

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

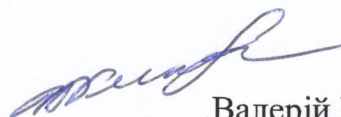
Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
А.АВТ-АА41-22.3222.1600.025 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ M_2 . РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА АНАЛІЗ
ПРИВОДІВ ЗЧЕПЛЕННЯ**

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



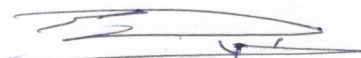
Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.



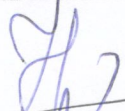
Михайло ХОЛОДОВ

Керівник, канд. техн. наук, доц.



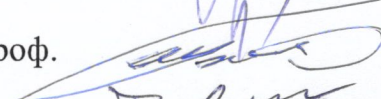
Євген ДОН

Консультант, канд. техн. наук, проф.



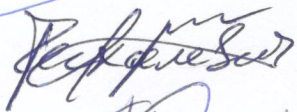
Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.



Олег БОГАТОВ

Консультант, д-р. техн. наук, проф.



Микола МИХАЛЕВИЧ

Здобувач гр. АА-41-22



Дмитро ПЕТРУК

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

Петруку Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М₂. Розробка зчеплення та аналіз приводів зчеплення

керівник Дон Євген Юрійович, к.т.н., доц.

(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

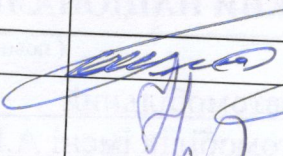
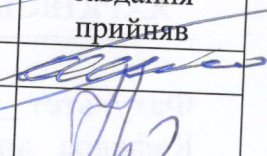
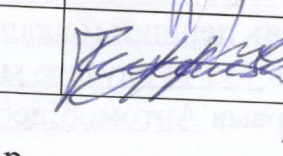
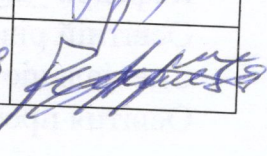
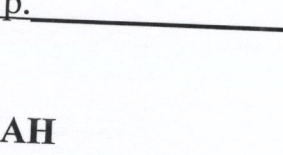
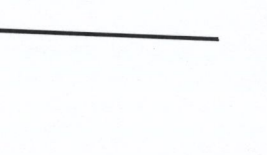
який може подолати транспортний засіб, $\psi_{\max}=0,41$. Максимальна швидкість

$V_{\max}=170$ км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною швидкістю $\psi_V=0,014$. Кількість пасажирських місць 18.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Аналіз та обґрунтування параметрів автомобіля; Тяговий розрахунок автомобіля; Розрахунок зчеплення; Аналіз приводів зчеплення; Технологічна підготовка автоматизованого виготовлення маточини зчеплення на верстатах з ЧПК; Охорона праці; Вартість розробки зчеплення. Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид транспортного засобу категорії М₁ (ГК, ф. А1); Кінематична схема трансмісії (КЗ, ф. А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей (ТК, ф. А1); Складальне креслення зчеплення (СК, ф. А1); Робочі кресленики (ф. А2); Технологія виготовлення маточини зчеплення на верстатах з ЧПК (КЕ, ф. А2); Аналіз приводів зчеплення (ТК, ф. А1);

6. Консультанти розділів проекту

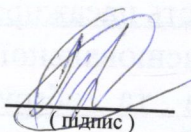
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.		
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.		
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.		

7. Дата видачі завдання 31 березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ; Аналіз та обґрунтування параметрів автомобіля	05.05.26	
2	Тяговий розрахунок автомобіля	14.05.26	
3	Розрахунок зчеплення	19.05.26	
4	Технологічна підготовка автоматизованого виготовлення маточини зчеплення на верстатах з ЧПК	24.05.26	
5	Аналіз приводів зчеплення	28.05.26	
6	Охорона праці	02.06.26	
7	Оцінка вартості розробки головної передачі	05.06.26	
8	Оформлення пояснювальної записки	08.06.26	
9	Підготовка презентації до захисту	08.06.26	

Здобувач


(підпис)

Дмитро ПЕТРУК
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Євген ДОН
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 95 с., 24 рис., 18 табл., 3 додатки, 18 джерел.

ФРИКЦІЙНА НАКЛАДКА, ДИСК ЗЧЕПЛЕННЯ, ЗЧЕПЛЕННЯ, МАТОЧИНА, ВИТИСКНИЙ ПІДШИПНИК, ДІАФРАГМОВА ПРУЖИНА, ПРИВІД ЗЧЕПЛЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Об'єкт дослідження – робочі процеси, що відбуваються в елементах зчеплення трансмісії транспортного засобу категорії M_2 в умовах експлуатації.

Мета проекту – розробка зчеплення транспортного засобу категорії M_2 за рахунок удосконалення елементів зчеплення для покращення умов роботи водія, побудова області стійкості аналогової системи курсової стійкості.

Метод дослідження – структурний аналіз – для ретельного аналізу тенденцій розвитку напрямків удосконалення приводів зчеплення.

На сучасних автомобілях встановлюється сухе однодискове зчеплення, яке включає корзину, натискний і ведений диски, діафрагмову пружину, підшипник вимикання зчеплення з муфтою і виделкою. Корзина з'єднана з ведучим диском зчеплення за допомогою тангенціальних пластин. Всі конструктивні елементи зчеплення розміщуються в картері. Картер зчеплення кріпитися болтами до двигуна.

Результати можуть бути використані в навчальному процесі на кафедрі автомобілів ім. А.Б. Гредескула.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз та обґрунтування параметрів автомобіля.....	8
1.1 Аналіз параметрів автомобілів аналогів	8
1.2 Вибір основних параметрів автомобіля	10
1.3 Розробка кінематичної схеми трансмісії автомобіля	11
2 Тяговий розрахунок автомобіля	15
2.1 Визначення основних характеристик двигуна	15
2.2 Визначення передавальних чисел трансмісії	18
2.3 Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля.....	21
2.4 Оцінка показників розгону автомобіля.....	23
2.5 Баланс потужностей автомобіля	27
3 Розрахунок зчеплення.....	29
3.1. Визначення основних параметрів зчеплення	29
3.2. Розрахунок показників зносостійкості зчеплення	31
3.3 Розрахунок діафрагмової пружини	33
3.4 Розрахунок ведучих та ведених деталей.....	36
3.5 Визначення параметрів приводу	39
4 Аналіз приводів зчеплення.....	42
5 Технологічна підготовка автоматизованого виготовлення маточини зчеплення на верстатах з ЧПК	50
5.1 Призначення деталі	50
5.2 Вибір і обґрунтування виду отримання заготовки	51
5.3 Аналіз ТКВ.....	52
6. Охорона праці	62
6.1 Виробнича санітарія.....	62
6.2 Основні вимоги техніки безпеки	64
6.3 Пожежна безпека.....	64

6.4 Екологічна безпека.....	65
6.5 Розрахунок освітленості приміщення	66
7 Вартість розробки зчеплення	69
7.1 Норми часу	70
7.2 Розрахунок вартості контролю документації.....	72
7.3 Розрахунок вартості текстової документації.....	72
7.4 Розрахунок вартості технічної документації.....	73
7.5 Календарний план-графік для одного виконавця	74
Висновок	75
Перелік посилань.....	76
Додаток А Графіки для тягового розрахунку проектного ТЗ	78
Додаток Б Специфікація до складального кресленика.....	85
Додаток В Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи.....	87

ВСТУП

Удосконалення динамічних характеристик транспортних засобів безпосередньо залежить від оптимізації триботехнічної взаємодії у вузлах тертя зчеплення та узгодженої роботи елементів його системи керування.

Сучасні тенденції розвитку транспорту спрямовані на збільшення вантажопідйомності та швидкісних показників. Це вимагає підвищення ефективності передачі крутного моменту від двигуна до трансмісії. Попри значне конструктивне різноманіття муфт зчеплення (за кількістю дисків, типом середовища та приводу), найпопулярнішим залишається однодискове сухе зчеплення з гідравлічним або механічним керуванням.

Проектування фрикційних муфт, окрім базових вимог (мала маса, надійність, простота), передбачає забезпечення таких критичних функцій:

- Стабільна передача моменту за будь-яких умов;
- Плавність увімкнення та безперешкодне («чисте») роз'єднання поверхонь;
- Мінімальна інерційність веденої частини для полегшення перемикання передач;
- Ефективне автовідведення тепла та захист трансмісії від пікових динамічних навантажень.

ВИСНОВОК

У ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра я ознайомився із 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 одержав необхідні дані для проектування карданної передачі: характеристику двигуна, величину максимальних навантажень і моментів, розрахункові режими навантаження, частоту обертання валів і т.д.

Склав кінематичну схему застосовуючи емпіричні залежності, наближені і проектні розрахункові методи, державні і галузеві стандарти, вибрав і розрахував основні параметри карданної передачі. Одержав дані при розрахунку двигуна, трансмісії і карданної передачі результат приблизно співпадають з параметрами автомобіля-аналога, що свідчить про правильно виконані розрахунки. Кресленики зчеплення відповідають усім вимогам.

Еволюція систем керування: Сучасний етап розвитку автомобілебудування характеризується поступовим переходом від простих механічних і гідравлічних приводів зчеплення до автоматизованих та електронно-керованих систем. Особливості приводів вантажних автомобілів: Через потребу в реалізації великих зусиль для вимкнення зчеплення на важкій техніці стандартним рішенням стало застосування пневмогідравлічних підсилювачів (ПГУ). Подальший розвиток призвів до появи електропневматичних приводів (зокрема розробки Knorr-Bremse), де керівна гідравліка повністю замінена електронним блоком керування, що дозволило позбутися складних магістралей трубопроводів і механічних зв'язків. Автоматизація гідроприводів легкових авто: На прикладі системи фірми Renault доведено перспективність інтеграції гідроаккумуляторів та насосних агрегатів з електронним керуванням (через потенціометри).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М.М. Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів у прикладах та завданнях / М.М. Альокса, Олексієнко В.М., Гредескул А.Б. Навч. посіб. – К.: УМК ВО, 1990. – 100 с.
2. United Nations Economic Commission for Europe Regulation No. 79. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to steering equipment. – Geneva: UNECE, 2018.
3. Clutch Pedal Sensorization and Evaluation of the Main Parameters Related to Driver Posture / Ester Olmeda, Sergio Fuentes del Toro, María Garrosa, Jonatan Pajares Redondo, Vicente Díaz // Sensors. – 2018. – Vol. 18(9). – DOI: 10.3390/s18092797.
4. Biomechanical Evaluation of the Comfort of Automobile Clutch Pedal Operation / Y. Zhang, P. Goonetilleke, J. P. Luximon // International Journal of Industrial Ergonomics. – 2004. – Vol. 34(3). – P. 209–221. – DOI: 10.1016/j.ergon.2004.04.007.
5. Ergonomic Considerations of Clutch Pedal Design for a Heavy Commercial Vehicle / Girish Ravan, Shatrunjy Baranwal, Shekhar Paranjape, Niteen Sahasrabudhe // SAE Technical Paper 2011-28-0092. – 2011. – DOI: 10.4271/2011-28-0092.
6. A Comparison of Clutching Movements of Freely Adjusted and Imposed Pedal Configurations for Identifying Discomfort Assessment Criteria / R. Pannetier, P. Pudlo, F. Goujon // Applied Ergonomics. – 2014. – Vol. 45(4). – P. 1010–1018. – DOI6.: 10.1016/j.apergo.2013.12.007.
7. Каслін М.Д. Методичні вказівки щодо розробки розділу «Охорона праці» у дипломних проектах (роботах) студентів всіх форм навчання випускних курсів університету. / Укладачі: М.Д. Каслін, Л.В. Штода – Харків; ХНАДУ, 2018 – 29 с., іл./.
8. Михалевич М.Г. Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки» / М.Г. Михалевич — ХНАДУ, 2012. – 19 с.

9. Шуклінов С.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб.* ISBN 978-617-8009-77-9.
10. Алексєєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). *Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»*
11. Miles L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering.*
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., Fandiev A. Ye. (2023). *Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide. – ISBN 978-617-8009-99-1*
17. 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
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