

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
бакалавра  
А.АВТ-АА-41-21.2155.1601.001 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М<sub>1</sub>. РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ  
КЕРОВАНИХ ПІДВІСОК**

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

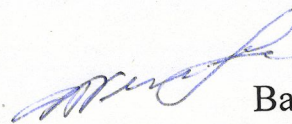
Керівник д-р техн. наук, проф.

Консультант канд. техн. наук, проф.

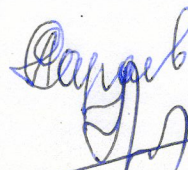
Консультант канд. техн. наук, проф.

Консультант д-р техн. наук, проф.

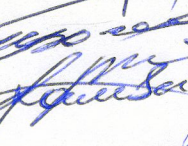
Здобувач гр. АА-41-21



Валерій КЛИМЕНКО



Михайло ХОЛОДОВ



Олексій САРАЄВ



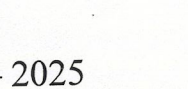
Юрій ДУДУКАЛОВ



Олег БОГАТОВ



Микола МИХАЛЕВИЧ



Дмитро РУДЕНКО

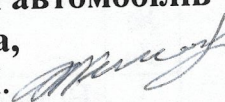
Харків – 2025

# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний  
Кафедра автомобілів імені А.Б. Гредескула  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
Освітня програма Автомобілебудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів  
ім. А.Б. Гредескула,  
проф. Клименко В.І. 

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

**Руденко Дмитру Сергійовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії M<sub>1</sub>. Розробка зчеплення та аналіз керованих підвісок.

керівник Сараєв Олексій Вікторович, д-р. техн. наук, професор  
затверджені наказом ректора ХНАДУ від «24» березня 2025 року №53.

Строк подання здобувачем роботи «22» червня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: кількість пасажирів 4 чоловіка;

– максимальна швидкість  $v_{\max} = 160$  км/год;

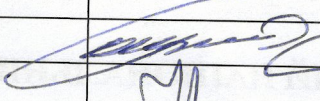
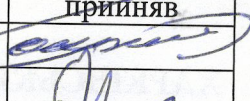
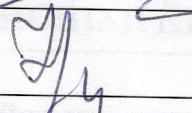
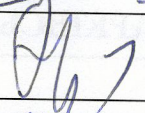
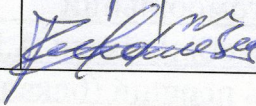
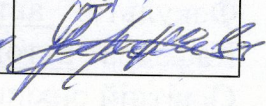
– сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості  
 $\psi_0 = f_0 = 0,011$ ;

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається  $\psi_{\max} = 0,42$ .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Тяговий розрахунок автомобіля. 2. Аналіз тягово-швидкісних властивостей проєктованого автомобіля 3. Проєктування зчеплення. 4. Аналіз керованих підвісок. 5. Технологія виготовлення маточини веденого диска. 6. Охорона праці. 7. Оцінка вартості розробки. Висновки. Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників):  
Транспортний засіб (ВО, А1); Трансмсія транспортного засобу (КЗ, А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу (ТК, А1); Зчеплення (СК, А1); Пружина діафрагмова (А2); Маточина (А3); Накладка веденого диска (ф. А3); Аналіз керованих підвісок (ТК, А1); Технологія виготовлення маточини веденого диска (ТК, А1).

## 6. Консультанти розділів роботи

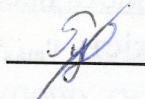
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.		
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.		
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.		

7. Дата видачі завдання 31 березня 2025 р.

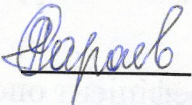
## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок транспортного засобу	12.05.2025	
2	Аналіз тягово-швидкісних характеристик транспортного засобу	15.05.2025	
3	Проектування зчеплення	23.05.2025	
4	Аналіз керованих підвісок	30.05.2025	
5	Технологія виготовлення маточини веденого диска	05.06.2025	
6	Охорона праці	09.06.2025	
7	Оцінка вартості розробки	13.06.2025	
8	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2025	
9	Підготовка презентації до захисту	20.06.2025	

Здобувач

 Дмитро РУДЕНКО

Керівник роботи

 Олександр САРАЄВ

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 70 с., 12 рис., 8 табл., 15 джерел та 5 додатків.

Об'єкт роботи – транспортний засіб категорії М<sub>1</sub>.

Мета роботи – зчеплення та аналіз конструкцій керованих підвісок.

У процесі виконання роботи було здійснено аналіз конструкцій транспортних засобів категорії М<sub>1</sub> передньоприводної компоновки з кількістю пасажирів не менше 5. Особлива увага приділялася конструкції зчеплень та конструкції керованих підвісок. Проаналізувавши переваги та недоліки існуючих конструкцій, було розроблено складальне креслення зчеплення транспортного засобу категорії М<sub>1</sub>, яка відповідає всім вимогам, має високі технологічні і експлуатаційні показники. Також було проведено аналіз конструкцій керованих підвісок автомобілів із визначенням їх основних переваг та недоліків.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані при проектуванні трансмісій легкових автомобілів або модернізації вже існуючих.

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ТРАНСМІСІЯ, ЗЧЕПЛЕННЯ, ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ, АМОРТИЗАТОР, КЕРОВАНА ПІДВІСКА.**

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Тяговий розрахунок автомобіля .....	8
1.1 Аналіз найближчих аналогів, вибір і обґрунтування параметрів проектованого автомобіля .....	8
1.1.1 Вибір і обґрунтування габаритно-вагових параметрів автомобіля.....	10
1.2 Розрахунок параметрів проектованого автомобіля .....	11
1.2.1 Визначення максимальної потужності двигуна .....	11
1.2.2 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна .....	13
1.2.3 Визначення передавальних чисел трансмісії .....	15
1.2.3.1 Визначення передавального числа головної передачі .....	15
1.2.3.2 Визначення передавального числа першої передачі .....	15
2 Аналіз тягово-швидкісних властивостей проектованого автомобіля .....	18
2.1 Тягова та динамічна характеристики автомобіля .....	18
2.2 Баланс потужностей автомобіля.....	19
2.3 Показники розгону автомобіля.....	20
2.3.1 Прискорення автомобіля під час розгону .....	21
2.3.2 Час та шлях розгону автомобіля .....	22
2.4 Опис кінематичної схеми автомобіля .....	26
3 Розрахунок зчеплення.....	29
3.1 Розрахунок діафрагменної пружини .....	30
3.2 Розрахунок ведучих та відомих деталей зчеплення .....	33
3.3 Розрахунок показників зносостійкості зчеплення .....	38
3.4 Визначення параметрів привода зчеплення .....	41
4 Аналіз керованих підвісок.....	44
4.1 Пневмогідрравлічна підвіска .....	44
4.2 Пневматична підвіска .....	47
4.2.1 Типи пневматичних підвісок .....	47
4.2.2 Елементи пневматичної підвіски.....	48
4.3 Система стабілізації крену .....	53
5 Розробка технологічного процесу .....	56
5.1 Маршрут технологічних операцій виготовлення деталі .....	56

6 Охорона праці .....	60
6.1 Техніка безпеки транспортного засобу категорії M <sub>1</sub> .....	60
6.2 Виробнича санітарія.....	61
6.3 Загальні вимоги до плавності ходу автомобіля .....	61
6.4 Розрахунок автоматичної системи пожежогасіння .....	62
6.5 Розрахунок повітрообміну в транспортному боксі .....	63
7 Розрахунок вартості розробки ведучого моста .....	66
7.1 Загальні положення .....	66
7.2 Норми часу .....	67
Висновки .....	68
Список літератури .....	69
Додаток А Розрахунок режимів різання та норм часу .....	71
Додаток Б Розрахунок норми часу .....	77
Додаток В Технологічна документація на виготовлення деталі .....	80
Додаток Г Специфікація складальної одиниці.....	85
Додаток Д Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи.....	88

## ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільної промисловості ставить високі вимоги до комфорту, безпеки та ефективності транспортних засобів, особливо у сегменті легкових автомобілів, що належать до категорії  $M_1$ . Ці транспортні засоби призначені переважно для перевезення пасажирів і повинні відповідати не лише технічним стандартам, а й очікуванням споживачів щодо динамічних характеристик, стійкості на дорозі та плавності ходу.

Одним із ключових вузлів автомобіля, що безпосередньо впливає на його керованість, стабільність і комфорт, є підвіска. Особливу увагу привертають керовані підвіски, здатні адаптуватися до дорожніх умов, покращуючи зчеплення коліс з дорогою та зменшуючи рівень вібрацій і коливань кузова. Водночас зчеплення автомобіля як ключовий вузол трансмісії забезпечує ефективну передачу крутного моменту від двигуна до коліс, що має критичне значення для розгону, гальмування та загальної динаміки руху.

У кваліфікаційній роботі розглядаються конструктивні особливості транспортного засобу категорії  $M_1$ , аналізуються типи та принципи роботи сучасних керованих підвісок, а також пропонується варіант конструкції зчеплення з урахуванням вимог до надійності та енергоефективності. Особливу увагу приділено взаємодії між системами підвіски та зчеплення, що дозволяє забезпечити високий рівень керованості та комфорту під час руху в різних експлуатаційних умовах.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра детально проаналізовано тягово-швидкісні параметри транспортного засобу категорії М<sub>1</sub>.

В результаті розрахунків було визначено всі необхідні параметри і побудовано складальне креслення зчеплення транспортного засобу категорії М<sub>1</sub> та розроблено технологічний процес виготовлення маточини веденого диска зчеплення. Також був проведений аналіз конструкцій керованих підвісок транспортних засобів.

Було проведено розрахунок економічного ефекту від проєктування удосконаленої конструкції зчеплення. При проведенні розрахунку було прийнято припущення, що розробкою технічної документації займається одна особа з кваліфікацією інженера-конструктора. Розрахунки показали, що вартість розробки пакету технічної документації коштуватиме замовнику 128060,4 грн., при цьому заробітна плата виконавця складе 80769,1 грн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти освітнього рівня бакалавр спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньої програми Автомобілебудування / С.М. Шуклінов, М.Г. Михалевич, О.О. Ярита, Н.Н. Новіна. – Харків: ХНАДУ, 2025. – 73 с.

2. Електронний ресурс: <https://m1.kiev.ua/auto/variation/5684>.

3. Електронний ресурс: <https://www.auto-data.net/en/citroen-c5-ii-phase-i-2008-2.0-16v-140hp-15284>.

4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Проектування автомобіля. Тяговий розрахунок та аналіз тягово-швидкісних властивостей» з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобілів» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за освітньою програмою «Автомобілебудування» / С. М.Шуклінов, М. М. Альокса, А. В. Ужва, О. О. Ярита – Харків: ХНАДУ, 2021. – 50 с.

5. Шуклінов С.М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості: навч. посіб. / С.М. Шуклінов, М.М. Альокса. – Харків : ФОП Бровін О.В., 2022. – 280 с.

6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розрахунок та проектування зчеплення автомобіля» з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобіля» / С.М. Шуклінов, М.Г. Михалевич, А.В. Ужва. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 37 с.

7. Електронний ресурс: <https://uk.avtotachki.com/obschee-ustroystvo-gidropnevmaticheskoy-podveski-hydractive-princip-raboty-i-cena-remonta/>.

8. Електронний ресурс: [https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BA%D0%B0\\_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%83](https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BA%D0%B0_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%83).

9. Електронний ресурс: <https://pragmatec.com.ua/blog/pnevmapodveska-na-avtomobil-dlja-chego-ustanavlivaetsja-i-kotorye-problemy-reshaet.html>.

10. Електронний ресурс: <https://www.pnevmadoc.com.ua/ua/blog/chto-takoe-pnevmapodveska>.

11. Langdon J.D. Design and Adaptive Control of a Lab-based, Tire-coupled, Quarter-car/ J.D. Langdon – Danville, 2007 – 124 p.

12. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни «Проектування технологічних процесів виготовлення та ремонту деталей машин» для студентів спеціальності 7.090214 / укладачі Ю.В. Дудукалов, А.О. Молодан. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 43 с.

13. Методичні вказівки щодо розробки розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах, роботах та магістерських дисертаціях студентів за освітньо-кваліфікаційними рівнями «бакалавр» та «магістр» для студентів спеціальності механічного факультету ХНАДУ. / Укладачі: О.І. Богатов, О.В. Крайнюк – Харків: ХНАДУ, 2023 – 41 с.

14. Михалевич Н.Г. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування Освітня програма «Автомобілебудування». Розділ дипломного проекту: «Оцінка вартості розробки». – ХНАДУ, 2019. – 23 с.

15. Електронний ресурс: <https://ua.indeed.com/career/%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80/salaries>.

16. Leontiev D., Klymenko V., Aloksa M., Sylchenko M. (2022) Regarding the issue of determining the deceleration of a two-axle vehicle with a damaged brake system. *Automobile transport*, (50), 21-28.

17. Bogomolov V. O., Klimenko V. I., Leontiev D. M., Kuripka O. V., Frolov A. A., Don E. Yu. (2021). Features of adaptive brake control of the secondary brake system of a multi-axle vehicle. *Automobile transport*, (48), 27-37.