

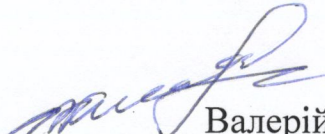
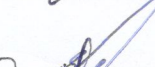
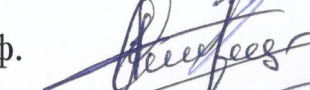
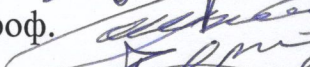
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

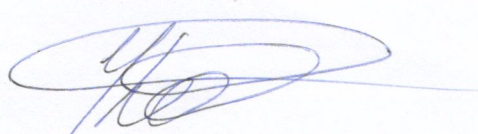
Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
А.АВТ-АА-41-22.3280.2200.001 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М₂. РОЗРОБКА КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ
ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДОВИ ПІДВІСКИ**

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		Володимир КАСЬЯНЕНКО

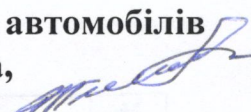


Харків – 2026

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

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Касьяненко Володимир Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М₂. Розробка карданної передачі та дослідження особливостей будови підвіски

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 місць – n=14+1 чоловік;

– максимальна швидкість $v_{\max}=140$ км/год;

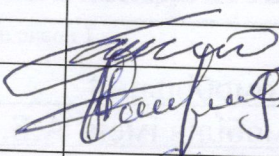
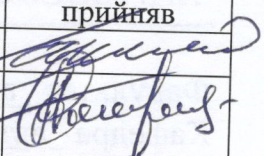
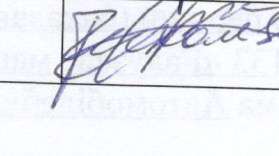
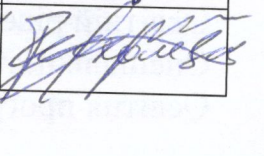
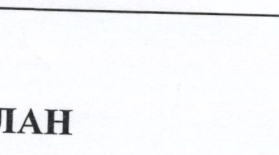
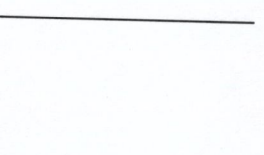
– сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості
 $\psi_0 = f_0 = 0,018;$

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається $\psi_{\max}=0,41.$

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Тяговий розрахунок автомобіля. 2. Аналіз тягово-швидкісних властивостей проєктованого автомобіля 3. Проєктування карданної передачі. 4. Дослідження особливостей будови підвіски. 5. Технологія виготовлення корпусу підшипника карданного шарніра. 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); Карданна передача (СК, А1); Вилка фланцева (А2); Корпус підшипника (А3); Хрестовина (ф. А3); Дослідження особливостей будови підвіски; (ТК, А1); Технологія виготовлення корпусу підшипника карданного шарніра (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

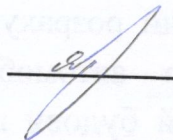
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок транспортного засобу	25.04.2026	
2	Аналіз тягово-швидкісних характеристик транспортного засобу	05.05.2026	
3	Проектування карданної передачі	12.05.2026	
4	Дослідження особливостей будови підвіски	18.05.2026	
5	Технологія виготовлення корпусу підшипника	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



Володимир КАСЬЯНЕНКО

Керівник роботи



Олександр ЯРИТА

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 73 с., 12 рис., 10 табл., 19 джерел та 5 додатків.

Об'єкт роботи – транспортний засіб категорії M_2 .

Мета роботи – карданна передача та дослідження будови підвісок.

У процесі виконання роботи було здійснено аналіз конструкцій транспортних засобів категорії M_2 класичної компоновки пасажиромісткістю не менше 15 осіб. Особлива увага приділялася конструкції карданної передачі та конструкції підвісок. Проаналізувавши переваги та недоліки існуючих конструкцій, було розроблено складальне креслення карданної передачі транспортного засобу категорії M_2 , яка відповідає всім вимогам, має високі технологічні і експлуатаційні показники. Також було проведено дослідження особливостей будови підвісок автомобілів із визначенням їх основних переваг та недоліків.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані при проектуванні трансмісій транспортних засобів або модернізації вже існуючих.

ТРАНСМІСІЯ, КАРДАННА ПЕРЕДАЧА, ХРЕСТОВИНА, ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ, АМОРТИЗАТОР, ВИЛКА.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Тяговий розрахунок автомобіля	7
1.1 Аналіз найближчих аналогів, вибір і обґрунтування параметрів проектованого автомобіля	7
1.1.1 Вибір і обґрунтування габаритно-вагових параметрів автомобіля.....	9
1.2 Розрахунок параметрів проектного автомобіля	10
1.2.1 Визначення максимальної потужності двигуна.....	10
1.2.2 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна	12
1.2.3 Визначення передавальних чисел трансмісії	14
1.2.3.1 Визначення передавального числа головної передачі	14
1.2.3.2 Визначення передавального числа першої передачі	14
2 Аналіз тягово-швидкісних властивостей проектного автомобіля	17
2.1 Тягова та динамічна характеристики автомобіля	17
2.2 Баланс потужностей автомобіля.....	19
2.3 Показники розгону автомобіля.....	20
2.3.1 Прискорення автомобіля під час розгону	20
2.3.2 Час та шлях розгону автомобіля	21
2.4 Опис кінематичної схеми автомобіля	26
3 Розрахунок карданної передачі.....	29
3.1 Вибір основних параметрів карданної передачі	29
3.2 Розрахунок елементів карданної передачі.....	29
3.2.1 Розрахунок карданного валу	29
3.2.2 Розрахунок хрестовини карданного шарніра	33
3.3 Розрахунок вилки карданного шарніра.....	36
3.4 Розрахунок голчастих підшипників карданного шарніра.....	37
3.5 Розрахунок болтів кріплення карданного валу	40
3.6 Розрахунок шліцевого з'єднання	42
4 Дослідження особливостей будови підвіски.....	46
4.1 Призначення та загальна будова підвіски автомобіля	46
4.2 Пружні елементи підвіски.....	49
4.2.1 Листові ресори.....	50

4.2.2 Гвинтові пружини	51
4.2.3 Пневматичні пружні елементи.....	52
4.3 Гасячі елементи підвіски	54
5 Розробка технологічного процесу	56
5.1 Аналіз технологічності деталі.....	56
5.2 Маршрут технологічних операцій виготовлення деталі	56
6 Охорона праці	60
6.1 Безпека при експлуатації транспортного засобу категорії М ₂	60
6.2 Виробнича санітарія під час технічного обслуговування та ремонту	61
6.3 Забезпечення комфортних та безпечних умов праці водія.....	62
6.4 Пожежна безпека під час експлуатації транспортного засобу	63
6.5 Розрахунок індексу умов праці.....	64
6.6 Розрахунок автоматичної системи пожежогасіння	66
7 Розрахунок вартості розробки карданної передачі.....	68
7.1 Загальні положення.....	68
7.2 Норми часу.....	69
Висновки	70
Список літератури	71
Додаток А Розрахунок режимів різання та норм часу	74
Додаток Б Розрахунок норми часу	82
Додаток В Технологічна документація на виготовлення деталі	85
Додаток Г Специфікація складальної одиниці.....	93
Додаток Д Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи.....	95

ВСТУП

Автомобільний транспорт займає важливе місце у сучасній транспортній системі, забезпечуючи перевезення пасажирів у міських, приміських та міжміських умовах. Особливо актуальним є використання транспортних засобів категорії M_2 , які широко застосовуються як маршрутні автобуси, мікроавтобуси та спеціалізовані пасажирські транспортні засоби. Надійність та ефективність їх роботи значною мірою залежить від технічного стану та правильного проектування основних агрегатів трансмісії та ходової частини.

Одним із важливих елементів трансмісії транспортного засобу категорії M_2 є карданна передача. Вона повинна забезпечувати надійність, довговічність і мінімальні втрати енергії під час роботи. В процесі експлуатації вона зазнає значних навантажень, які можуть спричиняти підвищений знос карданних шарнірів, шліцьових з'єднань і валів. Тому правильний вибір конструктивних параметрів карданної передачі та її розрахунок мають суттєве значення для забезпечення безпечної та стабільної роботи транспортного засобу.

Не менш важливою складовою транспортного засобу є підвіска, яка виконує функцію забезпечення плавності ходу, стійкості, керованості та комфорту пасажирів. Дослідження особливостей будови підвіски дозволяє оцінити її переваги та недоліки, а також визначити перспективні напрями вдосконалення.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані при проектуванні, модернізації та експлуатації пасажирських транспортних засобів категорії M_2 , а також при виконанні інженерних розрахунків елементів трансмісії і ходової частини.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи виконано комплексне дослідження конструкції транспортного засобу категорії M_2 та розроблено карданну передачу з урахуванням вимог до надійності, міцності та довговічності її елементів.

У ході виконання роботи проведено аналіз конструктивних особливостей транспортних засобів категорії M_2 та визначено основні вимоги до трансмісії й ходової частини. Розглянуто призначення карданної передачі, її місце в трансмісії автомобіля та особливості роботи в умовах змінних навантажень і кутових переміщень агрегатів.

На основі проведених розрахунків визначено основні параметри карданної передачі, виконано вибір конструкції карданного валу та шарнірних з'єднань, а також обґрунтовано вибір матеріалів для виготовлення деталей. Розроблена конструкція забезпечує передачу крутного моменту від коробки передач до ведучого моста та відповідає вимогам міцності й експлуатаційної надійності. Було побудовано складальний кресленик розробленої карданної передачі.

У роботі також досліджено особливості будови автомобільних підвісок, їх призначення та вплив на плавність руху, стійкість і безпеку транспортного засобу. Проведено аналіз найбільш поширених конструкцій підвісок транспортних засобів категорії M_2 . Розглянуто принцип роботи та конструктивні особливості пружних, гасячих і напрямних елементів підвіски.

Було проведено розрахунок економічного ефекту від проєктування удосконаленої конструкції карданної. 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 145481,3 грн., при цьому заробітна плата виконавця складе 87279,7 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Огляд фургона Ford Transit. Відновлено з <https://www.parkers.co.uk/vans-pickups/ford/transit/2014-review/> (дата звернення 05.05.2026).
2. Volkswagen LT III – Технічні характеристики середньої базової комплектації. Відновлено з https://www.truck1.eu/blog/volkswagen-lt-iii-van-lt-35-2-5-tdi-83hp-medium-base-tech-specs-t32311?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 05.05.2026).
3. Технічні характеристики на Citroen Jumpy II Multispace. Відновлено з <https://www.auto-data.net/bg/citroen-jumpy-ii-multispace-facelift-2012-2.0-hdi-163hp-11-automatic-8-seat-21269> (дата звернення 02.05.2026).
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. 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.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розрахунок і проектування карданної передачі приводу ведучих мостів» з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобіля» / С.М. Шуклінов, О.О. Ярита, М.П. Холодов, М.М. Сильченко – Харків: ХНАДУ, 2021. – 43 с.
7. Robert Bosch GmbH. (2018). *Bosch automotive handbook* (10th ed.). Wiley.
8. Reimpell, J., Stoll, H., & Betzler, J. W. (2001). *The automotive chassis: Engineering principles* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

9. Види автомобілів: Як працює підвіска автомобіля? Відновлено з <https://vnedorognik.ua/blog/vidi-avtomobiliv-iaak-praciuje-pidviska-avtomobilia> (дата звернення 29.05.2026).

10. Barton, D. C., & Fieldhouse, J. D. (2024). *Automotive Chassis Engineering* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-57526-6>.

11. Підвіска як вона є. Відновлено з <https://ua.motofocus.eu/news/53402,%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B2%D1%96%D1%81%D0%BA%D0%B0-%D1%8F%D0%BA-%D0%B2%D0%BE%D0%BD%D0%B0-%D1%94> (дата звернення 01.06.2026).

12. Типи підвіски причепа. Відновлено з <https://trailerpartsunlimited.com/pages/helpful-information.htmltrailer-suspension-types/> (дата звернення 02.06.2026).

13. MacPherson strut suspension. Відновлено з <https://newkidscar.com/suspension-constructio/macpherson-strut-suspension/> (дата звернення 02.06.2026).

14. Соленоїди пневматичної підвіски. Відновлено з <https://www.freeasestudyguides.com/suspension-air-spring-solenoid.html> (дата звернення 02.06.2026).

15. Як купити нові амортизатори та стійки. Відновлено з <https://www.cjponyparts.com/resources/how-to-buy-shocks-and-struts> (дата звернення 02.06.2026).

16. 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.

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» (Україна). Відновлено з <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> (дата звернення 08.06.2026).