

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002550

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-07-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Багач Руслан Володимирович

2. Bahach Ruslan V.

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 274

Назва наукової спеціальності: Автомобільний транспорт

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Автомобільний транспорт

Дата захисту: 23-07-2024

Спеціальність за освітою: магістр-дослідник

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 6079

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Код за ЄДРПОУ: 02071168

Місцезнаходження: вул. Ярослава Мудрого, буд. 25, Харків, Харківський р-н., 61025, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Код за ЄДРПОУ: 02071168

Місцезнаходження: вул. Ярослава Мудрого, буд. 25, Харків, Харківський р-н., 61025, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 73.31

Тема дисертації:

1. Підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту з використанням зарядних станцій постійного струму
2. Increasing the efficiency of operation of automobile electric transport with the use of direct current charging stations

Реферат:

1. Дисертація присвячена підвищенню енергетичних показників зарядних станцій електромобілів з батареями літій-іонного типу. Розглянуто вимоги міжнародних стандартів щодо класифікації зарядних станцій за потужністю. Виділено і класифіковано чотири типи зарядних станцій, з яких перший тип – описує процес заряду електромобіля безпосередньо від однофазної мережі живлення; другий тип відрізняється від першого наявністю електричного захисту; третій тип – заряд електромобіля трифазною напругою змінного струму; четвертий тип – заряд постійним струмом та великою потужністю, що дозволяє швидше проводити процес заряду. Проаналізовано вимоги вітчизняних та міжнародних стандартів щодо електромагнітної сумісності, а саме норми емісії вищих гармонік струмів, спожитих зарядними станціями. Проведено огляд

технічних характеристик акумуляторних батарей, особливості алгоритму їх заряджання, що висувають вимогу автоматичного регулювання вихідної напруги та вихідного струму зарядної станції. Представлено класифікацію електромобілів і проведено огляд технічних характеристик акумуляторних батарей та їх систем заряду. Найбільш перспективними є літій-іонні акумулятори. Вони мають такі переваги: високий ККД в процесі заряду-розряду та високу щільність електричної енергії (кВт-год/кг). Проведено аналіз схем напівпровідникових перетворювачів зарядних станцій, який показав, що питання покращення енергоефективності зарядних станцій електромобілів є актуальним. Як перетворювач зарядної станції запропонована схема трифазного активного чотириквadrантного випрямляча. Перевагами даного перетворювача є можливість заряду батареї в режимі CC-CV (постійний струм-постійна напруга), можливість роботи з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці ($PF \geq 0.99$), низький рівень емісії вищих гармонік ($THDI \leq 5\%$), можливість двонаправленої передачі електроенергії та можливість компенсації реактивної потужності та вищих гармонік в електричній мережі. В дисертації проведено дослідження електромагнітних процесів в зарядному перетворювачі та літій-іонній батареї електромобіля, питання побудови системи автоматичного регулювання процесів заряду та розряду батареї, аналіз запасу стійкості синтезованої системи автоматичного регулювання, питання аналізу втрат потужності в перетворювачі та шляхів зниження власних втрат потужності. Розглянута дворівнева та трирівнева топологія зарядного перетворювача. Актуальність дисертаційної роботи визначається необхідністю вирішення науково-практичного завдання з удосконалення методів підвищення екологічності, енергоефективності, безпеки та зручності експлуатації зарядних станцій електромобілів з батареями літій-іонного типу. Електрифікація автомобільного транспорту в даний час є одним з основних трендів розвитку світової автомобільної галузі. Розробці електромобілів та зарядних станцій приділяється значна увага дослідниками та виробниками. Майже всі міжнародні автомобільні корпорації (BMW, Opel, Mercedes, Tesla, Nissan) інвестують суттєві кошти в розвиток електромобілебудування. У 2015 р. частка електромобілів в світовому автопарку складала лише 0,1 %, але за прогнозами до 2030 р. становитиме близько 10 %, а до 2040 р. – близько 50 %. Це пов'язано з тим, що практично у всьому світі електроенергія на сьогодні є найдешевшим енергоресурсом. Так, наприклад, електромобілі Tesla на 100 км в середньому споживають 17 кВт-год, в той час, як «бензинові» автомобілі в середньому споживають 7 літрів палива на 100 км. В Україні на 2024 р. електроенергія коштує 2,64 грн за 1 кВт-год, а паливо в середньому – 54,4 грн. за літр. Крім того, значною перевагою електромобілів є вища екологічність та економічність експлуатації. Одним з ключових елементів, що визначає перспективи розвитку електромобілів, є тенденція зниження вартості акумуляторних батарей. Саме від техніко-економічних параметрів акумуляторної батареї в найбільшій мірі залежить, з одного боку, потенційна дальність пересування електромобілів на одній зарядці, з іншого боку – різниця в ціні з традиційними автомобілями з ДВЗ. До недавнього часу значним недоліком електромобілів була висока вартість літій-іонних батарей. Проте існує тенденція зменшення вартості літій-іонних батарей [46]. Так за прогнозами на 2030 р. вартість 1 кВт-год в літій-іонному накопичувачі знизиться на 35% і буде коштувати 62 \$.

2. The dissertation is devoted to increasing the energy performance of charging stations for electric vehicles with lithium-ion type batteries. The requirements of international standards regarding the classification of charging stations by capacity are considered. Four types of charging stations are identified and classified, of which the first type describes the process of charging an electric car directly from a single-phase power supply network; the second type differs from the first by the presence of electrical protection; the third type – electric car charging with three-phase AC voltage; the fourth type is charging with constant current and high power, which allows for a faster charging process. The requirements of domestic and international standards regarding electromagnetic compatibility, namely the norms of emission of higher harmonics of currents consumed by charging stations, were analyzed. A review of the technical characteristics of storage batteries, the peculiarities of their charging algorithm, which require automatic regulation of the output voltage and output current of the charging station, is carried out. The classification of electric vehicles is presented and the technical characteristics of accumulator batteries and their charging systems are reviewed. Lithium-ion batteries are the most promising. They have the following advantages: high efficiency in the charge-discharge process and high density of electrical energy

(kWh/kg). An analysis of the circuits of semiconductor converters of charging stations was carried out, which showed that the issue of improving the energy efficiency of electric car charging stations is relevant. A scheme of a three-phase active four-quadrant rectifier is proposed as a charging station converter. The advantages of this converter are the ability to charge the battery in the CC-CV (constant current-constant voltage) mode, the ability to work with a power factor close to unity ($PF \geq 0.99$), a low level of higher harmonic emission (THDI $\leq 5\%$), the possibility of bidirectional power transmission and the possibility of compensation of reactive power and higher harmonics in the electrical network. In the dissertation, a study of electromagnetic processes in the charging converter and lithium-ion battery of an electric vehicle, the issue of building a system for automatic regulation of battery charge and discharge processes, an analysis of the stability margin of the synthesized automatic regulation system, the issue of analyzing power losses in the converter and ways to reduce own power losses were conducted. The two-level and three-level topology of the charging converter is considered. The relevance of the dissertation work is determined by the need to solve the scientific and practical task of improving methods of improving environmental friendliness, energy efficiency, safety and ease of operation of charging stations for electric vehicles with lithium-ion batteries. Electrification of road transport is currently one of the main trends in the development of the global automotive industry. The development of electric vehicles and charging stations is given considerable attention by researchers and manufacturers. Almost all international automobile corporations (BMW, Opel, Mercedes, Tesla, Nissan) invest substantial funds in the development of electric vehicles. In 2015, the share of electric cars in the world fleet was only 0.1%, but according to forecasts, it will be about 10% by 2030, and about 50% by 2040. This is due to the fact that electricity is currently the cheapest energy resource in almost the entire world. So, for example, Tesla electric cars consume an average of 17 kWh per 100 km, while "gasoline" cars consume an average of 7 liters of fuel per 100 km. In Ukraine, in 2024, electricity costs UAH 2.64 per 1 kWh, and fuel costs UAH 54.4 per liter on average. In addition, a significant advantage of electric cars is higher environmental friendliness and economic operation. One of the key elements that determines the prospects for the development of electric vehicles is the tendency to decrease the cost of rechargeable batteries. On the one hand, the potential range of electric cars on a single charge largely depends on the technical and economic parameters of the battery, and on the other hand, the difference in price with traditional cars with internal combustion engines. Until recently, a significant disadvantage of electric cars was the high cost of lithium-ion batteries. However, there is a tendency to decrease the cost of lithium-ion batteries. Thus, according to forecasts for 2030, the cost of 1 kWh in a lithium-ion battery will decrease by 35% and will cost \$62

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Panchenko, A., Smyrnov, O., Nechaus, A., Trunova, I., Borysenko, A., Sokhin, P., & Bagach, R. (2021). Establishing patterns in the compatible electromagnetic and electromechanical transition processes when the starter is powered by a supercapacitor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(5), 19–25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232423>
- Гнатов, А. В., Аргун, Ш. В., Багач, Р. В., Гнатова, Г. А., Тарасова, В. В., & Ручка, О. О. (2021). Аналіз найбільш поширених методів визначення стійкості енергетичних систем. *Автомобіль і електроніка. Сучасні*

технології: електронне наукове спеціалізоване видання, (20), 17–26.

<https://doi.org/10.30977/VEIT.2021.20.0.02>

- Нерубацький, В. П., Плахтій, О. А., Гордієнко, Д. А., Філіп'єва, М. В., & Багач, Р. В. (2023). Підвищення точності моделювання перехідних процесів і розрахунку втрат потужності напівпровідникових перетворювачів у програмному середовищі NI Multisim. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, (2), 22–35. <https://doi.org/10.18664/iksz.v28i2.283312>
- Багач, Р. (2023). Дослідження акумуляторних блоків електромобілів та зарядних станцій на основі активного трифазного випрямляча струму. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (24), 62–71. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2023.24.0.2>
- Багач, Р. (2024). Підвищення електромагнітної сумісності і енергоефективності зарядної станції електромобілів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (25), 53–62. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2024.25.0.6>
- Багач Р. (2024). Синтез математичної моделі зарядної станції для електромобілів. Стале виробництво та споживання у ланцюгах створення вартості : монографія. За заг. ред. А. В. Павличенка та Л. Л. Палехової. Дрезден, 2024.(с. 205-238)
- Hnatov, A., Arhun, S., Hnatova, H., Bagach, R., Patlins, A., & Zabasta, A. (2021). Implementation of the double degree master's program on the example of the Erasmus project CybPhys. Proceedings of the 2021 IEEE 62nd International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (pp. 277–282). Riga, Latvia: Riga Technical University; Piscataway: IEEE. ISBN 978-1- 6654-3805-6, e-ISBN 978-1-6654-3804-9. doi:10.1109/RTUCON53541.2021.9711716
- Plakhtii, O., Prokhorova, V., Bagach, R., Zhuchenko, O., Yermilova, N., & Perets, K. (2023). Research of Accumulator Blocks of Electric Vehicles and Charging Station Based on Current Source Rectifier. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (pp. 1-6). IEEE. doi:10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312968
- Багач, Р.В. (2020). Загальні питання стосовно опалення електромобіля. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології [Збірка матеріалів VII Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції] (23–24 листопада 2020 р., м. Харків) ХНАДУ, 2020. 36–38
- Hnatova, A., Bagach, R., & Sokhin, P. (2021). Economic and environmental impact of electric vehicles. Proceedings of the Fourth International Scientific and Practical Conference "Automotive Transport and Infrastructure" (pp. 215-217). Kyiv
- Bagach, R. V. (2021). Community safety issues of modern Electric Vehicles in Ukraine. KhNAHU. Студентство. Наука. Іноземна мова: Збірник наукових праць студентів, аспірантів та молодих науковців (Vol. 13, No. 2, pp. 125-128). Харків: ХНАДУ
- Багач, Р.В. (2021). Перспективи подальшого вдосконалення акумуляторних батарей для електромобілів. Міжнародна науково-практична конференція присвячена 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90- річчю автомобільного факультету "Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців" (pp. 346-349). Харків: ХНАДУ
- Багач, Р.В., & Гнатів, А.В. (2022). Енергозбереження у секторі міського електротранспорту. Тринадцята Міжнародна науково-практична конференція "Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування СЕУТТОО-2022" (с. 105–108). Херсон: ХДМА
- Багач, Р.В., Ульянець, О.А., Stella Hadjstassou, Irina Ciornei, & Lenos Hadjidemetriou. (2022). Сучасні технології мобільних зарядних станцій для електромобілів. Збірка матеріалів VIII Міжнародної науково-технічної Інтернетконференції (с. 56–59). ХНАДУ. https://dl2022.khadikh.com/pluginfile.php/416773/mod_resource/content/1/%D0%97%D0%B1
- Багач, Р.В. (2023). Використання зарядних станцій для електромобілів у Харківській області. Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: 14-а Міжнародна науково-практична конференція (с. 323–327). Херсон: Херсонська державна морська академія

- Багач, Р.В. (2023). Загальні проблеми енергетичного забезпечення робототехнічних пристроїв. XIX міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Новітні технології – для захисту повітряного простору”: тези доповідей, 12–13 квітня 2023 року (с. 527–528). Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба
- Багач, Р.В., & Кальченко, О.О. (2023). Перспективи та розвиток літєвих акумуляторів в Україні. Світові тенденції ресурсозбереження на електричному транспорті: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., Харків, 25–27 жовт. 2023 р. (с. 31–34). Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
- Багач, Р.В., Гнатів, А.В., & Аргун, Ш.В. (2024). Використання трифазних активних випрямлячів напруги з функцією рекуперації енергії. Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: 15-а Міжнародна науково-практична конференція, 13–15 березня 2024 р. (с. 128–132). Херсон: Херсонська державна морська академія
- Bahach, R. (2024). Study of the efficiency of a charging station for electric vehicles using an active rectifier in a micro-grid system. A. Pavlychenko & L. 11 Paliekhova (Eds.), Sustainable production and consumption in industry: Challenges and opportunities. Collection of scientific articles (с. 126–133). Dresden
- Hnatov, A., Arhun, Shch., Bagach, R., Nechaus, A., Tarasova, V., Ruchka, O., Don, A., & Patlins, A. (2021). Electrical power unit of the transformer oil centrifugal cleaning unit. Автомобільний транспорт, 48, 101-112. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2021.48.0.101>
- Mygal, V., Arhun, S., Hnatov, A., Bagach, R., & Kunicina, N. (2022, October). Methods for Diagnosing Vehicles by an Operator-Diagnostician. 2022 IEEE 63th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON) (pp. 1-6). IEEE DOI:10.1109/RTUCON56726.2022.9978906
- Латвинський, В.Д., & Багач, Р.В. (2024). Аналіз технологій безпілотного електромобільного транспорту. Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: 15-а Міжнародна науковопрактична конференція, 13–15 березня 2024 р. (с. 256–260). Херсон: Херсонська державна морська академія

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гнатів Андрій Вікторович

2. Andrii V. Hnatov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.22.20

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0932-8849

Додаткова інформація: <https://scholar.google.com/citations?user=dqv7ceMAAAAJ&hl=en>;
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55328595500>

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Код за ЄДРПОУ: 02071168

Місцезнаходження: вул. Ярослава Мудрого, буд. 25, Харків, Харківський р-н., 61025, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Далека Василь Хомич

2. Vasyl Daleka

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.22

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

Код за ЄДРПОУ: 02071151

Місцезнаходження: вул. Маршала Бажанова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дембіцький Валерій Миколайович

2. Valerii Dembitskyi

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.22.02

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Луцький національний технічний університет

Код за ЄДРПОУ: 05477296

Місцезнаходження: вул. Львівська, буд. 75, Луцьк, Луцький р-н., 43018, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сараєв Олексій Вікторович
2. Oleksii V. Saraiev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.22.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний автомобільно-дорожній університет**Код за ЄДРПОУ:** 02071168**Місцезнаходження:** вул. Ярослава Мудрого, буд. 25, Харків, Харківський р-н., 61025, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Холодов Михайло Павлович
2. Mykhailo P. Kholodov

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.22.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний автомобільно-дорожній університет**Код за ЄДРПОУ:** 02071168**Місцезнаходження:** вул. Ярослава Мудрого, буд. 25, Харків, Харківський р-н., 61025, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****VIII. Заключні відомості****Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Леонтьєв Дмитро Миколайович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Леонтьєв Дмитро Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Прилепо Анастасія Вікторівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна