

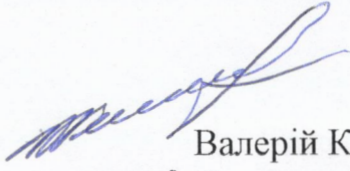
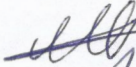
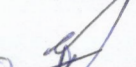
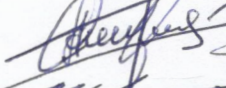
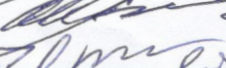
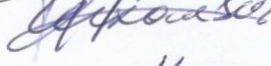
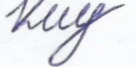
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
А.АВТ-АА-41-22.3188.1600.000 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ M₁. РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ
КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЮВАЧІВ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ**

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.		Валерій КЛИМЕНКО
Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.		Михайло ХОЛОДОВ
Керівник канд. техн. наук, доц.		Олександр ЯРИТА
Консультант д-р техн. наук, проф.		Олександр ПОЛЯНСЬКИЙ
Консультант канд. техн. наук, проф.		Олег БОГАТОВ
Консультант д-р техн. наук, проф.		Микола МИХАЛЕВИЧ
Здобувач гр. АА-41-22		Дмитро КОПТЄВ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

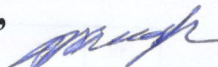
Кафедра автомобілів імені А.Б. Гредескула

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма Автомобілебудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

«30» 03 2026 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Коптєву Дмитру Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М₁. Розробка зчеплення та аналіз конструкцій підсилювачів рульового керування

керівник Ярита Олександр Олександрович, канд. техн. наук, доцент

затверджені наказом ректора ХНАДУ від «30» березня 2026 року №56.

Строк подання здобувачем роботи «15» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: кількість пасажирів – 5 чоловік;

– максимальна швидкість $v_{\max}=195$ км/год;

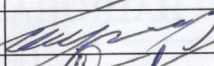
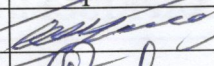
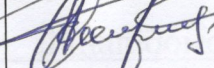
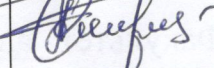
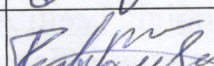
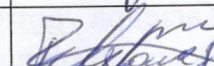
– сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості
 $\psi_0 = f_0 = 0,012$;

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається $\psi_{\max}=0,45$.

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 конструкцій підсилювачів рульового керування. 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); Трансмісія транспортного засобу (КЗ, А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу (ТК, А1); Зчеплення (СК, А1); Накладка (А2); Пружина діафрагмова (А3); Маточина (ф. А3); Аналіз конструкцій підсилювачів рульового керування; (ТК, А1); Технологія виготовлення маточини веденого диска (ТК, А1).

6. Консультанти розділів роботи

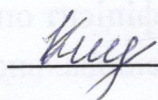
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.		
Технологічна частина	Полянський О.С., д.т.н, проф.		
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.		

7. Дата видачі завдання 06 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

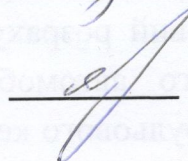
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок транспортного засобу	25.04.2026	
2	Аналіз тягово-швидкісних характеристик транспортного засобу	05.05.2026	
3	Проектування зчеплення	12.05.2026	
4	Аналіз конструкцій підсилювачів рульового керування	18.05.2026	
5	Технологія виготовлення маточини	25.05.2026	
6	Охорона праці	01.06.2026	
7	Оцінка вартості розробки	04.06.2026	
8	Оформлення пояснювальної записки	11.06.2026	
9	Підготовка презентації до захисту	14.06.2026	

Здобувач



Дмитро КОПТЄВ

Керівник роботи



Олександр ЯРИТА

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 68 с., 9 рис., 11 табл., 19 джерел та 5 додатків.

Об'єкт роботи – транспортний засіб категорії M_1 .

Мета роботи – зчеплення та аналіз конструкцій підсилювачів рульового керування.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз конструкцій транспортних засобів категорії M_1 передньоприводного компонування. Основну увагу приділено дослідженню конструкцій зчеплень та підсилювачів рульового керування, їх конструктивних особливостей, принципів роботи та експлуатаційних характеристик.

У ході аналізу було розглянуто існуючі типи зчеплень, визначено їх переваги та недоліки з точки зору надійності, технологічності виготовлення та зручності експлуатації. На основі проведених досліджень і розрахунків розроблено складальне креслення зчеплення транспортного засобу категорії M_1 , конструкція якого відповідає сучасним вимогам щодо міцності, ефективності роботи та експлуатаційної надійності.

Крім того, було проведено аналіз конструкцій підсилювачів рульового керування легкових автомобілів, визначено їх основні конструктивні особливості, переваги та недоліки. У результаті дослідження встановлено найбільш доцільні конструктивні рішення для застосування на транспортних засобах категорії M_1 з урахуванням сучасних вимог до комфорту та активної безпеки.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані під час проєктування нових трансмісій та систем керування легкових автомобілів, модернізації існуючих транспортних засобів, а також у навчальному процесі підготовки фахівців автомобільного транспорту.

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ТРАНСМІСІЯ, ЗЧЕПЛЕННЯ, РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ, ПІДСИЛЮВАЧ.

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 проектного 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 проектного автомобіля	18
2.1 Тягова та динамічна характеристики автомобіля	18
2.2 Баланс потужностей автомобіля.....	20
2.3 Показники розгону автомобіля.....	21
2.3.1 Прискорення автомобіля під час розгону	21
2.3.2 Час та шлях розгону автомобіля	22
2.4 Опис кінематичної схеми автомобіля	27
3 Розрахунок зчеплення.....	29
3.1 Розрахунок діафрагмової 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 конструкцій підсилювачів рульового керування	44
4.1 Доцільність використання підсилювачів рульового керування	44
4.2 Гідравлічні підсилювачі	45
4.3 Електрогідравлічні підсилювачі	46
4.4 Електромеханічні підсилювачі	48
4.5 Інтеграція підсилювачів рульового керування до систем активної безпеки ..	51
5 Розробка технологічного процесу	55
5.1 Маршрут технологічних операцій виготовлення деталі	55

6 Охорона праці	58
6.1 Аналіз небезпечних факторів при експлуатації автомобіля категорії M ₁	58
6.2 Вимоги безпеки перед початком експлуатації транспортного засобу	59
6.3 Дії водія в аварійних та надзвичайних ситуаціях	61
6.4 Розрахунок безпечної швидкості руху проектного автомобіля.....	63
6.5 Визначення рівня шуму у приміщенні.....	64
7 Розрахунок вартості розробки зчеплення	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.....	88
Додаток Д Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи.....	90

ВСТУП

Сучасний автомобільний транспорт відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування економіки, мобільності населення та розвитку транспортної інфраструктури. Значну частину транспортного потоку становлять автомобілі категорії M_1 , які використовуються для перевезення пасажирів і повинні відповідати сучасним вимогам щодо надійності, економічності, комфорту та безпеки руху. У зв'язку зі зростанням інтенсивності дорожнього руху та підвищенням експлуатаційних навантажень особливого значення набуває вдосконалення конструкцій основних систем і агрегатів автомобіля.

Одним із ключових елементів трансмісії автомобіля є зчеплення. Ефективність роботи зчеплення безпосередньо впливає на плавність руху транспортного засобу, ресурс елементів трансмісії, комфорт керування та паливну економічність автомобіля. Тому вдосконалення конструкції зчеплення є одним із важливих напрямів розвитку сучасного автомобілебудування.

Водночас важливу роль у забезпеченні безпеки та зручності керування транспортним засобом відіграє рульове керування. Застосування підсилювачів дозволяє підвищити точність керування, покращити маневреність автомобіля та знизити втому водія під час експлуатації. На сучасних автомобілях використовуються гідравлічні, електрогідравлічні та електричні підсилювачі рульового керування, які відрізняються принципом роботи, конструктивними особливостями та технічними характеристиками.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання отриманих результатів під час проєктування нових і модернізації існуючих транспортних засобів категорії M_1 . Запропоновані конструктивні рішення можуть бути застосовані для вдосконалення трансмісії та системи рульового керування з метою підвищення надійності, ефективності та експлуатаційних характеристик транспортних засобів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне проєктування транспортного засобу категорії М₁. Проведено тяговий розрахунок автомобіля, визначено основні параметри силового агрегату і трансмісії, побудовано зовнішню швидкісну характеристику двигуна та виконано аналіз тягово-швидкісних показників. Отримані результати підтвердили відповідність проєктованого автомобіля заданим технічним вимогам і забезпечення необхідних динамічних характеристик.

У роботі виконано інженерний розрахунок конструкції зчеплення, визначено параметри діафрагмової пружини, ведучих і ведених деталей, оцінено показники зносостійкості та параметри привода. Крім того, проаналізовано сучасні конструкції підсилювачів рульового керування та розроблено технологічний процес виготовлення маточини веденого диску зчеплення, що дозволило оцінити технологічність запропонованої конструкції.

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, яка працює віддалено. Розрахунки показали, що вартість розробки пакету технічної документації коштуватиме замовнику 165753,4 грн., при цьому заробітна плата виконавця складе 105902,3 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. Технічні характеристики Volkswagen Passat 2020 року. Відновлено з <https://www.ultimatespecs.com/car-specs/Volkswagen/M10460/Passat-2020> (дата звернення 03.06.2026).
3. Технічні характеристики. Toyota Camry XV70 (2018–2024) Відновлено з https://www.automobile-catalog.com/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 30.05.2026).
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. Волков В. П., Матейчик В. П. Автомобілі. Конструкція та експлуатаційні властивості. – Київ: Каравела, 2019. – 680 с.
8. Кузнецов Ю. М., Бондаренко О. І. Рульове керування автомобілів: конструкція, діагностика та технічне обслуговування. – Харків: ХНАДУ, 2020. – 312 с.
9. Bosch. Automotive Handbook. 10th Edition. – Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018. – 1160 p.

10. Reif K. Steering Systems and Steering Assist Systems. – Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015. – 284 p.
11. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. Automotive Transmissions, Fundamentals, Selection, Design and Application. – Berlin: Springer, 2011. – 715 p.
12. Gillespie T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. – Warrendale: SAE International, 1992. – 495 p.
13. 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.
14. World Health Organization. (2023). Global status report on road safety 2023. World Health Organization.
15. ДСТУ 3649:2010. (2011). *Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання*. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
16. Міністерство внутрішніх справ України. (2023). *Правила дорожнього руху України*. Київ: МВС України.
17. 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.
18. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування Освітня програма «Автомобілебудування». Розділ дипломного проекту: «Оцінка вартості розробки». / Укладач: Михалевич Н.Г – ХНАДУ, 2019. – 23 с.
19. Зарплата на посаді «Інженер-конструктор: середня зарплата на дистанційній роботі». Відновлено з <https://www.work.ua/salary-remote-%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/> (дата звернення 04.06.2026).