

УДК 629.351

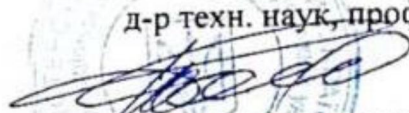
№ держреєстрації 0122U200935

Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25;
тел. (057) 700-38-52

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Ректор ХНАДУ
д-р техн. наук, проф.


Віктор БОГОМОЛОВ

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ТЕХНІЧНУ РОБОТУ
за договором № ДЗ / 141 - 2022 від 25 жовтня 2022 р.

РОЗРОБЛЕННЯ ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО
КОЛІСНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ
ПОДВІЙНОГО ВИКОРИСТАННЯ
(остаточний)

Науковий керівник НТР,
д-р техн. наук, проф.

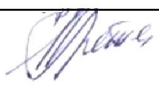


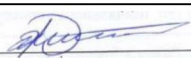
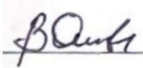
Михайло ПОДРИГАЛО

2023

Рукопис закінчено 12.12.2023

Результати роботи розглянуто Науково-технічною радою ХНАДУ
від 14 грудня 2023 р. № 7

Відповідальний виконавець: д-р техн. наук, професор		О.П. Смирнов (Координація робіт, складання звітів)
Виконавці:		
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		Є.Є. Александров (підрозділ 1.4, 2.2, 3.3)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		О.В. Бажинов (підрозділи 1.2, 2.3, 3.3)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		О.Я. Ніконов (підрозділ 1.4, 2.2)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		Д.М. Клец (підрозділ 1.4, 2.2, 3.2)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		Є.О. Дубінін (підрозділ 1.5, 2.4, 3.4)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		Ю.В. Тарасов (підрозділ 1.5, 2.3, 3.1)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		О.С. Полянський (підрозділ 1.3, 2.3, 3.4)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		О.В. Черніков (підрозділ 1.4, 2.4, 3.3)
Старш. наук. співроб. д-р техн. наук, професор		І.С. Наглюк (підрозділ 1.3, 2.3.5)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		Г.С. Серіков (підрозділ 1.2, 1.3, 2.3, 3.3)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		А.О. Борисенко (підрозділ 1.2, 2.3, 3.3)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		І.В. Рибалко (підрозділ 1.1, 2.3, 3.4)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		В.С. Шеїн (підрозділи 1.1, 2.3, 3.4)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		В.М. Третьак (підрозділ 1.1, 2.42 3.4)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		О.А. Коряк (розділ 3.2)

Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		С.В. Пронін (підрозділ 1.4, 2.5, 3.3)
Старш. наук. співроб. канд. техн. наук, доцент		В.І. Фастовец (підрозділ 1.4, 2.2)
Мол. наук. співроб.		В.П. Табулович (підрозділ 1.4, 2.2, 3.2)
Мол. наук. співроб.		В.М. Біша (підрозділ 1.5, 2.1, 3.3, 3.4)
Виконавці без оплати		
Канд. техн. наук, доцент		М.П. Холодов (розділ 1.5, 3.1)
		А.І. Нікорчук (підрозділ 2,1)
		В.І. Омельченко (підрозділ 1.5, 2.1)
Аспірант		О.С. Ткаченко (підрозділ 3.1)
Аспірант		В.П. Гармаш (підрозділ 1.5, 2.3)
Аспірант		Я.Ю. Моргун (підрозділ 2.5)
Аспірант		М. Терновий (підрозділ 2.5)

РЕФЕРАТ

Звіт про НТР: 293 с., 73 рис., 28 табл., 71 джерело, 19 додатків

ВИПРОБУВАННЯ, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ,
ЕЛЕКТРОПРИВОД КОЛІС, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА,
КОЛІСНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ,
МАСШТАБНА МОДЕЛЬ, ПОДВІЙНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Об'єкт дослідження – процеси створення та випробування енергоефективного колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання з врахуванням потенціалу вітчизняного машинобудування та критичного імпорту агрегатів і вузлів.

Мета дослідження – розроблення дослідного зразка енергоефективного колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання на основі інтелектуальних технологій.

Методи дослідження – теорія проектування та імітаційне моделювання систем, методи визначення аеродинамічного опору, інтелектуальні методи інформаційно-керуючих систем, математична модель штучної нейронної мережі, методи теорії подібності при масштабному моделюванні, метод парціальних прискорень при проведенні випробувань дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного, математичне моделювання, методи обробки та аналізу отриманих результатів.

В роботі удосконалено метод визначення аеродинамічного опору руху транспортного засобу. Розроблено методику проектування моторно-трансмісійних установок з можливістю зниження потужності двигуна внутрішнього згоряння за рахунок використання метода раціонального вибору потужності двигунів внутрішнього згоряння, розроблено методики визначення аеродинамічного опору руху автомобілів та тягового розрахунку за критеріями енергоефективності та екологічності.

Розроблена методика проектування колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс. Для приводу

застосовуються мотор-колеса з окремою системою керування. З метою перевірки розроблених рішень виготовлено дослідний зразок малогабаритного транспортного засобу з мотор-колесами та проведені його випробування за розробленою програмою та методикою випробувань. Для оптимального дистанційного управління такої транспортної машини спеціально розроблена інтелектуальна інформаційно-керуюча системи, створені функціональні та структурні схеми і алгоритми її функціонування. Особливістю комплексної інтелектуальної інформаційно-керуючої системи малогабаритного транспортного засобу є можливість керувати додатковими системами колісних малогабаритних транспортних засобів, а також здійснювати дистанційне керування транспортними засобами.

Виготовлена на основі розробленої теорії руху колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями натурна масштабна модель колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційним рушієм, проведені його випробування за розробленою програмою та методикою випробувань.

Результати НТР мають подвійне призначення, спрямовані на підвищенні боєздатності Збройних Сил та Національної Гвардії України з одночасним зниженням втрат фінансових, матеріально-технічних та інших а також можуть використовуватися у цивільному народному господарстві – на виробничому транспорті машинобудівних підприємств, в портах та терміналах для технологічної обробки вантажів в умовах обмеженого простору, при будівництві доріг і мостів, в Міністерстві надзвичайних ситуацій на пожежних автомобілях.

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Розроблення методів раціонального вибору потужності двигунів внутрішнього згорання за показниками економічності та динамічності транспортного засобу.....	16
1.1 Удосконалення методу визначення аеродинамічного опору руху транспортного засобу.....	16
1.2 Проведення випробувань та експериментальних досліджень аеродинамічних характеристик транспортних засобів	19
1.3 Розробка удосконаленої методики вибору потужності двигуна та тягового розрахунку за критеріями енергоефективності.....	30
1.4 Розроблення інтелектуальної інформаційно-керуючої системи двигуна внутрішнього згорання	51
1.5 Розроблення кінематичних схем малогабаритних транспортних засобів	78
Висновки за розділом 1.....	83
2 Розроблення колісних малогабаритних транспортних засобів з електроприводом ведучих коліс	86
2.1 Розроблення раціональної компоувальної схеми колісних малогабаритних транспортних засобів з електроприводом ведучих коліс	86
2.2 Розроблення інтелектуальної інформаційно-керуючої системи колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	95
2.3 Виготовлення дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	106
2.4 Програма проведення випробувань дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	128
Висновки за розділом 2	138

3 Розроблення колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями	141
3.1 Розроблення теорії руху колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями	141
3.2 Розроблення конструкції колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями	171
3.3 Розроблення інтелектуальної інформаційно-керуючої системи колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями	172
3.4 Виготовлення натурної масштабної моделі колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційним рушієм. Розроблення програми проведення випробувань натурної масштабної моделі колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційним рушієм	182
Висновки за розділом 3.....	191
Висновки	194
Перелік джерел посилання	197
Додатки	209
Додаток А Проектування масштабної моделі транспортного малогабаритного засобу.....	210
Додаток Б Програмний код реалізації нейро-фаззі регулятора інтелектуальної інформаційно-керуючої системи двигуна внутрішнього згорання	217
Додаток В Модель масштабна. Креслення загального виду	226
Додаток Д Дрон. Складальний кресленик.....	227
Додаток Е Акт приймання зразка масштабної моделі енергоефективного колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання та системи вимірювання параметрів руху	228
Додаток Ж Акт приймання дослідного зразка системи керування рухом натурального зразка енергоефективного колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання	232
Додаток И Відомість комплектуючих елементів. Схема структурна колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання	234
Додаток К. Програмний код реалізації інтелектуальної інформаційно-	

керуючої системи колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс (система керування, машинне навчання, блок сенсорів)	235
Додаток Л. Кресленик дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	243
Додаток М. Кресленик приводу у зборі, лівий, змінного кліренсу	247
Додаток Н. Акт про виготовлення дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	251
Додаток П. Протокол випробувань дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	254
Додаток Р. Акт випробувань дослідного зразка колісного малогабаритного транспортного засобу з електроприводом ведучих коліс	262
Додаток С. Програмне забезпечення інтелектуальної інформаційно-керуючої системи колісних малогабаритних транспортних засобів з інерційними рушіями	265
Додаток Т. Акт про виготовлення масштабної моделі колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційними рушіями	272
Додаток У. Протокол випробувань масштабної моделі колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційними рушіями	274
Додаток Ф. Акт випробувань масштабної моделі колісного малогабаритного транспортного засобу з інерційними рушіями	280
Додаток Ю. Бібліографічний перелік публікацій та патентних досліджень	282
Додаток Я. Листи впровадження у виробництво та підтримки дослідження, Диплом переможця конкурсу «Кращий винахід року» у номінації «Бронетанкова техніка та озброєння».....	290