

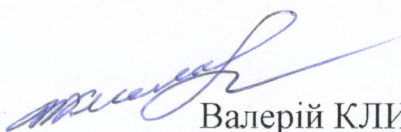
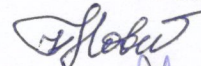
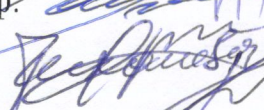
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
А.АВТ-АА-41-22.5250.1600.001 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М₃. РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ
КОНСТРУКЦІЙ ПІДСИЛЮВАЧІВ ПРИВОДІВ ЗЧЕПЛЕННЯ**

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.		Валерій КЛИМЕНКО
Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.		Михайло ХОЛОДОВ
Керівник, асистент		Наталія НОВІНА
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		Антон ДЕХТЯР

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

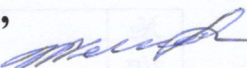
Кафедра автомобілів імені А.Б. Гредескула

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

Дехтяр Антону Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи** Транспортний засіб категорії М₃. Розробка зчеплення та аналіз конструкцій підсилювачів приводів зчеплення

керівник Новіна Наталія Нарсенівна, асистент

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 – 45 чоловік;

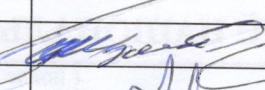
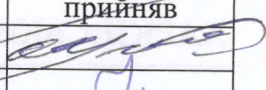
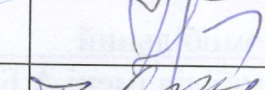
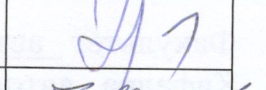
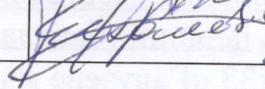
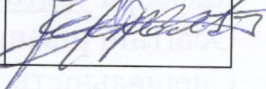
– максимальна швидкість $v_{\max}=110$ км/год;

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

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається $\psi_{\max}=0,35$.

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 приводів зчеплення. 5. Технологія виготовлення маточини. 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); Маточина (А2); Пружина (А3); Важіль відтискний (ф. А3); Аналіз конструкцій підсилювачів приводів зчеплення; (ТК, А1); Технологія виготовлення маточини (ТК, А1).

6. Консультанти розділів роботи

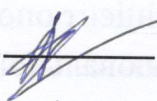
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.		
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.		
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.		

7. Дата видачі завдання 06 квітня 2026 р.

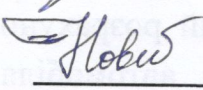
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач


Антон ДЕХТЯР

Керівник роботи


Наталія НОВІНА

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 74 с., 8 рис., 9 табл., 22 джерела та 5 додатків.

Об'єкт роботи – транспортний засіб категорії М₃.

Мета роботи – розробка зчеплення та аналіз конструкцій підсилювачів приводів зчеплення.

В роботі проведено аналіз найближчих аналогів, обґрунтовано вибір основних параметрів проєктованого автобуса та виконано тяговий розрахунок. Визначено необхідну максимальну потужність двигуна, побудовано його зовнішню швидкісну характеристику та розраховано передавальні числа трансмісії.

На основі отриманих даних проведено конструктивний розрахунок зчеплення. Виконано розрахунок циліндричних пружин, ведучих і ведених деталей, визначено показники зносостійкості зчеплення та параметри привода.

Окрім цього проведено аналіз сучасних конструкцій підсилювачів приводів зчеплення. Розглянуто механічні, пневмогідравлічні, електромеханічні та електропневматичні підсилювачі, проаналізовано їх конструктивні особливості, переваги, недоліки та доцільність застосування.

Розроблено технологічний процес виготовлення маточини веденого диска зчеплення. Обґрунтовано вибір заготовки, обладнання, різального інструменту, розроблено маршрут технологічних операцій, визначено режими різання, норми часу та оформлено комплект технологічної документації.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані при проєктуванні автобусів або модернізації вже існуючих.

ЗЧЕПЛЕННЯ, ТРАНСМІСІЯ, ПІДСИЛЮВАЧ ПРИВОДУ ЗЧЕПЛЕННЯ, МАТОЧИНА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 Тяговий розрахунок автомобіля	9
1.1 Аналіз найближчих аналогів, вибір і обґрунтування параметрів проектованого автомобіля.....	9
1.1.1 Вибір і обґрунтування габаритно-вагових параметрів автомобіля.....	11
1.2 Розрахунок параметрів проектного автомобіля	12
1.2.1 Визначення максимальної потужності двигуна.....	12
1.2.2 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна	14
1.2.3 Визначення передавальних чисел трансмісії	16
1.2.3.1 Визначення передавального числа головної передачі	16
1.2.3.2 Визначення передавального числа першої передачі	16
2 Аналіз тягово-швидкісних властивостей проектного автомобіля	19
2.1 Тягова та динамічна характеристики автомобіля	19
2.2 Баланс потужностей автомобіля.....	21
2.3 Показники розгону автомобіля.....	22
2.3.1 Прискорення автомобіля під час розгону.....	22
2.3.2 Час та шлях розгону автомобіля.....	23
2.4 Опис кінематичної схеми трансмісії автомобіля	28
3 Розрахунок зчеплення.....	31
3.1 Розрахунок циліндричних пружин	32
3.2 Розрахунок ведучих та відомих деталей зчеплення	36
3.3 Розрахунок показників зносостійкості зчеплення	41
3.4 Визначення параметрів привода зчеплення	44
4 Аналіз конструкцій підсилювачів приводів зчеплення.....	47
4.1 Підсилювачі у механічному приводі зчеплення	48
4.2 Використання пневмогідролічного підсилювача.....	50
4.3 Електромеханічні підсилювачі зчеплення.....	51
4.3.1 Електромеханічний підсилювач з зубчастим редуктором.....	51
4.3.2 Електромеханічний підсилювач з зубчастим редуктором.....	53
4.4 Електропневматичний підсилювач	54
5 Розробка технологічного процесу	57

5.1 Маршрут технологічних операцій виготовлення деталі	58
6 Охорона праці	61
6.1 Загальні положення з охорони праці	61
6.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів	62
6.3 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці	64
6.4 Пожежна безпека	65
6.5 Розрахунок повітрообміну в транспортному боксі	66
7 Оцінка вартості розробки зчеплення	69
7.1 Загальні положення	69
7.2 Норми часу	70
Висновки	71
Список літератури	72
Додаток А Розрахунок режимів різання та норм часу	75
Додаток Б Розрахунок норми часу	81
Додаток В Технологічна документація на виготовлення деталі	84
Додаток Г Специфікація складальної одиниці	92
Додаток Д Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи	95

ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у забезпеченні мобільності населення та функціонуванні транспортної системи держави. Особливе значення відіграють транспортні засоби категорії M_3 – автобуси, які призначені для перевезення великої кількості пасажирів та широко застосовуються на міських, приміських і міжміських маршрутах. Ефективність експлуатації таких транспортних засобів визначається не лише технічними характеристиками двигуна та ходової частини, але й надійністю та працездатністю елементів трансмісії, зокрема зчеплення.

Зчеплення є одним із основних вузлів трансмісії, який забезпечує тимчасове роз'єднання двигуна і коробки передач під час перемикання передач, плавний початок руху транспортного засобу та захист трансмісії від перевантажень. Для транспортних засобів категорії M_3 , що працюють у складних режимах експлуатації з частими зупинками, стартами та зміною навантаження, зчеплення повинно мати високий ресурс, забезпечувати надійність роботи та комфорт керування. Невідповідність параметрів зчеплення вимогам експлуатації може призвести до підвищеного зносу деталей, збільшення витрат на технічне обслуговування та зниження безпеки руху.

Важливим аспектом забезпечення ефективної роботи зчеплення є вибір і вдосконалення приводу його керування. Привод зчеплення повинен забезпечувати необхідне зусилля на вимикання зчеплення, мінімізувати втрати енергії та забезпечувати зручність для водія. У сучасних транспортних засобах для полегшення керування широко застосовуються різні типи підсилювачів приводу зчеплення, зокрема механічні, гідравлічні, пневматичні, пневмогідравлічні та електропневматичні. Вибір конструкції підсилювача визначається типом транспортного засобу, умовами експлуатації, вимогами до надійності та економічності, а також рівнем комфорту під час керування.

Актуальність даної кваліфікаційної роботи обумовлена необхідністю вдосконалення конструкцій зчеплення та приводів його керування для

транспортних засобів категорії М₃, що дозволяє підвищити надійність трансмісії, зменшити фізичне навантаження на водія та забезпечити стабільність роботи системи в різних режимах експлуатації. Аналіз сучасних конструкцій підсилювачів приводу зчеплення дає можливість визначити найбільш ефективні рішення, які відповідають сучасним вимогам автомобілебудування.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра детально проаналізовано тягово-швидкісні параметри транспортного засобу категорії М₃ та розраховано тягово-швидкісні характеристики транспортного засобу у відповідності із завданням. Визначено необхідну потужність двигуна, побудовано зовнішню швидкісну характеристику, розраховано передавальні числа трансмісії.

У роботі виконано конструктивний розрахунок зчеплення, визначено параметри циліндричних пружин, ведучих і ведених деталей, оцінено показники зносостійкості та розраховано параметри привода. Проведено аналіз сучасних конструкцій підсилювачів приводу зчеплення, визначено їх переваги, недоліки та особливості застосування. Також розроблено технологічний процес виготовлення деталі маточини веденого диска зчеплення.

Було проведено розрахунок економічного ефекту від проєктування удосконаленої конструкції зчеплення. Розрахунок проведено за умови, що розробкою технічної документації займається одна особа з кваліфікацією інженера-конструктора. Розрахунки показали, що вартість розробки пакету технічної документації коштуватиме замовнику 145280,4 грн. У такому випадку заробітна плата виконавця складе 84621,8 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронний ресурс:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%90%D0%97-4207>.
2. Електронний ресурс <https://autoline.ua/-/avtobusi/Volvo/B12--c65tm2819m4762>.
3. 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.
4. Шуклінов С.М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості: навч. посіб. / С.М. Шуклінов, М.М. Альокса. – Харків : ФОП Бровін О.В., 2022. – 280 с.
5. 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.
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. Ярита О.О. Вдосконалення електропневматичного приводу зчеплення великовантажних автомобілів та автобусів: дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.02 / Ярита Олександр Олександрович. – Харків, 2017. – 203с.
8. Автомобіль вантажний. сучасні конструкції : підручник для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / А. Т. Лебедев, В. Д. Мигаль, І. О. Шевченко, М. Л. Шуляк; за ред. проф. А. Т. Лебедева; ХНТУСГ. – Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. – 369 с.

9. Електронний ресурс: <https://www.eaton.com/my/en-us/products/clutches-brakes/commercial-vehicle-clutches/hydraulic-clutch-linkage-overview.html>.

10. Текст лекції навчальної дисципліни «Гідравліка та гідропневмопристрої авіаційної техніки» обов'язкових компонент освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів / Павленко О. В. – Харків: Харківський національний університет внутрішніх справ Кременчуцький льотний коледж, 2022 – 25 с.

11. Електронний ресурс: https://www.zf.com/master/media/de/corporate/m_zf_com/company/download_center/products/passenger_cars/kupplungssystemefrpkwbis800nm.pdf.

12. Пат. 100908 Україна, МПК В60К23/00. Підсилювач приводу зчеплення автотранспортного засобу / Богомолів В.О., Клименко В. І., Алексєєв Р.В. – №а2011 02229 заявл. 25.02.2011; надр. 27.08.2012, Бюл. №16.

13. Pat. 5042631, United States, Int. CL F16D25/08; F16D25/14 Electropneumatic clutch control device / Ellenberger G., Massard G. (FR). – №452585; filed. 19.12.1989.

14. Szimandl B. Dynamic hybrid model of an electro-pneumatic clutch system / B. Szimandl, H. Nemeth // Mechatronics. – 2013. – №23 – 36 p.

15. Product Catalogue 2018-2019 edition Rev. 011. Pneumatic and electronic systems for commercial vehicle. System Specific workshop equipment. Retrieved from <https://www.knorr-bremsecvs.com>.

16. Пат. 108703 Україна, МПК В60К 23/00. Підсилювач привода зчеплення автотранспортного засобу / заявники Богомолів В. О., Клименко В. І., Ярита О. О.; патентовласники Богомолів В. О., Клименко В. І. – №201401541; заявл. 17.02.2014; надр. 25.05.2015. Бюл. №10, 5 с.

17. Пат. 109503 Україна, МПК В60К 23/00. Прискорювальний клапан / заявники Богомолів В.О., Клименко В.І., Михалевич М.Г., Ярита О.О.; патентовласники Богомолів В.О., Клименко В.І. – №201405006; заявл. 12.05.2014; надр. 25.08.2015. Бюл. 16, 4 с.

18. 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.

19. Пістун І.П., Березовецький А.П. та ін. «Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник.» – Львів: «Тріада плюс», 2009.

20. 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.

21. Михалевич Н.Г. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування Освітня програма «Автомобілебудування». Розділ дипломного проекту: «Оцінка вартості розробки». – ХНАДУ, 2019. – 23 с.

22. Електронний ресурс:
<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>.