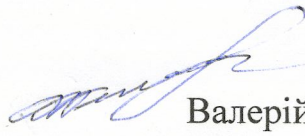


Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

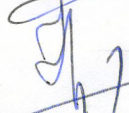
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавра
А.АВТ-АА41-21.4201.1700.001 ПЗ

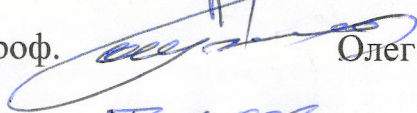
ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ N₁. РОЗРОБКА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТА
АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ АГРЕГАТАМИ
ТРАНСМІСІЇ

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


Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Михайло ХОЛОДОВ

Керівник асистент  Євген САВЧЕНКО

Консультант, канд. техн. наук, проф.  Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.  Олег БОГАТОВ

Консультант, д-р. техн. наук, проф.  Микола МИХАЛЕВИЧ

Студент гр. АА-41-21  Олександр ГОРБАТЬКО

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.

“ _____ ” _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Горбатько Олександр Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії N1. Розробка коробки передач та аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії

керівник Савченко Євген Лукич асистент

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 24 березня 2025 року №53

2. Строк подання студентом 22 червня 2025 року

3. Вихідні дані: Коефіцієнт сумарного дорожнього опору

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

$V_{\max}=115$ км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною швидкістю $\psi_V = 0,015$. Кількість пасажирських місць 2.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Вибір основних параметрів проектного автомобіля; Кінематична схема трансмісії; Розробка коробки передач; Розробка технологічного процесу виготовлення на верстатах з ЧПК зубчастого колеса; Аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії; Охорона праці; Розрахунок вартості розробки коробки передач. Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид транспортного засобу категорії N₁ (ГК, ф. А1); Кінематична схема трансмісії (КЗ, ф. А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей (ТК, ф. А1); Складальне креслення коробки передач (СК, ф. А1); Робочі кресленики (ф. А2); Технологічний процес виготовлення на верстатах з ЧПК зубчастого колеса (КЕ, ф. А2); Аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії (ТК, ф. А1);

6. Консультанти розділів проекту

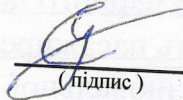
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.	10.05.2025	10.05.2025
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.	10.05.2025	10.05.2025
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.	10.05.2025	10.05.2025

7. Дата видачі завдання 31 березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

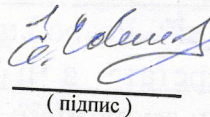
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Вибір основних параметрів проектованого автомобіля	09.05.25	
2	Кінематична схема трансмісії	12.05.25	
3	Розробка коробки передач	17.05.25	
4	Розробка технологічного процесу виготовлення на верстатах з ЧПК зубчастого колеса	20.05.25	
5	Аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії	27.05.25	
6	Охорона праці	01.06.25	
7	Оцінка вартості розробки коробки передач	08.06.25	
8	Оформлення пояснювальної записки	15.06.25	
9	Підготовка презентації до захисту	20.06.25	

Здобувач


(підпис)

Олександр ГОРБАТЬКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Євген САВЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 96 с., 15 рис., 15 табл., 3 додатки, 8 джерел.

КОРОБКА ПЕРЕМИКАННЯ ПЕРЕДАЧ, ЗШХД, ВЕДУЧИЙ ВАЛ, ВЕДЕНИЙ ВАЛ, ШЕСТЕРНЯ, РУЛЬВЕ КЕРУВАННЯ, ПІДСИЛЮВАЧ КЕРМА, ТРАНСМІСІЯ, ПІДСИЛЮВАЧ КЕРМА, БЛОК КЕРУВАННЯ.

Об'єкт дослідження – елемент трансмісії, коробка перемикання передач N_1 .

Мета кваліфікаційної роботи – розробка коробки передач та аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії.

Метод дослідження – аналітичні методи з використанням класичних теорій та наукових підходів.

Трансмісія — сукупність агрегатів, призначених для передачі крутного моменту від двигуна до ведучих коліс. При цьому крутний момент змінюється за величиною і напрямом та розподіляється в певному співвідношенні між ведучими колесами. Крутний момент на ведучих колесах автомобіля залежить від передатного числа трансмісії, яке дорівнює відношенню кутової швидкості колінчастого двигуна до кутової швидкості ведучих коліс. Передатне число трансмісії підбирається залежно від типу транспортного засобу, його двигуна й потрібних динамічних властивостей. Трансмісія автомобіля працює в умовах високих знакозмінних динамічних навантажень. Основні її робочі деталі довго перебувають під високими циклічними чи постійними навантаженнями, тому інженерам важко досягти потрібної надійності й довговічності в період експлуатації транспортного засобу.

Результати можуть бути використані в навчальному процесі і при проектуванні автомобільних систем керування коробкою передач.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Вибір основних параметрів проектованого автомобіля.....	8
1.1 Визначення основних параметрів автомобілів-аналогів та маси проектованого автомобіля	11
1.2 Визначення максимальної потужності двигуна	15
1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії.....	16
1.4 Описання кінематичної схеми трансмісії проектованого транспортного засобу	20
2. Проектування коробки передач вантажного транспортного засобу	22
2.1 Розрахунок зубчатих коліс коробки передач на міцність	25
2.2 Розрахунок валів на статичну тривкість і жорсткість	33
2.3 Вибір підшипників	42
2.4 Розрахунок синхронізаторів коробки передач.....	44
3. Технологія виготовлення на верстатах з ЧПК зубчастого колеса	47
4. Аналіз автоматизованих систем керування агрегатами трансмісії	51
5. Охорона праці.....	64
5.1 Техніка безпеки на автомобільному транспорті	64
5.2 Промислова санітарія.....	64
5.3 Пожежна безпека.....	67
5.4 Екологія	67
5.5 Визначення рівня шуму у приміщенні	68
6. Розрахунок вартості коробки передач проектованого транспортного засобу ..	69
6.1 Вартість виконання моделей та креслення	69
6.2 Вартість контролю документації.....	72
6.3 Вартість текстової документації.....	73
6.4 Вартість розробки технічної документації	73
6.5 Формування план-графіку для одного виконавця проєкту	74
Висновки.....	75

Перелік посилань.....	77
Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу транспортного засобу.....	79
Додаток Б Керуюча програма	86
Додаток В Специфікація до складального креслення	87
Додаток Г Презентаційний матеріал	90

ВСТУП

Трансмісія — сукупність агрегатів, призначених для передачі крутного моменту від двигуна до ведучих коліс. При цьому крутний момент змінюється за величиною і напрямом та розподіляється в певному співвідношенні між ведучими колесами. Крутний момент на ведучих колесах автомобіля залежить від передатного числа трансмісії, яке дорівнює відношенню кутової швидкості колінчастого двигуна до кутової швидкості ведучих коліс. Передатне число трансмісії підбирається залежно від типу транспортного засобу, його двигуна й потрібних динамічних властивостей. Трансмісія автомобіля працює в умовах високих знакозмінних динамічних навантажень. Основні її робочі деталі довго перебувають під високими циклічними чи постійними навантаженнями, тому інженерам важко досягти потрібної надійності й довговічності в період експлуатації транспортного засобу.

Розділивши крутний момент, підведений до ведучих коліс, на радіус коліс, отримаємо силу тяги, тобто силу, що забезпечує рух автомобіля в результаті взаємодії коліс з дорогою.

Сила тяги витрачається подолання сил опору руху:

- Сили опору коченню коліс;
- Сили опору повітря;
- Сили опору підйому;
- Сили опору розгону.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М.М., Алексеєнко В.М. (1990). *Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях.*
2. Шуклінов С.М., Альокса М.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості.* ISBN 978-617-8009-77-9.
3. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Alokxa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties.* ISBN 978-617-8238-19-3.
4. Клименко В. І., Богомолов В. О., Михалевич М. Г., Леонтьєв Д. М. (2018). *Автоматизація механічної трансмісії автобусів та вантажних транспортних засобів : монографія.*
5. Клименко В.І., Богомолов В.О., Михалевич М.Г., Леонтьєв Д.М., Ярита О.О., Сільченко М.М. (2018). *Розробка адаптивних систем керування трансмісією : монографія.*
6. Jahier F. (1991). Gamme, boites, moteur 500ch pour Volvo. *Les Officiel des Transports*, 1667, 15-17.
7. Богомолов В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М., Ужва А. В. (2025). *Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб.* ISBN 978-617-8587-01-7.
8. 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.*
9. Михалевич М.Г. (2012). *Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»*
10. 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
11. 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.

12. 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

13. 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. Леонтьєв, Д. М. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення висоти координати центру ваги типових автомобілів. *Автомобільний транспорт*, (37), 101-107.

15. Смірнова Н.В., Леонтьєв Д.М. (2014). Аналіз режимів руху в задачах проектування та експлуатації автомобільних доріг. *Автошляховик України*, (5), 23-25.

16. 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.

17. Mikhalevich, M., Yarita, A., Turenko, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. V., Bogomolov, V., & Smieszek, M. (2018). Assessment of operation speed and precision of electropneumatic actuator of mechanical transmission clutch control system *SAE Technical Paper 2018-01-1295*.