

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

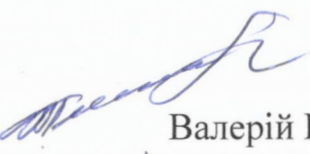
Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
бакалавра  
А.АВТ-АА41-22.2155.2200.038 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ M<sub>1</sub>.  
РОЗРОБКА КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ  
АМОРТИЗАТОРІВ**

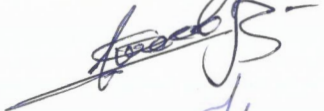
Завідувач кафедри, д-р. техн. наук, проф.

 Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.

 Михайло ХОЛОДОВ

Керівник, асистент

 Владислав ШАПОВАЛЕНКО

Консультант, канд. техн. наук, проф.

 Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.

 Олег БОГАТОВ

Консультант, д-р. техн. наук, доц.

 Микола МИХАЛЕВИЧ

Здобувач гр. АА-41-22

 Максим ШЕРЕМЕТ

# ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ 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

Шеремету Максиму Анатолійовичу

( прізвище, ім'я, по батькові )

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М<sub>1</sub>. Розробка карданної передачі та аналіз конструкцій амортизаторів

керівник Шаповаленко Владислав Олексійович, асистент

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання )

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 31 березня 2026 року №56

Строк подання студентом 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані: Коефіцієнт сумарного дорожнього опору

який може подолати транспортний засіб,  $\psi_{\max}=0,38$ . Максимальна швидкість

$V_{\max}=180$  км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною швидкістю  $\psi_V=0,018$ .

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля; Кінематична схема трансмісії; Розрахунок карданної передачі; Аналіз конструкцій амортизаторів; Технологія виготовлення шліцьового валу; Охорона праці; Вартість розробки карданної передачі. Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид транспортного засобу категорії М<sub>1</sub> (ГК, ф. А1); Кінематична схема трансмісії (КЗ, ф. А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей (ТК, ф. А1); Складальне креслення карданної передачі (СК, ф. А1); Робочі кресленики (ф. А2); Технологія виготовлення шліцьового валу (КЕ, ф. А2); Аналіз конструкцій амортизаторів (ТК, ф. А1);

## 6. Консультанти розділів проекту

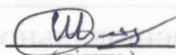
| Розділ                   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                          |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці            | Богатов О.І., к.т.н, проф.                | 01.05.2026     | 02.05.2026       |
| Технологічна частина     | Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.              | 01.05.2026     | 02.05.2026       |
| Оцінка вартості розробки | Михалевич М.Г., д.т.н, проф.              | 01.05.2026     | 02.05.2026       |

7. Дата видачі завдання 31 березня 2026 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

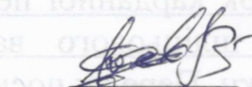
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                         | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ; Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля     | 05.05.26                      |          |
| 2     | Кінематична схема трансмісії. Розрахунок карданної передачі | 14.05.26                      |          |
| 3     | Технологія виготовлення шліцьового валу                     | 19.05.26                      |          |
| 4     | Аналіз конструкцій амортизаторів                            | 24.05.26                      |          |
| 5     | Охорона праці                                               | 28.05.26                      |          |
| 6     | Оцінка вартості розробки головної передачі                  | 02.06.26                      |          |
| 7     | Оформлення пояснювальної записки                            | 05.06.26                      |          |
| 8     | Підготовка презентації до захисту                           | 08.06.26                      |          |

**Здобувач**

  
(підпис)

**Максим ШЕРЕМЕТ**  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

  
(підпис)

**Владислав ШАПОВАЛЕНКО**  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 89 с., 28 рис., 15 табл., 3 додатки, 26 джерел.

КАРДАННА ПЕРЕДАЧА, ХРЕСТОВИНА, ВИЛКА КАРДАННОЇ ПЕРЕДАЧІ, КОРПУС ГОЛЧАСТОГО ПІДШИПНИКА, ОДНОТРУБНИЙ АМОРТИЗАТОР, ДВОТРУБНИЙ АМОРТИЗАТОР, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ.

Об'єкт роботи – карданна передача транспортного засобу категорії  $M_1$ .

Мета роботи – розробка карданної передачі транспортного засобу категорії  $M_1$ , аналіз конструкцій амортизаторів.

Метод дослідження – аналітичний з використанням класичних теорій та наукових підходів.

В класичному компонуванні трансмісії автомобіля карданна передача передає крутний момент від коробки перемикання передач до головної передачі під різним кутом в залежності від ходу підвіски.

З розвитком технологій, люди все більше намагаються удосконалити конструкцію амортизаторів, поліпшити їх характеристики, поєднати в одному виробі можливість переміщуватися з комфортом, але при необхідності наділяти автомобіль достатньою стійкістю і хорошою керованістю, тобто відійти від статичності амортизаторів.

1) Амортизатори з механічним регулюванням за допомогою регулювального штифта, що проходить через шток.

2) Амортизатори з використанням клапана, розташованого збоку в нижній частині корпусу, який регулює перепускання масла в невеликий зовнішній резервуар в обхід поршня.

Результати можуть бути використані в навчальному процесі і при проєктуванні автомобільних систем керування.

## ЗМІСТ

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                          | 7  |
| 1 Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля.....                                             | 8  |
| 1.1 Вибір основних параметрів проектного автомобіля.....                                            | 8  |
| 1.2 Визначення максимальної потужності двигуна і побудова зовнішньої швидкісної характеристики..... | 13 |
| 1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії .....                                                 | 16 |
| 2 Кінематична схема трансмісії .....                                                                | 21 |
| 3 Розрахунок карданної передачі.....                                                                | 23 |
| 3.1 Основні параметри карданної передачі .....                                                      | 23 |
| 4 Аналіз конструкцій амортизаторів .....                                                            | 30 |
| 5 Технологія виготовлення шліцьового валу .....                                                     | 45 |
| 5.1 Призначення деталі .....                                                                        | 45 |
| 5.2 Вибір і обґрунтування виду отримання заготовки .....                                            | 46 |
| 5.3 Характеристика матеріалу.....                                                                   | 46 |
| 5.4 Аналіз ТКВ.....                                                                                 | 46 |
| 6 Охорона праці .....                                                                               | 50 |
| 6.1 Виробнича санітарія.....                                                                        | 50 |
| 6.2 Основні вимоги техніки безпеки .....                                                            | 52 |
| 6.3 Пожежна безпека.....                                                                            | 53 |
| 6.4 Екологічна безпека.....                                                                         | 54 |
| 6.5 Розрахунок освітленості приміщення .....                                                        | 56 |
| 7 Вартість розробки карданної передачі.....                                                         | 59 |
| 7.1 Норми часу.....                                                                                 | 60 |
| 7.2 Розрахунок вартості контролю документації.....                                                  | 61 |
| 7.3 Розрахунок вартості текстової документації.....                                                 | 62 |
| 7.4 Розрахунок вартості технічної документації.....                                                 | 62 |
| Висновки .....                                                                                      | 64 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Перелік посилань.....                                                 | 65 |
| Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу автомобіля.....       | 66 |
| Додаток Б Специфікація до складального креслення .....                | 73 |
| Додаток В Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи бакалавра | 75 |

## ВСТУП

У відповідності до завдання був спроектований транспортний засіб категорії  $M_1$ . Наступним етапом також згідно з завданням розроблена карданна передача для транспортного засобу категорії  $M_1$ .

В даний час однією з основних тенденцій розвитку світового гідроприводу є постійно розширюється використання інтелектуальних компонентів електрогідравлічної автоматики на основі дроселюючих гідророзподільників (ДГР) або пропорційних гідроапаратів (ПГА) з цифровими системами управління. Цифрова технологія в порівнянні з аналоговою дозволяє розширити діапазон регулювання, істотно підвищити надійність, поліпшити властивості компонентів (гістерезис, швидкодія, лінійність), забезпечити відмінну повторюваність, надійне зберігання даних, діагностування несправностей, спрощення програмування і прямий зв'язок з промисловим комп'ютером. Розроблено програму на базі верстата з програмно-числовим керуванням фірми (ЧПК) *HAAS*, дозволила зімітувати процес обробки та виготовлення елементів карданної передачі, дає змогу більш раціонально використати заготовку та мінімізувати відходи.

Додатково було прораховано економічну ефективність виготовлення карданної передачі транспортного засобу категорії  $M_1$ .

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи був спроектований транспортний засіб категорії  $M_1$ . Розроблена карданна передача та виконано розрахунки навантажувальних режимів ходової частини та трансмісії на міцність і довговічність.

Розроблена програма на базі станка з програмно-числовим керуванням фірми HAAS, дозволила зімітувати процес обробки та виготовлення елементів карданної передачі, що економить кошти на виробництво під час використання обладнання з програмним числовим керуванням.

Було проведено аналіз сучасних конструкцій амортизаторів транспортних засобів та досліджено основні напрямки розвитку систем демпфування коливань підвіски. Встановлено, що амортизатори є одним із ключових елементів підвіски автомобіля, оскільки вони забезпечують гасіння коливань кузова, підтримують постійний контакт коліс із дорожнім покриттям та безпосередньо впливають на комфорт, керованість і безпеку руху транспортного засобу.

У результаті аналізу визначено, що традиційні гідравлічні амортизатори мають обмежені можливості щодо адаптації до різних умов експлуатації. Саме тому сучасний розвиток автомобільної техніки спрямований на створення регульованих та адаптивних систем амортизації, здатних змінювати характеристики демпфування залежно від дорожніх умов, швидкості руху та режиму експлуатації автомобіля.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М. М., Алексеєнко В. М. (1990). *Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях*
2. Шуклінов С.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб.* ISBN 978-617-8009-77-9.
3. Алексеєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). *Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»*
4. Miles L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering.*
5. Каслін М. Д., Штода Л.В. (2018). *Методичні вказівки щодо розробки розділу «Охорона праці» у дипломних проектах (роботах) студентів всіх форм навчання випускних курсів університету.*
6. Михалевич М.Г. (2012). *Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»*
7. Богомолов В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М., Ужва А. В. (2025). *Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб.* – 3-тє вид. – ISBN 978-617-8587-01-7
8. Богомолов В. О., Леонтьєв Д. М. (2025). *Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб.* – ISBN 978-617-8238-74-2
9. Александров Є. Є., Богомолов В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М. (2025). *Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб.* – ISBN 978-617-8238-75-9
10. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Aloksa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties : study guide.*
11. Klymenko V. I., Voronkov O. I., Leontiev D. M., Mykhalievych M. H., Yaryta O. O., Ponikarovska S. V., Borzenko O. P., Fandieiava A. Ye. (2023). *Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide.* – ISBN 978-617-8009-99-1

12. Богомолів, В. О., Клименко, В. І., Леонтьєв, Д. М., & Ужва, А. В. (2026). *Прикладна теорія коливань в галузі машинобудування*. Харків : ФОП Бровін О.В. ISBN 978-617-8587-53-6

13. Aleksandrov Ye. Ye. , Bohomolov V. O. , Klimenko V. I. , Leontiev D. M. (2026). *Applied theory of vibrations for students of automotive specializations at higher education institutions : study guide*. (2nd Edition). – Kharkiv : ФОП Бровін О. В. ISBN 978-617-8587-36-9

14. Фідровська, Н., Писарцов, О., Нестеренко, В., & Рагулін, В. (2026). Визначення факторів, що впливають на міцність канату. *Автомобільний транспорт*, (58), 69–74. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2026.58.0.08>

15. Mikhalevich, M., Yarita, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. et al., "Selection of Rational Parameters of Automated System of Robotic Transmission Clutch Control on the Basis of Simulation Modelling," SAE Technical Paper 2019-01-0029, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0029>.

16. Mikhalevich, M., Yarita, A., Turenko, A., Leontiev, D. et al., "Assessment of Operation Speed and Precision of Electropneumatic Actuator of Mechanical Transmission Clutch Control System," SAE Technical Paper 2018-01-1295, 2018, <https://doi.org/10.4271/2018-01-1295>.

17. Mikhalevich, M., Yarita, A., Bogomolov, V., Leontiev, D. et al., "Research of the inductive sensor of the electropneumatic clutch control system for the mechanical transmission at change of ambient temperature" SAE Technical Paper 2021-01-0679, 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0679>.

18. Шуклінов С. М., Леонтьєв Д. М., Холод А. В. (2025). Щодо питання теоретичного дослідження кулькових шарнірів типу BIRFIELDRZEPPA. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 – MAITRI 2025 : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 30–31 жовт. 2025 р. : до Дня автомобіліста та дорожника та з нагоди 95-річчя Харків. нац. автомоб.-дор. ун-ту*. С. 68–71.

19. Леонтьєв Д. М., Малий В. М. (2024). Автономні транспортні засоби: перспективи, структура та проблеми напрямку. *Сучасне автомобілебудування*,

*автотехнічна експертиза, експлуатація автомобільного транспорту та підготовка фахівців галузі транспорт : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника, 22–23 жовт. 2024 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 27–30.*

20. Леонтьєв Д. М., Смирнова Н. В. (2014) Узагальнення рівнянь руху автомобілів для розрахунку швидкості вільного руху. *Автомобільний транспорт*, (34), 44-48.

21. Леонтьєв, Д. М., Шуклінов, С. М., & Стовбуров, М. І. (2025). Щодо питання розгону швидкісного автомобіля та буксування його колес. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 – MAITRI 2025 : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 30–31 жовт. 2025 р. : до Дня автомобіліста та дорожника та з нагоди 95-річчя Харків. нац. автомоб.-дор. ун-ту*. С. 34–37.

22. Hrovat D. Survey of Advanced Suspension Developments and Related Optimal Control Applications // *Automatica*. – 1997. – Vol. 33(10). – P. 1781–1817.

23. Karnopp D. Active and Semi-Active Vibration Isolation // *Journal of Mechanical Design*. – 1995. – Vol. 117(B). – P. 177–185.

24. Poussot-Vassal C., Senname O., Dugard L. Vehicle Dynamic Stability Improvements Through Gain-Scheduled Active Suspension Control // *Control Engineering Practice*. – 2011. – Vol. 19(6). – P. 594–606.

25. Dixon J.C. *Suspension Geometry and Computation*. – Chichester: Wiley, 2009. – 432 p.

26. Wong J.Y. *Theory of Ground Vehicles*. – Wiley, 2008. – 489 p.