Легковий, 4х4               | 3500       | 180                   | 0,80          |
| 19.                                                                          | Легковий, 4х4               | 2080       | 180                   | 0,33          |
| 20.                                                                          | Легковий, 4х4               | 3000       | 208                   | 0,60          |
| 21.                                                                          | Легковий, 4х4               | 3000       | 245                   | 0,60          |
| 22.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 1580       | 170                   | 0,60          |
| 23.                                                                          | Вантажний, 4х4              | 1800       | 132                   | 0,70          |
| 24.                                                                          | Автопоїзд, 4х2              | 23500      | 95                    | 0,20          |
| 25.                                                                          | Автопоїзд, 6х6              | 15370      | 85                    | 0,27          |

Таблиця А.2 - Коефіцієнти опору коченню  $f_0$  і зчеплення  $\varphi$ 

| Параметри                       | Варіант і вихідні дані |      |       |      |       |       |       |       |      |       | Цифра шифру групи |
|---------------------------------|------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------------------|
|                                 | 1                      | 2    | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 0     |                   |
| Коефіцієнт опору коченню, $f_0$ | 0,018                  | 0,02 | 0,022 | 0,03 | 0,026 | 0,024 | 0,032 | 0,028 | 0,04 | 0,035 | Остання           |
| Коефіцієнт зчеплення, $\varphi$ | 0,70                   | 0,68 | 0,66  | 0,58 | 0,54  | 0,64  | 0,52  | 0,45  | 0,50 | 0,55  | Передостання      |

Додаток Б

**Приклад оформлення титульного листа  
до контрольної роботи**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

Кафедра «Автомобілі»

Контрольна робота  
з навчальної дисципліни  
«Експлуатаційні властивості автомобіля»

Виконав студент гр. \_\_\_\_

\_\_\_\_ / \_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)

Перевірів

\_\_\_\_ / \_\_\_\_  
(підпис) (ПІБ)

Запоріжжя, 20\_\_\_\_