

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВО-ШВИДКІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПОРТИВНОГО
АВТОМОБІЛЯ З ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ**

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

Керівник д-р. техн. наук, проф.

Консультант, канд. техн. наук, доц.

Студент гр. АА-61



В. І. Клименко



М. П. Холодов



С. М. Шуклінов



О. І. Богатов



Р. П. Риков

Харків – 2024

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

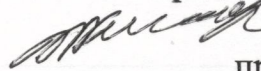
Освітній рівень магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма Автомобілебудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів
ім. А.Б. Гредескула



проф. Клименко В.І.

10 10 2024

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Рикову Роману Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження тягово-швидкісних властивостей спортивного автомобіля з електродвигуном.

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

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

затверджені рішенням Вченої ради автомобільного факультету
від 10 жовтня 2024 року № 136

2. Строк подання студентом роботи 16.12.2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Повна маса $m_a = 732$ кг;

- на передню вісь $m_1 = 231$ кг;

- на задню вісь $m_2 = 501$ кг;

База автомобіля $L = 2,545$ м.

Коефіцієнт опору повітря $k_v = 0,429$ Н·с²/м⁴

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Огляд та аналіз робіт щодо змагань автомобілів з електродвигунами. 2 Основи теоретичних положень динаміки розгону автомобіля.

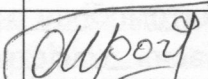
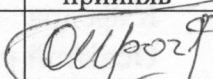
2.1 Рівняння руху автомобіля при розгоні. 2.2 Швидкісні характеристики електродвигунів. 2.3 Передавальне число трансмісії автомобіля з електродвигуном.

3 Теоретичні дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном. 3.1 Імітаційна модель розгону автомобіля з електродвигуном. 3.2

Аналіз результатів дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном. 4. Вимоги до безпеки автомобіля з електродвигуном. 5 Оцінка ефективності заміни ДВЗ на електродвигун. Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників): Предмет та задачі дослідження (А1); Змагання за швидкість ЛШІА – ХАДІ (А1); Змагання автомобілів з електродвигунами (А1); Рівняння руху автомобіля (А1); Швидкісні характеристики електродвигунів. (А1); Передавальне число трансмісії автомобіля з електродвигуном (А1); Імітаційна модель розгону автомобіля з електродвигуном (А1); Аналіз результатів дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном (2 аркуша А1); Безпека електромобіля (А1)

6. Консультанти розділів проекту


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Вимоги до безпеки автомобіля з електродвигуном	Богатов О.І. к.т.н., доц		

7. Дата видачі завдання 4 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	1.1 Огляд та аналіз робіт щодо змагань автомобілів з електродвигунами. 1.2 Змагання за швидкість ЛША – ХАДІ 1.3 Змагання автомобілів з електродвигунами 1.4 Мета дослідження та постановка наукових завдань	19.09.24	
2	2 Основи теоретичних положень динаміки розгону автомобіля. 2.1 Рівняння руху автомобіля при розгоні. 2.2 Швидкісні характеристики електродвигунів. 2.3 Передавальне число трансмісії автомобіля з електродвигуном.	29.09.24	
3	3 Теоретичні дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном. 3.1 Імітаційна модель розгону автомобіля з електродвигуном. 3.2 Аналіз результатів дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном.	6.11.24	
4	Вимоги до безпеки автомобіля з електродвигуном.	25.11.24	
5	Оцінка ефективності заміни ДВЗ на електродвигун	28.11.24	
6	Оформлення пояснювальної записки.	04.12.24	
7	Підготовка презентації до захисту.	06.12.24	
8			

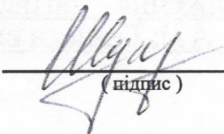
Здобувач


(підпис)

Риков Р.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Шуклінов С.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 87 с., рис. 52, 15 джерел.

СПОРТИВНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ЕЛЕКТРОМОБІЛЬ, РЕКОРД ШВИДКОСТІ, ТЯГОВО-ШВИДКІСНІ ВЛАСТИВОСТІ, ДИНАМІКА РОЗГОНУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ, ТРАНСМІСІЯ СПОРТИВНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.

Об'єкт дослідження – спортивний електромобіль.

Мета роботи – дослідження тягово-швидкісних властивостей спортивного автомобіля з електродвигуном

Методи дослідження – емпіричні та теоретичні, імітаційні.

Актуальність вибраної теми обумовлена зростаючою кількістю спортивних класів основою яких є використання у якості двигуна електричного мотора. Введення екологічних норм привела до збільшення популярності транспортних засобів з електромотором. В автомобільному спорті склалась схожа ситуація, і в деяких автоспортивних змаганнях можна побачити електромобілі. Дослідження показують що електромобілі більш ефективно використовують енергію та мають більший КПД. Таким чином потрібно дослідити тягово-швидкісні властивості спортивного автомобіля з електродвигуном, щоб виявити особливості та отримати характеристики які дадуть змогу спроектувати конкурентно спроможний спортивний автомобіль. Враховуючи особливості конструкції спортивних електромобілів важливим фактором являється маса спортивного автомобіля, яка впливає на динаміку руху.

Розглянуто види змагань де приймають участь спортивні автомобілі з електродвигунами. Проаналізовано недоліки та переваги спортивних автомобілів з трансмісією у якій використовується електродвигун. Досліджено тягово-швидкісні властивості спортивного автомобіля з електродвигуном. Проаналізовано безпеку електромобіля.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Огляд та аналіз робіт щодо змагань автомобілів з електродвигунами.....	6
1.1 Змагання за швидкість ЛША ХАДІ.....	11
1.2 Змагання автомобілів з електродвигунами.....	18
1.3 Мета дослідження та постановка наукових завдань.....	22
2. Основи теоретичних положень динаміки розгону автомобіля	23
2.1 Рівняння руху автомобіля при розгоні.....	26
2.2 Швидкісні характеристики електродвигунів	29
2.3 Передавальне число трансмісії автомобіля з електродвигуном.....	35
3. Теоретичні дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном	39
3.1 Імітаційна модель розгону автомобіля з електродвигуном	43
3.2 Аналіз результатів дослідження тягово-швидкісних властивостей автомобіля з електродвигуном	45
4. Вимоги до безпеки автомобіля з електродвигуном.....	48
4.1 Оцінка ефективності заміни ДВЗ на електродвигун	75
Висновки	86
Перелік посилань.....	87

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 1894-1944-history-worlds-fastest-production-car.
<https://blog.avant2go.com/nova-mobilnost/5-elektricnih-vozil-in-hitrostnih-rekordov-%E2%9A%A1/attachment/1894-1944-history-worlds-fastest-production-car-7/>. (дата звернення 01.10.24);
2. Jenatzy 1899 Electric car in the shape of a torpedo/
https://www.researchgate.net/figure/Jenatzy-1899-Electric-car-in-the-shape-of-a-torpedo-Dimitriadis-2013_fig10_343968698 (дата звернення 01.10.24);
3. Scuola di Formula E, nuovi video su freni e temperature.
<https://www.dmove.it/news/scuola-di-formula-e-nuovi-video-su-freni-e-temperature> (дата звернення 01.10.24);
4. Автомобілі. <https://af.khadi.kharkov.ua/chairs/avtomobiliv-im-ab-gredeskula/laboratorija-shvidkisnikh-avtomobiliv/avtomobili/> (дата звернення 12.10.24);
5. The top changes in the Formula E.
<https://www.youtube.com/watch?v=Cl6W0YJ5qc> (дата звернення 14.10.24);
6. 3,000 hp Venturi returning to Bonneville in search of elusive EV speed record. <https://newatlas.com/venturi-vbb3-record-attempt/43835/> (дата звернення 15.10.24);
7. Electrical Race Car Breaks Acceleration World Record.
<https://mcuoneclipse.com/tag/amz/> (дата звернення 16.10.24);
8. Leaf-3zero-e-limited-edition-2019. <https://www.mad4wheels.com/nissan/leaf-3zero-e-limited-edition-2019/car-wallpaper-532116> (дата звернення 16.11.24);
9. Стандарт № 305 Транспортні засоби з електричним урухомленням: розлив електроліту та захист від ураження електричним струмом (49 CFR § 571.305)
https://insat.org.ua/files/nav/law/4/49cfr_571-305_std-305.pdf (дата звернення 20.11.24);
10. Tesla Model S Catches Fire at Tesla Service Center in Marietta.
<https://www.autoevolution.com/news/tesla-model-s-catches-fire-at-tesla-service-center-in-marietta-georgia-170574.html> (дата звернення 21.11.24);

11. TeslaCharge Link: SAE J1772 Charging Adapter <https://chargemaster.co.nz/products/tesla-sae-j1772-charging-adapter> (дата звернення 23.11.24);
12. 3Phase 32A 22KW Fast Type2 to GB/T GB Adapter EVSE Charger Connector Adaptor IEC 62196 Charging Station Compatible with Vw Id.4 BYD JAC BJEV (Color : 1Phase 32A) <https://www.amazon.ca/Adapter-Charger-Connector-Charging-Compatible/dp/B0C7PD3VGL> (дата звернення 24.11.24);
13. Alternating current (AC) stations <https://www.octa.energy/en/what-are-the-different-types-of-electric-vehicle-connectors-and-charging-stations/> (дата звернення 24.11.24);
14. Products tagged “127.5KW”. <https://www.renhotecev.com/product-tag/127-5kw> (дата звернення 25.11.24);
15. Electric Vehicles Initiative <https://www.iea.org/programmes/electric-vehicles-initiative> (дата звернення 28.11.24);