

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

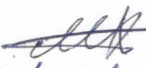
А.АВТ-АА41-22.2400.1600.003 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М₃. РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА
АНАЛІЗ ЕРГОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КЕРУВАННЯ ЗЧЕПЛЕННЯМ**

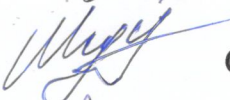
Завідувач кафедри д-р. техн. наук, проф.

 Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

 Михайло ХОЛОДОВ

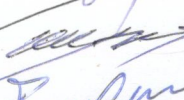
Керівник д-р. техн. наук, проф.

 Сергій ШУКЛІНОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.

 Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.

 Олег БОГАТОВ

Консультант, д-р. техн. наук, проф.

 Микола МИХАЛЕВИЧ

Здобувач гр. АА-41-22

 Денис ГАЛУЦЬКИЙ

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

Освітній рівень перший (бакалаврський)

(шифр і назва)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Освітня програма Автомобілебудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів

ім. А.Б. Гредескула

проф. Клименко В.І.

30 03 2026

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Галуцькому Денису Вадимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Транспортний засіб категорії М₃. Розробка зчеплення та аналіз ергономічних показників керування зчепленням

керівник проекту Шуклінов Сергій Миколайович, д-р техн. наук, професор.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від “ 31 березня ” 2026 року № 56

2. Строк подання студентом проекту 11 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту:

кількість місць – 27+1(43)

- максимальна швидкість $v_{\max}=95$ км/год;

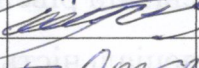
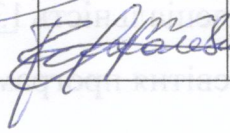
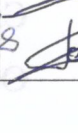
- сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості – $\psi_v = f_v = 0,017$;

- максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається – $\psi_{\max}=0,4$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1 Тяговий розрахунок автомобіля. 2 Проектування зчеплення. 3 Аналіз ергономічних показників керування зчепленням. 5 Технологія виготовлення маточини веденого диску. 7 Охорона праці. 8 Оцінка економічної ефективності розробки. Висновки. Список літератури. Додаток.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників): Транспортний засіб категорії М₃ (ВО, А1); Аналіз тягово – швидкісних властивостей автомобіля (ТЧ, А1); Трансмсія автомобіля (КЗ, А1); Зчеплення (СБ, А1); Маточина веденого диску зчеплення (А2). Пружина (А2); Аналіз ергономічних показників керування зчепленням (ТЧ, А1); Технологія виготовлення маточини веденого диску (ТЧ, А1);

6. Консультанти розділів проекту

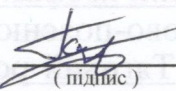
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., проф.		
Охорона праці	Богатов О.І., проф.		
Оцінка економічної ефективності розробки	Михалевич М.Г., проф.		

7. Дата видачі завдання 22 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

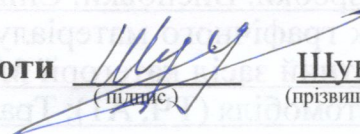
№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок автомобіля.	30.04.26	
2	Аналіз тягово – швидкісних властивостей автомобіля	11.05. 26	
3	Проектування зчеплення.	17.05. 26	
4	Аналіз ергономічних показників керування зчепленням	28.05. 26	
5	Технологія виготовлення маточини веденого диску зчеплення	01.06. 26	
6	Охорона праці.	06.06. 26	
7	Оцінка економічної ефективності розробки	07.06. 26	
8	Оформлення пояснювальної записки.	10.06. 26	
9	Підготовка презентації до захисту.	10.06. 26	

Здобувач


(підпис)

Галуцький Д.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Шуклінов С.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 78 с., 19 рис., 8 табл., 2 додатки, 18 джерел.

ВИТИСКНИЙ ПІДШИПНИК, ВЕДЕНИЙ ДИСК, ФРИКЦІЙНА НАКЛАДКА, ЗЧЕПЛЕННЯ, ЕРГОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ, КЕРУВАННЯ ЗЧЕПЛЕННЯМ, ВЕДЕНИЙ ДИСК.

Об'єкт дослідження – елемент трансмісії, зчеплення транспортного засобу категорії N_3 .

Мета проекту – розробка зчеплення та аналіз ергономічних показників керування зчепленням.

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

Зчеплення — це елемент трансмісії, що з'єднує двигун із всією трансмісією та дає змогу тимчасово роз'єднувати їх під час перемикання передач, гальмування і зупинки. Основа роботи зчеплення — це фрикційна взаємодія дисків, що знаходяться на обох валах і може розглядатися як один з видів фрикційних муфт.

Сучасний розвиток автомобілебудування характеризується не лише підвищенням потужності двигунів та паливної економічності, а й радикальним переглядом концепції взаємодії водія з органами керування. Ергономіка керування зчепленням є одним із ключових факторів, що визначають втомлюваність оператора транспортного засобу, безпеку дорожнього руху та довговічність трансмісії. Попри тенденцію до автоматизації, механічні системи та системи з ножним керуванням залишаються домінуючими у сегменті комерційного транспорту та спеціальної техніки, де навантаження на водія протягом зміни є критичним.

Результати кваліфікаційної роботи бакалавра можуть бути використані в навчальному процесі і при проектуванні елементів трансмісії для нових автомобілів.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Вибір основних параметрів проектного транспортного засобу	7
1.1 Визначення основних параметрів автобусів-аналогів та маси проектного автобуса.....	8
1.2 Визначення максимальної потужності двигуна і побудова ЗШХД.....	10
1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії	13
1.4 Оцінка показників розгону автобуса.....	18
1.5 Баланс потужності автобуса.....	22
1.6 Кінематична схема трансмісії	24
2 Розрахунок та проектування зчеплення.....	26
2.1 Вибір основних параметрів зчеплення	26
2.2 Визначення параметрів приводу.....	34
3 Технологія виготовлення маточини веденого диску.....	37
3.1 Призначення деталі	37
3.2 Вибір і обґрунтування виду отримання заготовки	38
3.3 Аналіз технології виготовлення.....	38
4 Аналіз ергономічних показників керування зчепленням	42
5 Охорона праці	53
5.1 Охорона праці	53
5.2 Екологічна безпека.....	55
5.3 Розрахунок штучного освітлення	56
5.4 Розрахунок санітарно-гігієнічних умов праці.....	58
6 Вартість розробки зчеплення	60
Висновки	64
Перелік посилань.....	65
Додаток А Специфікація до складального кресленика.....	67
Додаток Б Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи	69

ВСТУП

У відповідності до завдання був спроектований транспортний засіб категорії M_3 . Згідно з завданням розроблена конструкція зчеплення для транспортного засобу категорії M_3 та покращено деякі параметри з огляду на довговічність зчеплення, проаналізовано ергономічних показників керування зчепленням.

Існує досить багато різновидів муфт зчеплення. Вони розрізняються за кількістю ведених дисків (однодискове, дводискове або багатодискове), по типу робочого середовища (сухе або мокре) і за типом приводу. Різні види зчеплень мають відповідні переваги та недоліки, але для транспортного засобу категорії M_3 доцільно використовувати дводискове зчеплення по причині великого крутного моменту для покращення його передачі.

При конструюванні фрикційних зчеплень відповідно до їх призначення крім основних вимог (мінімальна власна маса, простота конструкції, висока надійність і т.д.) необхідно забезпечити надійну передачу крутного моменту від двигуна до трансмісії при будь-яких умовах експлуатації, плавне рушання автомобіля з місця і повне включення зчеплення, необхідну «чистоту» виключення, тобто від'єднання двигуна від трансмісії з гарантованим зазором між поверхнями тертя, мінімальний момент інерції ведених елементів зчеплення, що дозволяє здійснити більш легке перемикавання передач і зниження зносу поверхонь тертя в синхронізатором, необхідне відведення теплоти від поверхонь тертя, запобігання трансмісії автомобіля від динамічних навантажень.

Цей матеріал можна використати у практичних та лабораторних роботах які викладаються на кафедрі автомобілів, сучасні тенденції розвитку конструкцій автомобілів.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра я ознайомився з загальними даними існуючих АТЗ, аналогічних по проектуваному класу і на їх основі встановив параметри проектуваного автомобіля. Визначивши і обґрунтувавши основні параметри автомобіля, виконав тяговий розрахунок, в результаті якого отримав необхідні дані для проектування зчеплення: характеристику двигуна, величину максимальних навантажень і моментів, розрахункові режими навантаження, частоту обертання валів і т.д.

Склав кінематичну схему автомобіля і охарактеризував її елементи.

Застосовуючи емпіричні залежності, наближені та проектні розрахункові методи, державні та галузеві стандарти вибрав і розрахував основні параметри роздавальної коробки.

Визначені в ході розрахунків параметри двигуна і трансмісії приблизно збігаються з параметрами автомобілів-аналогів, що свідчить про правильно виконаних розрахунках.

У наступних розділах виконав розрахунок зчеплення та описав технологічні параметри виготовлення веденого диску.

У розділі охорона праці та безпека життєдіяльності описав основні принципи забезпечення безпеки на виробництві і при експлуатації автомобіля

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М.М., Алексеєнко В.М., Гредескул А.Б. (1990). *Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях*
2. Шуклінов С.М., Альокса. М.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб.* ISBN 978-617-8009-77-9.
3. International Organization for Standardization. ISO 16121-1:2012. *Road vehicles — Ergonomic requirements for the driver's workplace in line-service buses.* Geneva: ISO, 2012.
4. SAE International. SAE J1521-2024. *Truck Driver Shin-Knee Position for Clutch and Accelerator.* Pennsylvania: SAE International, 2024.
- 5 SAE International. Shekar V., Reddy S. *Driver Ergonomics in City Buses and Coaches.* SAE Technical Paper 2014-01-2424, 2014.
6. Abdulkhaleq A., Wagner S., Lammering D., Boehmert H., Blueher P. (2017). *Using STPA in Compliance with ISO 26262 for Developing a Safe Architecture for Fully Automated Vehicles..*
7. 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.*
8. Михалевич М.Г. (2012). *Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»*
9. Mikhalevich, M., Yarita, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. et al., (2019). Selection of Rational Parameters of Automated System of Robotic Transmission Clutch Control on the Basis of Simulation Modelling, *SAE Technical Paper* 2019-01-0029, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0029>.
10. Mikhalevich, M., Yarita, A., Turenko, A., Leontiev, D. et al., (2018). Assessment of Operation Speed and Precision of Electropneumatic Actuator of Mechanical Transmission Clutch Control System, *SAE Technical Paper* 2018-01-1295, <https://doi.org/10.4271/2018-01-1295>.

11. Mikhalevich, M., Yarita, A., Bogomolov, V., Leontiev, D. et al., (2021). 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, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0679>.

12. 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.

13. 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

14. 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

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. Богомолов, 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

18. 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