

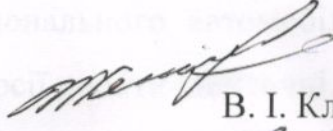
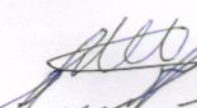
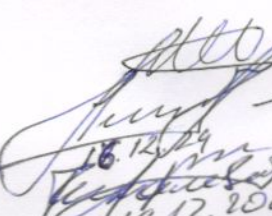

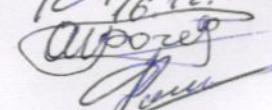
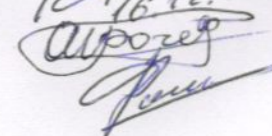
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А. Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ
КАТЕГОРІЇ N_2 З НАПІВПРИЧЕПОМ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.		В. І. Клименко
Нормоконтролер, доцент, к.т.н.		М. П. Холодов
Керівник д-р. техн. наук, проф.		Д. М. Леонтьєв
Консультант д-р. техн. наук, проф.	 16.12.2024	М. Г. Михалевич
Консультант канд. техн. наук, доцент	 16.12.2024	О. І. Богатов
Студент гр. АА-61-23	 16.12.2024	О. С. Фокін

Харків – 2024

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

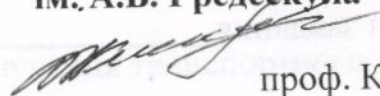
Освітній рівень магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів
ім. А.Б. Гредескула



проф. Клименко В.І.

2024

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФАКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Олександр Сергійович Фокін

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження ефективності гальмування транспортного засобу категорії N₂ з напівприцепом.

керівник роботи Леонт'єв Дмитро Миколайович, д-р техн. наук, професор.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від " 10 " 10 2024 року № 136



2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Транспортний засіб категорії N₂ з напівприцепом.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Вибір основних параметрів транспортного засобу категорії N₂
2. Визначення навантажувальних режимів трансмісії та ходової частини; 3 Аналіз будови електропневматичного гальмового керування та методів його розрахунку;
4 Аналіз безпеки життя і діяльності людини. 5. Оцінка споживчих властивостей. Перелік посилань. Додатки.

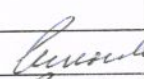
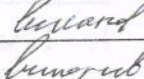
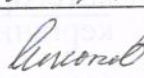
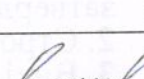
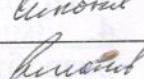
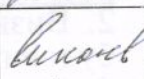
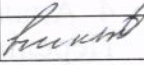
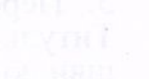
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників):
Титульний аркуш (Слайд 1) Предмет та задачі дослідження (Слайд 2); Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу категорії N₂ (Слайд 3); Навантажувальні режими ходової частини транспортного засобу категорії N₂ (Слайд 4); Аналіз електропневматичного приводу гальм транспортного засобу категорії N₂ (Слайд 5); Аналіз схем електропневматичного приводу гальм транспортного засобу (Слайд 6); Аналіз схеми електропневматичного приводу гальм причепа та розрахункової схеми сил транспортного засобу категорії N₂ з напівприцепом (Слайд 7); Аналіз результатів моделювання ефективності гальмування транспортного засобу категорії N₂ з напівприцепом (Слайд 8).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Оцінка конкурентноспроможності розробки	Михалевич М. Г., проф.		

7. Дата видачі завдання 1 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Предмет та задачі дослідження.	06.09.24	
2	Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля	19.09.24	
3	Визначення навантажувальних режимів трансмісії	20.09.24	
4	Аналіз електропневматичних приводів гальм автомобіля тягача та напівпричепа	11.10.24	
5	Теоретичні дослідження ефективності гальмування транспортного засобу категорії N2 з напівприцепом	21.11.24	
6	Оцінка споживчих властивостей виробу	25.11.24	
9	Написання розділу безпеки життя та діяльності людини. Оформлення пояснювальної записки.	28.11.24	
10	Підготовка презентації до захисту.	05.12.24	

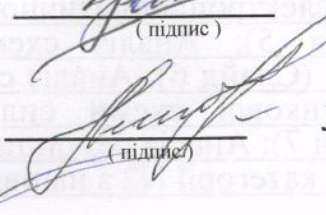
Студент


(підпис)

Фокін О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Леонт'єв Д.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 90 с., 34 рис., 2 табл., 2 додатку, 13 джерел.

ПРОЦЕС ГАЛЬМУВАННЯ, ПНЕВМАТИЧНИЙ МОДУЛЯТОР ТИСКУ, ДИСКОВИЙ ГАЛЬМОВИЙ МЕХАНІЗМ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ N_2 , НАПІВПРИЧЕП

Об'єкт дослідження - процес гальмування транспортного засобу категорії N_2 з напівпричепом.

Мета роботи – дослідження ефективності гальмування транспортного засобу категорії N_2 з напівпричепом .

Предмет дослідження – робоча гальмова система транспортного засобу категорії N_2 з напівпричепом.

Методи дослідження: аналіз гальмової системи і динаміки гальмування транспортного засобу; дослідження автоматизованої системи регулювання гальмового зусилля та її елементної бази, дискових гальмових механізмів із пневматичним приводом; математичне та імітаційне моделювання процесу гальмування автомобіля.

У роботі проведений комплексний аналіз гальмової системи транспортного засобу категорії N_2 , який експлуатується у складі з причепом, аналіз систем регулювання гальмового зусилля з детальним розглядом їх елементної бази, зокрема розглянуто алгоритми функціонування і принципи регулювання по контролюючому та регулюючому параметрах. Проведений аналіз динаміки гальмування колеса та дискових гальмових механізмів з пневматичним приводом. Виконано моделювання процесу гальмування транспортного засобу категорії N_2 з напівпричепом.

Створена в роботі модель може бути використана в навчальному процесі.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Вибір основних параметрів транспортного засобу категорії N_2	7
1.1 Аналіз автомобілів-аналогів, розрахунок маси автомобіля.....	7
1.2 Розрахунок повної маси транспортного засобу категорії N_2	9
1.3 Вибір потужності і визначення максимального крутного моменту двигуна .	9
1.4 Вибір передавальних чисел трансмісії.....	14
1.5 Тяговий розрахунок	15
1.6 Опис кінематичної схеми трансмісії транспортного засобу категорії N_2	17
2 Визначення навантажувальних режимів трансмісії та ходової частини.....	20
2.1 Визначення навантажувальних режимів трансмісії транспортного засобу категорії N_2 при розрахунку на міцність	20
2.2 Визначення навантажувальних режимів трансмісії при розрахунку на довговічність	22
2.3 Визначення режимів навантажень ходової частини при розрахунку міцність	23
2.4 Визначення навантажувальних режимів ходової частини при розрахунку на довговічність	28
3 Аналіз будови електропневматичного гальмового керування та методів його розрахунку.....	30
3.1 Аналіз схем електропневматичного гальмівного приводу вантажного автомобіля категорії N_2	30
3.2 Аналіз методів розрахунків електропневматичних гальмових приводів.....	40
3.3 Розробка математичної моделі ЕПТП автомобіля категорії N_2	42

3.4 Моделювання динаміки руху транспортного засобу категорії N_2 з напівпричепом.....	47
4 Аналіз безпеки життя і діяльності людини	55
4.1 Техніка безпеки	55
4.2 Промислова санітарія.....	57
4.3 Пожежна безпека.....	58
4.4 Безпека з екології	59
4.5 Шумовий вплив	60
4.6 Шумовий розрахунок пневматичного апарату	61
5 Оцінка споживчих властивостей	65
5.1 Визначення важливості критеріїв.....	65
5.2 Оцінка автомобіля за потужністю двигуна	66
5.3 Оцінка автомобілів за повною масою	68
5.4 Оцінка автомобілів за їх максимальною швидкістю	68
5.5 Оцінка автомобілів за коефіцієнтом опору	69
5.6 Оцінка автомобіля за часом прискорення	70
5.7 Оцінка ресурсу автомобілей	71
5.8 Оцінка узагальнених пріоритетів	71
Перлік посилань	73
Додаток А. Тягово-швидкісні властивості вантажного автомобіля	75
Додаток Б. Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи магістра.....	80

ПЕРЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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 (No. 2018-01-1295). *SAE Technical Paper*.
2. Leontiev, D., Klimenko, V., Mykhalevych, M., Don, Y., Frolov, A. (2020). Simulation of Working Process of the Electronic Brake System of the Heavy Vehicle. In: Palagin, A., Anisimov, A., Morozov, A., Shkarlet, S. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems. MODS 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1019. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_6
3. Леонт'єв Д.М. (2021) Теоретичні основи гальмування багатовісних транспортних засобів з електропневматичною гальмовою системою. Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Дисертація)
4. Богомолів, В. О., Клименко, В. І., Леонт'єв, Д. М., Савченко, Є. Л., & Гармаш, А. А. (2020). Щодо питання використання витратних функцій під час моделювання пневматичних ДЄ-ланок з високою та низькою швидкістю. *Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація*: 72.
5. Дон Є.Ю. (2020) Удосконалення динамічних властивостей електропневматичного гальмового керування колісного транспортного засобу. Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Дисертація)
6. Mikhalevich, M., Yarita, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. V., Bogomolov, V., Klimenko, V., & Saravas, V. (2019). Selection of rational parameters of automated system of robotic transmission clutch control on the basis of simulation modelling (No. 2019-01-0029). *SAE Technical Paper*.

7. Михалевич М.Г. Визначення конкурентоспроможності розробки. – Х.: ХНАДУ, 2020. – 10 с.
8. Leontiev, D., Savchenko, Y., Harmash, A., Suhomlyn, O., & Sinelnik, D. (2022). On the issue of using expenditure functions in simulation of pneumatic links of the "throttle - capacity" type. *Automobile Transport*, (51), 43–57. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2022.51.0.05>
9. Закон України “Про охорону праці”. – К.: 1993–40 с.;
10. Михалевич, М. Г. (2021). Теоретичні основи систем керування зчепленням транспортних засобів категорій N_3 та M_3 з механічною трансмісією. Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Дисертація)
11. <http://www.knorr-bremsecvs.com/ru/index.jsp>.
12. <http://www.wabco-auto.com>.
13. http://www.autodata.ru/st/07_ebd/ebd.htm