

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Бакалавра

А. АВТ-АА-41-22.4201.2400.001 ПЗ

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М₃. РОЗРОБКА ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ
ТА АНАЛІЗ СИСТЕМ ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ.

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

Михайло ХОЛОДОВ

Керівник д-р техн. наук, проф

Дмитро ЛЕОНТЬЄВ

Консультант канд. техн. наук, доц.

Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант канд. техн. наук, проф.

Олег БОГАТОВ

Консультант д-р техн. наук, проф.

Микола МИХАЛЕВИЧ

Здобувач гр. АА-41-22

Богдан СВІТЛИЧНИЙ

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний
(найменування факультету)

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула
(найменування кафедри)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Спеціалізація _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів
проф.Клименко В.І.

30.03. 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
студенту групи АА-41-22
(шифр групи)

Світличний Богдан Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Транспортний засіб категорії М₃. Розробка головної передачі та аналіз систем пасивної безпеки

керівник Леонтєв Дмитро Миколайович, д-р техн. наук, професор.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 31.03.26 року № 56

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15.06.2026

3. Вихідні дані до проекту (роботи) автобус категорії М₃

- максимальна швидкість $v_{\max}=125$ км/год;

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

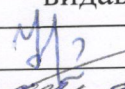
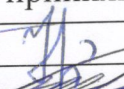
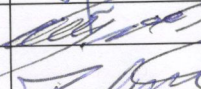
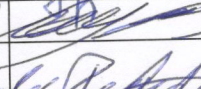
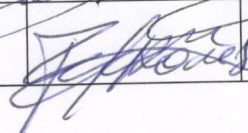
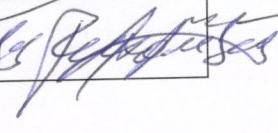
- максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається – $\psi_{\max}=0,3$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ; 1. Аналіз і обґрунтування параметрів автобуса; 2. Визначення навантажувальних режимів трансмісії та ходової частини 3. Проектування головної передачі ведучого моста; 4. Проектування технологічних процесів виробництва зубчастого вінця відомої шестерні головної передачі; 5. Вибір методу отримання заготовки та економічне обґрунтування способу її отримання; 6. Аналіз систем пасивної безпеки автобуса. 7. Техніка безпеки при складанні головної передачі; Висновки; Перелік літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Теоретичний кресленик. Загальний вигляд автобуса (ф. А1); 2. Схема кінематична принципова. Трансмісія автобуса (ф. А1); 3. Теоретичний кресленик. Аналіз тягово-швидкісних властивостей автобуса (ф. А1); 4. Складальний кресленик. Головна передача (ф. А1); 4. Робочий кресленик. Первинний вал-шестерня. (ф. А2); 5. Робочий кресленик. Сателіт. (ф. А2); 6. Робочий кресленик. Ведена шестерня. (ф. А2); 7. Теоретичний кресленик. Технологічний процес. (ф. А1). 8. Теоретичний кресленик. Аналіз систем пасивної безпеки. (2 листа ф. А1);

6.Консультанти розділів роботи

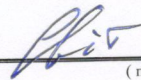
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., доц.		
Охорона праці	Богатов О.І., проф.		
Оцінка економічної ефективності розробки	Михалевич М.Г., проф.		

7. Дата видачі завдання 11.04.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
<u>1</u>	Вступ. Тяговий розрахунок автомобіля.	<u>3.05.26</u>	
<u>2</u>	Аналіз тягово-швидкісних властивостей автобуса	<u>10.05.26</u>	
<u>3</u>	Проектування головної передачі.	<u>17.05.26</u>	
<u>4</u>	Аналіз систем пасивної безпеки автобуса	<u>28.05.26</u>	
<u>5</u>	Технологічна частина.	<u>01.06.26</u>	
<u>6</u>	Охорона праці.	<u>06.06.26</u>	
<u>7</u>	Оцінка економічної ефективності розробки	<u>07.06.26</u>	
<u>8</u>	Оформлення пояснювальної записки.	<u>11.06.26</u>	
<u>9</u>	Підготовка презентації до захисту	<u>11.06.26</u>	

Здобувач



(підпис)

Світличний Б. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Леонтьєв Д.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 86 с., 17 рис., 10 табл., 1 додатки, 28 джерел.

ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА, ШЕСТЕРНЯ, САТЕЛІТ, НАПІВІСЬ, ПОДУШКИ БЕЗПЕКИ, ПАСИВНА БЕЗПЕКА, РЕМЕНІ БЕЗПЕКИ.

Об'єкт дослідження – автобус категорії M_3 як складна транспортна система.

Предмет дослідження – конструкція головної передачі ведучого моста автобуса, технологія виготовлення її елементів та системи пасивної безпеки транспортного засобу.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка головної передачі автобуса категорії M_3 , а також аналіз сучасних систем пасивної безпеки автобусів.

У роботі виконано аналіз та обґрунтування основних параметрів автобуса категорії M_3 . Визначено навантажувальні режими трансмісії та ходової частини транспортного засобу з урахуванням характерних умов експлуатації. Проведено розрахунок і проєктування головної передачі ведучого моста, визначено її основні геометричні та міцнісні параметри.

Розроблено технологічний процес виготовлення зубчастого вінця відомої шестерні головної передачі, обґрунтовано вибір технологічного обладнання та режимів обробки. Виконано вибір способу отримання заготовки та проведено економічне порівняння альтернативних варіантів її виготовлення з метою забезпечення мінімальної собівартості виробництва.

Окрему увагу приділено аналізу сучасних систем пасивної безпеки автобуса, зокрема конструкції кузова, ременям безпеки, системам утримання пасажирів та вимогам нормативних документів щодо забезпечення безпеки під час дорожньо-транспортних пригод. Розглянуто питання охорони праці та техніки безпеки при складанні головної передачі.

Результати роботи можуть бути використані при проєктуванні та модернізації автобусів категорії M_3 , а також при розробленні технологічних процесів виготовлення деталей трансмісії та підвищенні рівня безпеки пасажирських транспортних засобів.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Аналіз і обґрунтування параметрів автобуса	8
2. Визначення навантажувальних режимів трансмісії та ходової частини	21
3. Проектування головної передачі ведучого моста	31
4. Проектування технологічних процесів виробництва зубчастого вінця відомої шестерні головної передачі	59
5. Вибір методу отримання заготовки та економічне обґрунтування способу її отримання.....	66
6. Аналіз систем пасивної безпеки автобуса	69
7. Техніка безпеки при складанні головної передачі	78
Висновки	82
Перелік літератури	83
Додаток А. Презентаційний матеріал.....	87

ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у забезпеченні мобільності населення та функціонуванні економіки держави. Особливе місце в системі пасажирських перевезень займають автобуси категорії M_3 , які призначені для перевезення великої кількості пасажирів на міських, приміських та міжміських маршрутах. Підвищення ефективності, надійності та безпеки таких транспортних засобів є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного автомобілебудування.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка конструкції головної передачі автобуса категорії M_3 , а також аналіз систем пасивної безпеки транспортного засобу.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі завдання:

1. Виконати аналіз та обґрунтування основних параметрів автобуса категорії M_3 ;
2. Визначити навантажувальні режими трансмісії та ходової частини транспортного засобу;
3. Розробити конструкцію головної передачі ведучого моста та провести її розрахунок;
4. Спроектувати технологічний процес виготовлення зубчастого вінця відомої шестерні головної передачі;
5. Обґрунтувати вибір способу отримання заготовки та виконати економічне порівняння можливих варіантів;
6. Провести аналіз сучасних систем пасивної безпеки автобуса;
7. Розглянути питання охорони праці та техніки безпеки під час складання головної передачі.

Практичне значення роботи полягає у розробленні конструкції головної передачі, що забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики автобуса, а також у формуванні рекомендацій щодо підвищення рівня пасивної безпеки транспортного засобу та вдосконалення технологій виробництва його елементів.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вирішено актуальне інженерне завдання, пов'язане з проєктуванням головної передачі ведучого моста автобуса з урахуванням експлуатаційних, технологічних, економічних та безпекових вимог.

1. На основі аналізу існуючих конструкцій автобусів та їх технічних характеристик обґрунтовано основні параметри транспортного засобу, що забезпечують необхідні тягово-швидкісні та експлуатаційні показники.

2. Визначено найбільш навантажені режими роботи трансмісії та ходової частини автобуса. Встановлено, що максимальні навантаження на елементи трансмісії виникають під час рушання з місця, інтенсивного розгону та руху в умовах максимального дорожнього опору, що необхідно враховувати при проєктуванні вузлів ведучого моста.

3. У результаті розрахунків спроектовано головну передачу ведучого моста, параметри якої забезпечують виконання вимог щодо міцності, довговічності та надійності. Проведені перевірочні розрахунки підтвердили працездатність конструкції за контактними та згинальними напруженнями.

4. Розроблений технологічний процес виготовлення зубчастого вінця відомої шестерні забезпечує отримання деталі необхідної точності та якості поверхні при раціональному використанні виробничих ресурсів.

5. Аналіз сучасних систем пасивної безпеки показав, що застосування конструктивних заходів щодо підвищення жорсткості кузова, використання енергопоглинальних елементів і сучасних систем утримання пасажирів дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки автобуса.

6. Розроблені заходи з охорони праці та техніки безпеки при складанні головної передачі забезпечують зниження ризику виробничого травматизму та створення безпечних умов праці.

Таким чином, результати дипломної роботи підтверджують можливість практичної реалізації запропонованих конструктивних і технологічних рішень при проєктуванні та виробництві головних передач ведучих мостів автобусів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mehta, G., & Lou, Y. (2013). Modeling school bus seat belt usage: Nested and mixed logit approaches. *Accident Analysis & Prevention*, 51, 56–67.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.10.008>
2. Lou, Y., Mehta, G., & Turner, D. S. (2011). Factors influencing students' usage of school bus seat belts: An empirical analysis of the Alabama pilot project. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1644–1651.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.018>
3. Nambulee, W., Jomnonkwao, S., Siridhara, S., & Ratanavaraha, V. (2019). Modelling of seat belt use intention for intercity buses based on health belief model. *Transportmetrica A: Transport Science*, 15(2), 944–962.
<https://doi.org/10.1080/23249935.2018.1551946>
4. Wang, Q., Zhou, W., Telichev, I., & Wu, C. Q. (2018). Load transfer analysis of a bus bay section under standard rollover test using U*M index. *International Journal of Automotive Technology*, 19(4), 705–716.
<https://doi.org/10.1007/s12239-018-0068-2>
5. United Nations Economic Commission for Europe. (2010). *UN Regulation No. 66: Uniform technical prescriptions concerning the approval of large passenger vehicles with regard to the strength of their superstructure*. UNECE.
<https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r066r1e.pdf>
6. United Nations Economic Commission for Europe. (2023). *UN Regulation No. 80: Strength of seats and their anchorages (buses)*. UNECE.
<https://unece.org/transport/vehicle-regulations-wp29/standards/addenda-1958-agreement-regulations-61-80>
7. Tiwari, S. (2009). Performance evaluation of bus structure in rollover as per ECE-R66 using validated numerical simulation. *SAE Technical Paper 2009-26-0002*. SAE International. <https://doi.org/10.4271/2009-26-0002>
8. Wicaksono, S., Rahman, M. R. F., Mihradi, S., & Prifiharni, S. (2017). Finite element analysis of bus rollover test in accordance with UN ECE R66 standard.

Journal of Engineering and Technological Sciences, 49(6), 789–804.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2017.49.6.7>

9. ATS Group. (2024). *Seat belt type approval: ECE Regulations R14, R16, R17, and R80*. <https://www.ats-group.org/en/seat-belt-type-approval-ece-regulations-r14-r17-and-r80/>
10. 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*.
11. Михалевич М.Г. (2012). *Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»*
12. Богомолів 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*
13. Богомолів В. О., Леонтьєв Д. М. (2025). *Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2*
14. Александров Є. Є., Богомолів 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*
15. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Aloksa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties : study guide*.
16. Klymenko V. I., Voronkov O. I., Leontiev D. M., Mykhalievych M. H., Yaryta O. O., Ponikarovska S. V., Borzenko O. P., Fandieieva A. Ye. (2023). *Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide. – ISBN 978-617-8009-99-1*
17. Леонтьєв, Д. М. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення висоти координати центру ваги типових автомобілів. *Автомобільний транспорт*, (37), 101-107.
18. Леонтьєв, Д. М., Ломака С. Й. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення координати центру мас типових автомобілів. *Новітні технології в*

автомобілебудівництві та транспорті : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 15–16 жовт. 2015 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, – Ч. 1. – 43–44.

19. Tovt, B., Leontiev, D., & Malyi, V. (2025). Formulation of the problem of topology optimization of automobile and agricultural machinery structures. *Automobile Transport*, (56), 19–28. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2025.56.0.03>
20. Bogomolov V., Leontiev D. (2025). On the distribution of normal reactions between the axes of a balancing bogie during vehicle braking. *AIP Conf. Proc.* 3428 (1): 020003. <https://doi.org/10.1063/12.0038594>
21. Леонтьєв Д.М., Сінельнік Д.Б. (2025). Щодо впливу розподілу вантажу на зміщення координат центру тяжіння в причепі з центральними осями. *Підвищення якості продукції машинобудівних та ремонтних підприємств: зб. матеріалів IV Всеукр. наук.-практ. онлайн-семінару*, 29 трав. 2025 р./ Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, С. 105–108.
22. Смірнова Н.В., Леонтьєв Д.М. (2014). Аналіз режимів руху в задачах проектування та експлуатації автомобільних доріг. *Автошляховик України*, 5 (241), 23-25.
23. Riabushenko, O., Sierpiński, G., Bogomolov, V., Nahliuk, I., & Leontiev, D. (2024). Study of Distribution of Free Flow Speeds on Urban Road Sections Depending on Their Functional Purpose and One-Way Traffic—Evidence from Kharkiv (Ukraine). *Applied Sciences*, 14(23), 11302. <https://doi.org/10.3390/app142311302>
24. Леонтьєв, Д. М., Куріпка О. В., Рижих Л. О. (2021). Імітаційне моделювання динаміки руху колісного транспортного засобу під час гальмування. *Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф.*, 27–29 жовт. 2021 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, – 38–40.
25. 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.

26. Леонтьєв Д. М., Смирнова Н. В. (2014) Узагальнення рівнянь руху автомобілів для розрахунку швидкості вільного руху. *Автомобільний транспорт*, (34), 44-48.
27. 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.
28. Богомолів, В. О., Клименко, В. І., Леонтьєв, Д. М., & Ужва, А. В. (2026). *Прикладна теорія коливань в галузі машинобудування*. ФОП Бровін О.В.