


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

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула


**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
бакалавра  
А.АВТ-АА36т1-21.3259.1700.001 ПЗ


ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ N<sub>2</sub>. РОЗРОБКА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТА  
АНАЛІЗ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ З ПІДСИЛЮВАЧЕМ

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Михайло ХОЛОДОВ

Керівник канд. техн. наук, проф.  Олексій САРАЄВ

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-36т1-22  Андрій БОЙКО



## 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 проєктованого автомобіля	09.05.25	
2	Кінематична схема трансмісії	12.05.25	
3	Розробка зчеплення	17.05.25	
4	Технологія обробки зубчастого колеса на верстатах з ЧПК	20.05.25	
5	Аналіз рульового керування з підсилювачем	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	

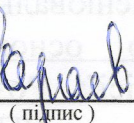
**Здобувач**

  
(підпис)

**Андрій БОЙКО**

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

  
(підпис)

**Олексій САРАЄВ**

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 91 с., 26 рис., 24 табл., 4 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  $N_2$ .

Мета роботи – розробка коробки передач та аналіз рульового керування з підсилювачем.

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

Коробка перемикання передач відіграє важливу роль під час керування транспортним засобом.

Для рушення з місця і розгону автомобіля необхідно затратити велику роботу у фізичному сенсі, отже - на його колеса потрібно подати значну потужність, яку можна отримати лише за досить високих обертів двигуна. Тим часом, швидкість руху автомобіля під час рушення з місця невисока. Те ж саме - під час руху бездоріжжям, коли високі значення потужності та крутного моменту затребувані за невисокої швидкості руху автомобіля., цей вузол повинен бути надійним та довговічним. Звідси впливає необхідність у трансмісії зі змінним передавальним числом, що дає змогу використовувати різні співвідношення між швидкостями обертання колінчастого вала двигуна і ведучих коліс. Найбільш технічно простим способом забезпечення змінного передавального числа трансмісії і є використання ступінчастої механічної коробки передач - шестеренчастого редуктора, в якому передавальне число змінюється завдяки вибору однієї з декількох пар шестерень, що передають крутний момент, з різним передавальним відношенням.

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

## ЗМІСТ

Вступ .....	7
1. Вибір основних параметрів проєктованого автомобіля .....	8
1.1 Визначення основних параметрів автомобілів-аналогів та маси проєктованого автомобіля .....	8
1.2 Визначення максимальної потужності двигуна і побудова ЗШХД .....	10
1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії .....	13
1.4 Оцінка показників розгону автомобіля .....	17
1.5 Баланс потужностей автомобіля .....	21
1.6 Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля .....	22
1.7 Кінематична схема трансмісії .....	24
2. Проєктування коробки передач для транспортного засобу .....	25
2.1 Розрахунок зубчатих коліс коробки передач на міцність .....	28
2.2 Розрахунок валів на статичну тривкість і жорсткість .....	37
2.3 Вибір підшипників .....	46
2.4 Розрахунок синхронізаторів коробки передач .....	48
3. Технологія обробки зубчастого колеса на верстатах з ЧПК .....	51
4. Аналіз рульового керування з підсилювачем .....	56
5. Охорона праці.....	66
5.1 Техніка безпеки на автомобільному транспорті .....	66
5.2 Промислова санітарія .....	66
5.3 Пожежна безпека .....	71
5.4 Екологія .....	69
5.5 Визначення рівня шуму у приміщенні .....	69
6. Розрахунок вартості коробки передач проєктованого транспортного засобу..	71
6.1 Вартість виконання креслення та моделей .....	71
6.2 Вартість контролю документації .....	74
6.3 Вартість текстової документації .....	75
6.4 Вартість розробки ТД .....	75

	6
6.5 Календарний план - графік для одного виконавця.....	76
Висновки .....	79
Перелік посилань .....	80
Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу автомобіля .....	81
Додаток Б Кінематична схема трансмісії автомобіля .....	88
Додаток В Керуюча програма .....	89
Додаток Г Специфікація до складального кресленника .....	90

## ВСТУП

Коробка перемикання передач є невід'ємною частиною будь-якого автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння. Призначення коробки передач - це передача і перетворення крутного моменту з двигуна на колеса, а так же здійснення відбору потужності на приводу інших агрегатів і додаткового обладнання. Цей процес дозволяє забезпечити оптимальну силу тяги і швидкість руху автомобіля, а так само рух заднім ходом. Більш того коробка допомагає роз'єднувати колінчастий вал двигуна від ведучих коліс, що забезпечує холостий хід автомобіля або його повну зупинку.

Коробки передач вантажних автомобілів намагаються розробляти так, щоб вони гарантували машині необхідні динамічні і економічні властивості, працювали безшумно, з високим ККД, відрізнялися надійністю, простотою обслуговування, мали по можливості малі габарити і масу, а також невисоку вартість.

В останні роки виробники вантажівок все більше уваги приділяють автоматизації процесу перемикання передач. На вантажних автомобілях, що працюють в місті, це кардинально покращує умови праці водія і, відповідно, позитивно позначається на безпеці руху. На магістральному транспорті автоматизація перемикання передач ще й підвищує ефективність перевезень, оскільки дозволяє оптимізувати взаємодію двигуна і трансмісії. Ступінчасті коробки передач, володіючи більшим ККД (при передачі повної потужності він становить від 0,96 до 0,98), по конструкції простіше безступінчатих, дешевше у виробництві і піддаються автоматизації процесу управління.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шуклінов С.М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. / С.М. Шуклінов, М.М. Альокса. – Харків : ФОП Бровін О.В., 2022. – 280 с. ISBN 978-617-8009-77-9.
2. 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.
3. Методичні вказівки до виконання практикуму «Визначення навантажувальних режимів для розрахунку деталей та вузлів автомобіля » з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобілів» / С. М. Шуклінов, С.І. Ломака, М.П. Холодов – Харків: ХНАДУ, 2021. – 23 с.
4. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розрахунок та проектування коробки передач автомобіля» с дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобіля». Укладачі: С.М. Шуклінов, М.Г. Михалевич, А.В. Ужва, Є.Л. Савченко – Харків: ХНАДУ, 2024 – 54 стор.
- 5 Hur J. Characteristic analysis of interior permanentmagnet synchronous motor in electrohydraulic power steering systems. IEEE T Ind Electron 2008; 55: 2316–2323
- 6 Marouf A, Djemai M, Sentouh C, et al. A new control strategy of an electricpower-assisted steering system. IEEE T Veh Technol 2012; 61: 3574–3589.
- 7 obrivoje C, Milomir G, Mile S, et al. Fault tree analysis of hydraulic powersteering system. Int J Vehicle Des 2014; 64: 26–45.
- 8 Wilhelm F, Tamura T, Fuchs R, et al. Friction compensation control for power steering. IEEE T Contr Syst T 2016; 24: 1354–1367.
9. Александров Є. Є., Богомоллов В. О., Клименко В. І., Леонтьев Д. М. (2025). Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-75-9
10. Богомоллов В. О., Леонтьев Д. М. (2025). Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2