

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

бакалавра

А.АВТ-АА41-21.2100.1600.001 ПЗ

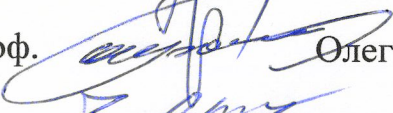
**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М<sub>1</sub>. РОЗРОБКА ЗЧЕПЛЕННЯ ТА ВИБІР  
ЛІТНІХ ШИН І ТИСКУ В НИХ ПОВІТРЯ**

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Михайло ХОЛОДОВ

Керівник канд. техн. наук, проф.  Микола АЛЬОКСА

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  Катерина ЦИГАНКОВА

Харків – 2025

# 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. 

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

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

Циганковій Катерині Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи** Транспортний засіб категорії М1. Розробка зчеплення та вибір літніх шин і тиску в них повітря

керівник Альокса Микола Миколайович, к.т.н., проф.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 24 березня 2025 року №53

Строк подання студентом 22 червня 2025 року

**3. Вихідні дані:** Коефіцієнт сумарного дорожнього опору

який може подолати транспортний засіб,  $\psi_{\max}=0,4$ . Максимальна швидкість

$V_{\max}=225$  км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною

швидкістю  $\psi_V=0,011$ . Кількість пасажирських місць 5.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** Вступ; Вибір основних параметрів проєктованого автомобіля; Кінематична схема трансмісії; Розробка зчеплення; Розробка технологічного процесу виготовлення маточини; Вибір літніх шин і тиску в них повітря; Охорона праці; Розрахунок вартості 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 (КЕ, ф. А2); Вибір літніх шин і тиску в них повітря (ТК, ф. А1);

## 6. Консультанти розділів проекту

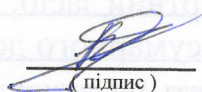
| Розділ                   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------------------------|---|----------------|------------------|
|                          |   | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці            | Богатов О.І., к.т.н, проф.                | 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 проектного автомобіля | 09.05.25                      |          |
| 2     | Кінематична схема трансмісії                           | 12.05.25                      |          |
| 3     | Розробка зчеплення                                     | 17.05.25                      |          |
| 4     | Розробка технологічного процесу виготовлення маточини  | 20.05.25                      |          |
| 5     | Вибір літніх шин і тиску в них повітря                 | 27.05.25                      |          |
| 6     | Охорона праці  | 01.06.25                      |          |
| 7     | Оцінка вартості розробки зчеплення                     | 08.06.25                      |          |
| 8     | Оформлення пояснювальної записки                       | 15.06.25                      |          |
| 9     | Підготовка презентації до захисту                      | 20.06.25                      |          |

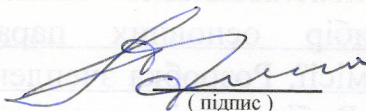
**Здобувач**

  
(підпис)

**Катерина ЦИГАНКОВА**

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

  
(підпис)

**Микола АЛЬОКСА**

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 96 с., 15 рис., 19 табл., 5 додатків, 8 джерел.

ДІАФРАГМОВА ПРУЖИНА, ВЕДЕНИЙ ДИСК, ФРИКЦІЙНА НАКЛАДКА, ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД, ВИТИСКНИЙ ПІДШИПНИК ЗЧЕПЛЕННЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА НАКЛАДОК, ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЧЕПЛЕННЯ, ТРАНСМІСІЯ, ЛІТНІ ШИНИ, БУДОВА ШИНИ.

Об'єкт дослідження – елемент трансмісії, зчеплення транспортного засобу категорії  $M_1$ .

Мета проекту – розробка зчеплення та вибір літніх шин і тиску в них повітря.

Метод дослідження – аналітичний з використанням наукових підходів і класичних теорій.

Зчеплення — це елемент трансмісії, що з'єднує двигун із всією трансмісією та дає змогу тимчасово роз'єднувати їх під час перемикання передач, гальмування і зупинки. Основа роботи зчеплення — це фрикційна взаємодія дисків, що знаходяться на обох валах і може розглядатися як один з видів фрикційних муфт.

На сучасних легкових автомобілях встановлюється однодискове, дводискове або багатодискове зчеплення з однією центральною діафрагмовою пружиною. Радіально розміщені пелюстки пружини є відтискними важелями та пружними елементами.

Результати кваліфікаційної роботи бакалавра можуть бути використані в навчальному процесі і при проектуванні елементів трансмісії для нових автомобілів.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ.....  | 7  |
| 1. Вибір основних параметрів проектного автомобіля.....                                     | 8  |
| 1.1 Визначення основних параметрів автомобілів-аналогів та маси проектного автомобіля ..... | 8  |
| 1.2 Визначення максимальної потужності двигуна і побудова ЗШХД.....                         | 11 |
| 1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії .....   | 15 |
| 1.4 Оцінка показників розгону автомобіля.....   | 19 |
| 1.5 Баланс потужностей автомобіля.....  | 22 |
| 1.6 Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля.....                                   | 24 |
| 1.7 Кінематична схема трансмісії .....  | 25 |
| 2. Розробка зчеплення .....   | 27 |
| 2.1 Вибір конструкції й обґрунтування параметрів зчеплення .....                            | 27 |
| 2.2 Розрахунок діафрагмової пружини .....   | 29 |
| 2.3 Розрахунок ведучих та ведених деталей.....  | 32 |
| 2.4 Розрахунок показників зносостійкості зчеплення .....                                    | 36 |
| 2.5 Визначення параметрів приводу.....  | 39 |
| 3. Розробка технологічного процесу виготовлення маточини .....                              | 43 |
| 3.1 Призначення деталі .....  | 43 |
| 3.2 Розробка технологічного процесу .....   | 43 |
| 3.3 Розрахунок величини припуску на одну поверхню деталі .....                              | 44 |
| 3.4 Розрахунок режимів різання .....  | 47 |
| 3.5 Розрахунок норми часу .....   | 48 |
| 4. Вибір літніх шин і тиску в них повітря.....  | 49 |
| 5. Аналіз БЖД при проектуванні легкового автомобіля.....                                    | 57 |
| 5.1 Охорона праці.....  | 57 |
| 5.2 Пожежна безпека автомобіля.....   | 57 |
| 5.3 Екологічна безпека.....   | 58 |
| 5.4 Визначення повітрообміну .....  | 58 |

|  |    |
|--|----|
| 6. Розрахунок вартості розробки зчеплення .....                  | 61 |
| Висновки .....   | 65 |
| Перелік посилань.....  | 66 |
| Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу автомобіля ..... | 67 |
| Додаток Б Кінематична схема трансмісії автомобіля .....          | 74 |
| Додаток В Характеристика діафрагмової пружини.....               | 75 |
| Додаток Г Розрахунок режимів різання та норми часу.....          | 76 |
| Додаток Д Специфікація.....                                      | 85 |
| Додаток Е Презентаційний матеріал.....                           | 87 |

## ВСТУП

Зчеплення є важливою частиною автомобільного механізму, що з'єднує двигун з трансмісією і забезпечує можливість тимчасового роз'єднання цих вузлів під час перемикання передач, гальмування або зупинки, а також дозволяє плавний старт з місця. У сучасних легкових автомобілях зазвичай використовується однодискове зчеплення з центральною діафрагмовою пружиною конічної форми. Радіально розташовані пелюстки цієї пружини виконують роль як пружних елементів, так і витискних важелів.

Для транспортного засобу категорії  $M_1$  було розроблено однодискове зчеплення з гідравлічним безззорним приводом. Актуальним науково-технічним завданням є зниження експлуатаційних витрат за рахунок підвищення ресурсу автомобільних систем. Однодискове фрикційне зчеплення змінює свій стан у процесі експлуатації через зношення фрикційних накладок ведених дисків. Ці зміни впливають на характеристики робочих процесів. За відсутності систем автоматичного управління, які можуть виявляти, компенсувати або усувати такі зміни, ефективність алгоритмів управління поступово знижується. Це призводить до пришвидшеного зношення елементів зчеплення, збільшення витрат на технічне обслуговування та ремонт, а також часу простою транспортного засобу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М.М. Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях / М.М. Альокса, Алексеєнко В.М., Гредескул А.Б. Учеб. посіб. - К.: УМК ВО, 1990. - 100 с.

2. 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.

3. Marklund, P. and Larsson, R., “Wet clutch friction characteristics obtained from simplified pin on disc test”, Tribology International, 2008, 41(9-10), pp.824–830.

4. Bezzazi, M., Khamlichi, A., Jabbouri, A., Reis, P. and Davim, J.P., “Experimental characterization of frictional behaviour of clutch facings using Pin-on-disk machine”, Materials & design, 2007, 28(7), pp. 2148-2153.

5 Mostofi, A., "The Incorporation of Damping in Lumped-parameter Modelling Techniques", Proc. IMechE, Part K: J. Multi-body Dynamics, 1999, 213, pp.11–17.

6. Crowther, A.R. and Zhang, N., 2005 “Torsional finite elements and nonlinear numerical modelling in vehicle powertrain dynamics”, Journal of Sound and Vibration, 284(3), pp.825-849.

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. 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

10. Богомолів В. О., Леонтьєв Д. М. (2025). Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2