

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

А. АВТ-АА-41-21.4207.1700.001 ПЗ

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М₃. РОЗРОБКА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ
ТА АНАЛІЗ ЖОРСТКОСТІ ЇЇ ВАЛІВ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

 Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

 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-41-21

Дмитро ПИВОВАРА

Харків – 2025

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.
_____ 2025

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Пивовар Дмитру Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М₃. Розробка коробки передач та аналіз жорсткості її валів

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

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від "24.03" 2025 року № 53

2. Строк подання здобувачем роботи 12 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: кількість місць – 22+1;

– максимальна швидкість $v_{\max}=100$ км/год;

– сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості – $\psi_0 = f_0 = 0,015$;

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається – $\psi_{\max}=0,39$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1 Тяговий розрахунок автомобіля. 2 Проектування коробки передач;

3. Аналіз жорсткості валів коробки передач. 4 Технологія виготовлення вторинного валу. 5 Охорона праці. 6 Оцінка економічної ефективності розробки. Висновки.

Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників):


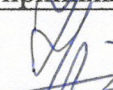
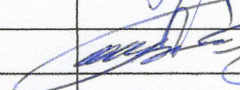
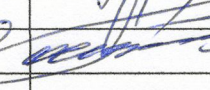


Автомобіль (ВО); Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля (ТЧ, А1);

Трансмсія автомобіля (КЗ, А1); Коробка передач (СБ, А1); Вторинний вал (А1);

Шестерня другої передачі. (А2); Аналіз жорсткості валів коробки передач (ТЧ, А1);

Технологія виготовлення вторинного валу (ТЧ, А1);

6. Консультанти розділів роботи

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 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок автомобіля.	3.05.25	Виконане
2	Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля	10.05.25	Виконане
3	Проектування коробки передач.	14.05.25	Виконане
4	Аналіз жорсткості валів коробки передач	28.05.25	Виконане
5	Технологія виготовлення вторинного валу.	01.06.25	Виконане
6	Охорона праці.	06.06.25	Виконане
7	Оцінка економічної ефективності розробки	07.06.25	Виконане
8	Оформлення пояснювальної записки.	11.06.25	Виконане
9	Підготовка презентації до захисту.	11.06.25	Виконане

Здобувач

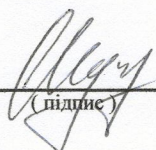


(підпис)

Пивовар Д.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Шуклінов С.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 77 с., 11 рис., 14 табл., 2 додатки, 15 джерел.

КОРОБКА ПЕРЕДАЧ, ВАЛИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ, РОЗРАХУНОК ВАЛІВ, ВАЛ, ШЕСТЕРНЯ.

Об'єкт досліджень – Механічна трьох вальна коробка передач.

Мета роботи – Розрахунок валів коробки передач, аналіз жорсткості валів коробки передач, визначення впливу матеріалу на жорсткість валів коробки передач.

Метод дослідження – математичне і графічне моделювання коробки передач.

Основним агрегатом трансмісії який розглянуто у кваліфікаційній роботі бакалавра є коробка передач. На транспортних засобах (ТЗ) категорії M_2, M_3, N_2, N_3 найчастіше використовують трьох вальні коробки передач. Зубчасте зачеплення це елемент який передає крутний момент з валу на вал. Які підтверджені навантаженню і руйнуванню. Довговічність валів визначається їх жорсткістю. Мінімальне значення жорсткості необхідне для довговічності визначається крутним моментом двигуна, довжиною валів, передаточним числом зубчастого зачеплення. А сама жорсткість валу визначається матеріалом з якого він виготовлений.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані в навчальному процесі і при проектуванні нових автомобілів.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз науково-технічної інформації	7
1.1 Аналіз компоновки автобусів	7
1.2 Аналіз коробок передач	9
2 Проектний тяговий розрахунок автомобіля.....	14
2.1 Визначення параметрів двигуна.....	14
2.2 Визначення передатних чисел трансмісії.....	16
2.3 Тягова та динамічна характеристики автомобіля.....	18
3 Проектування коробки передач	23
3.1 Кінематична схема трансмісії автомобіля	23
3.2 Функціональний розрахунок коробки передач	24
4 Аналіз жорсткості валів коробки передач	30
5 Технологія виготовлення вторинного валу.....	37
5.1 Обґрунтування прийнятих технологічних рішень	37
5.2 Призначення деталі	38
5.3 Розрахунок припуску на одну поверхню деталі	39
5.4 Розрахунок режимів різання	42
5.5 Розрахунок норми часу.....	43
6 Охорона праці.....	44
6.1 Аналіз нормативних документів.....	44
6.2 Охорона праці під час роботи на робочому місці водія спец техніки.....	44
6.3 Основні небезпечні фактори при виробництві.....	44
6.4 Пожежна безпека	45
6.5 Шум і вібрація.....	46
6.6 Розрахунок повітрообміну	47
6.7 Інженерні рішення щодо поліпшення умов праці та стану безпеки.....	49
6.8 Організаційні заходи щодо поліпшення умов праці та стану безпеки	49
7 Оцінка економічної ефективності розробки	55
Висновки	61
Перелік посилань	62
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи .	64
Додаток Б Розрахунок режимів різання та норми часу.....	73

ВСТУП

Тенденцією розвитку підвищення перевезень пасажирів та вантажів потребує підвищення технічних характеристик транспортного засобу (ТЗ) в першу чергу до підвищення потужності двигуна та максимальної швидкості ТЗ.

Елементом ТЗ який відповідає за використання потужності двигуна і підвищення швидкості є трансмісія. Агрегатом трансмісії який відповідає за використання моменту двигуна, регуляції швидкість руху є коробка передач.

На ТЗ категорії M_2, M_3, N_2, N_3 най частіше використовують трьох вальні коробки передач. Основним елементом коробки в передаванні моменту є зубчасте зачеплення яке передає крутний момент з валів на вали. Які підтвержені навантаження. Мінімальне значення жорсткості визначається крутним моментом двигуна, довжиною валів, передавальним числом зубчастого зачеплення

У кваліфікаційної роботі обґрунтовано доцільність системного підходу у виборі параметрів коробки передач і розробка за кафедральною методикою у програма CAD на базі Autodesk. З використанням зазначеної програми виконано розрахунок коробки передач задовольняючи параметри задані в кваліфікаційній роботі бакалавра.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text> Про затвердження Правил охорони праці на автомобільному транспорті.
- 2) <https://ips.ligazakon.net/document/RE26697?an=1> “Правила пожежної безпеки в Україні”.
- 3) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17> “Кодекс Цивільного захисту України”.
- 4) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> Основи законодавства України про охорону здоров'я.
- 5) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text> Кодекс законів про працю України.
- 6) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-п#Text> Технічний регламент безпеки машин.
- 7) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/888-09#Text> Конституція України. Основний закон.
- 8) 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.
- 9) Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. — Навч.посіб. — К.:Каравела, 2003. — 160 с.
- 10) ДСТУ ISO 6336-2:2005 Розрахунок навантажувальної здатності циліндричних прямозубих і косозубих передач. Частина 2. Розрахунок міцності активної поверхні зубців (ISO 6336-2:1996,IDT).
- 11) Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Розрахунок та проектування коробки передач автомобіля» з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобіля» / С.М. Шуклінов, М.Г. Михалевич, А.В. Ужва, Є.Л. Савченко – Харків: ХНАДУ, 2023. – 51 с.
- 12) <https://dl2022.khadi-kh.com/enrol/index.php?id=2175> курс лекцій.
- 13) 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.

- 14) Шуклінов С.М. Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. / С.М. Шуклінов, М.М. Альокса. – Харків : ФОРМ БРОВІН О.В., 2022. – 280 с. ISBN 978-617-8009-77-9.
- 15) Shuklinov S.M. Automobile. Theory and operational properties: study guide / S.M. Shuklinov, V.I. Klymenko, D.M. Leontiev, M.M. Alokxa. – Kharkiv: Brovin O. , 2023. - 278 p. ISBN 978-617-8238-19-3.
- 16) Mikhalevich, M., Oleksandr, D., Leontiev, D., Bogomolov, V. et al., "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, 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0679>
- 17) Клименко В. І., Богомоллов В. О., Михалевич М. Г., Леонтьев Д. М. (2018). Автоматизація механічної трансмісії автобусів та вантажних транспортних засобів : монографія.
- 18) Клименко В.І., Богомоллов В.О., Михалевич М.Г., Леонтьев Д.М., Ярита О.О., Сільченко М.М. (2018). Розробка адаптивних систем керування трансмісією : монографія.
 - 19) 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
- 20) Богомоллов В. О., Леонтьев Д. М. (2025). Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2
- 21) Леонтьев, Д. М. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення висоти координати центру ваги типових автомобілів. Автомобільний транспорт, (37), 101-107.