

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002052

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-05-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/59/26 від 04.08.2026



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Новиков Антон Олександрович

2. Anton Novykov

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7597-3013

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 141

Назва наукової спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Дата захисту: 17-07-2026

Спеціальність за освітою: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 14094

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

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

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 45.31.31, 45.53.34, 45.53.35, 45.53.39

Тема дисертації:

1. Рекуперативний п'єзоперетворювач вібрацій технічних систем в електричну енергію
2. Recuperative piezoelectric converter of vibrations of technical systems into electrical energy

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розробленню рекуперативного п'єзоелектричного перетворювача вібрацій технічних систем в електричну енергію для підвищення енергоефективності транспортних і промислових систем. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю зменшення втрат енергії, що виникають у вигляді шкідливих механічних коливань, а також потребою створення автономних систем живлення для малопотужних електронних пристроїв транспортних засобів та роботизованих комплексів. Робота виконана за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Метою дисертаційної роботи є розроблення нелінійної моделі електротехнічної системи рекуперативного амортизатора з п'єзоелектричним генератором, визначення ефективних параметрів електромеханічного перетворення та оцінка енергетичної ефективності системи рекуперації механічної енергії вібрацій. Для досягнення поставленої мети виконано аналіз сучасних методів рекуперації енергії, досліджено

характеристики п'єзокерамічних матеріалів, побудовано математичні та статистичні моделі процесів перетворення енергії, а також розроблено структурні та імітаційні моделі рекуперативного амортизатора. У роботі проведено аналіз фізичних основ прямого та зворотного п'єзоелектричного ефекту, досліджено характеристики сучасних п'єзоматеріалів BaTiO₃, PZT та PbNbO₃, зокрема коефіцієнти електромеханічного зв'язку, модулі Юнга, діелектричну проникність та температури Кюрі. Встановлено, що найбільш перспективними для рекуперації енергії є транспортні системи та ударні пристрої, які працюють у діапазонах частот 1–15 Гц та 30–70 Гц відповідно. Проведено порівняльний аналіз різних систем рекуперації енергії, який підтвердив переваги п'єзоелектричних перетворювачів за показниками густини потужності. У другому розділі досліджено енергетичний потенціал різних технічних систем і розроблено статистичні моделі для врахування випадкового характеру коливальних процесів. Для моделювання використано метод Монте-Карло, що дозволило врахувати випадкові зміни амплітуди, частоти, прискорення та параметрів пневматичних акумуляторів. Встановлено, що для автомобільних підвісок характерний питомий енергетичний потенціал 0,02–0,1 Дж/кг, а для бурильних установок – 0,3–1,0 Дж/кг. Для моделювання процесів у гідропневматичних системах використано політропічне рівняння стискання газу, при цьому показник політропи змінювався в межах 1,3–1,6, а сила удару приймалася на рівні близько 2380 Н. У третьому розділі розроблено дискретно-континуальну модель системи «бойок–інструмент–оброблювальне середовище» з п'єзогенератором та проведено її дослідження в середовищі Ansys Explicit Dynamics. Встановлено, що тривалість співудару становить 0,1–0,5 мс, а частота коливань досягає 3000–6000 Гц. Коефіцієнт передачі енергії від бойка до інструмента знаходиться в межах 0,75–0,8, а до оброблювального середовища – 0,55–0,65. Для транспортної підвіски побудовано математичну модель з урахуванням електромеханічного зв'язку п'єзоелементів. Розрахунки виконано в середовищах Mathcad та Wolfram Mathematica методом Рунге–Кутта. Показано, що при енергії удару 360 Дж та масі гідромолота 65 кг середнє значення енергії коливального процесу становить близько 170 Дж, що при частоті 5 Гц відповідає механічній потужності близько 850 Вт. Досліджено рекуперативний амортизатор транспортного засобу з п'єзопакетом на прикладі наземного роботизованого комплексу. Встановлено, що середня корисна електрична потужність знаходиться в діапазоні десятків–сотень мВт, а пікова напруга на виході п'єзопакета до випрямлення сягає 0,9 В. Визначено, що збільшення коефіцієнта демпфування на 1 Н·с/м призводить до зменшення корисної потужності на 10–20 %. У четвертому розділі розглянуто принципи побудови рекуперативного амортизатора як мехатронної системи. Розроблено еквівалентну електричну схему п'єзопакета, досліджено особливості вибору випрямлячів та накопичувачів енергії, а також запропоновано алгоритм адаптивного узгодження навантаження з поточними режимами коливань. Для підвищення енергетичної ефективності запропоновано використання синхронного випрямлення на діодах Шотткі та мікроконтролерного керування. Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні параметрів, що визначають ефективність рекуперативного амортизатора, розробленні нелінійної моделі електромеханічного перетворення енергії та створенні методики оцінювання енергетичного потенціалу систем з урахуванням стохастичного характеру коливань. Практичне значення роботи полягає у розробленні методики розрахунку параметрів рекуперації енергії та створенні конструктивних рішень для впровадження рекуперативних амортизаторів у транспортних засобах і наземних роботизованих комплексах.

2. The dissertation is devoted to the development of a recuperative piezoelectric converter for transforming vibrations of technical systems into electrical energy in order to improve the energy efficiency of transport and industrial systems. The relevance of the research is determined by the need to reduce energy losses caused by harmful mechanical vibrations and by the growing demand for autonomous power supply systems for low-power electronic devices in vehicles and robotic platforms. The work was carried out within speciality 141 – Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. The aim of the dissertation is to develop a nonlinear model of an electrotechnical recuperative shock absorber system with a piezoelectric generator, determine the effective parameters of electromechanical conversion, and evaluate the energy efficiency of vibration energy recovery systems. To achieve this goal, modern methods of energy harvesting were analyzed, the characteristics of piezoceramic materials were investigated, mathematical and statistical models of energy conversion processes

were developed, and structural as well as simulation models of a recuperative shock absorber were created. The work analyzes the physical principles of the direct and reverse piezoelectric effects and investigates the properties of modern piezoceramic materials such as BaTiO₃, PZT, and PbNbO₃, including electromechanical coupling coefficients, Young's modulus, dielectric permeability, and Curie temperature. It was established that transport systems and impact devices operating within frequency ranges of 1–15 Hz and 30–70 Hz respectively are the most promising for energy recovery applications. A comparative analysis of different energy harvesting technologies confirmed the advantages of piezoelectric converters in terms of power density. The second chapter investigates the energy potential of various technical systems and develops statistical models to account for the stochastic nature of oscillatory processes. The Monte Carlo method was applied to model random variations in amplitude, frequency, acceleration, and pneumatic accumulator parameters. It was established that automotive suspensions are characterized by a specific energy potential of 0.02–0.1 J/kg, while drilling systems demonstrate values of 0.3–1.0 J/kg. Gas compression processes in hydropneumatic systems were described using a polytropic equation, where the polytropic index varied within 1.3–1.6 and the impact force was approximately 2380 N. In the third chapter, a discrete–continuous model of the “hammer–tool–processing environment” system with a piezoelectric generator was developed and investigated using Ansys Explicit Dynamics. It was determined that the impact duration ranges from 0.1 to 0.5 ms, while oscillation frequencies reach 3000–6000 Hz. The energy transfer coefficient from the striker to the tool is 0.75–0.8, and to the environment 0.55–0.65. For the vehicle suspension system, a mathematical model considering the electromechanical coupling of piezoelectric elements was developed. Calculations were performed in Mathcad and Wolfram Mathematica using the Runge–Kutta method. It was shown that with an impact energy of 360 J and a hydraulic hammer mass of 65 kg, the average oscillation energy is approximately 170 J, which at a frequency of 5 Hz corresponds to a mechanical power of about 850 W. A recuperative shock absorber equipped with a piezoelectric package was investigated using the example of a ground robotic complex vehicle. It was found that the average useful electrical power is in the range of tens to hundreds of milliwatts, while the peak output voltage before rectification reaches 0.9 V. It was also established that increasing the damping coefficient by 1 N·s/m reduces the useful power by 10–20%. The fourth chapter considers the principles of designing a recuperative shock absorber as a mechatronic system. An equivalent electrical circuit of the piezoelectric package was developed, the selection principles of rectifiers and energy storage elements were investigated, and an adaptive load matching algorithm was proposed. To improve energy efficiency, synchronous rectification based on Schottky diodes and microcontroller control were proposed. The scientific novelty of the obtained results lies in determining the parameters affecting the operation efficiency of a recuperative shock absorber, developing a nonlinear electromechanical energy conversion model, and creating a methodology for evaluating the energy potential of systems considering the stochastic nature of oscillations. The practical significance of the work consists in the development of a methodology for calculating energy recovery parameters and creating design solutions for implementing recuperative shock absorbers in vehicles and ground robotic complexes.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Сліденко В.М., Сліденко О.М., Замараєва О.В., Новиков, А.О., Ткаченко В.О. Розробка імітаційної моделі системи «бойок–інструмент–оброблювальне середовище». Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. №7 (137). С. 57–64. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.341450.

- Сліденко В.М., Бут, В.О., Новиков А.О. Аналіз ефективності функціонування адаптивної імпульсної системи методом стохастичних характеристик. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2025. №1. С. 72-78. DOI: 10.31649/1997-9266-2025-178-1-72-78.
- Сліденко В.М., Сліденко О.М., Лістовщик Л.К., Новиков А.О., Бут В.О. Побудова математичної моделі ударного пристрою з двохелементним бойком. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2025. №7 (133). С. 39-49. DOI: 10.15587/1729-4061.2025.322728.
- Новиков А.О., Сліденко В.М. Електромеханічна система рекуперації енергії вібраційних навантажень. Науково-виробничий журнал "Електромеханічні і енергозберігаючі системи". 2024. №3(66). С. 8-12. DOI: 10.32782/2072-2052.2024.3.66.1.
- Новиков А.О., Сліденко В.М. Нелінійна модель рекуперативного амортизаційного пристрою. Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія». 2023. №4(74). С. 76-82. DOI: 10.20535/1813-5420.4.2023.290899.
- Новиков, А. О., Сліденко, В. М. Аналіз електричних схем підключення для п'єзоелектричних перетворювачів /Збірник матеріалів XI Міжнародна науково-технічна конференція «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: стан та перспективи розвитку PEMS`2025»: матеріали XI міжн. наук.-тех. конф. (м. Київ, 18–20 лист. 2025 р.). Київ, 2025. – С. 108-109. URL:<http://pems.kpi.ua/proc/issue/view/20364>.
- Новиков, А. О., Сліденко, В. М. Рекуперація енергії вібраційних навантажень в транспортних системах/Збірник матеріалів X Міжнародна науково-технічна конференція «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: стан та перспективи розвитку PEMS`2024»: матеріали X міжн. наук.-тех. конф. (м. Київ, 26–27 лист. 2024 р.). Київ, 2024. – С. 145-147. URL: <http://pems.kpi.ua/proc/issue/view/18723>.
- Новиков, А. О., Ткаченко В. О., Сліденко, В. М. Рекуперативний амортизатор вібраційних навантажень ходової частини транспортного засобу/ Збірник матеріалів VIII Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ PEMS`2022»: матеріали VIII міжн. наук.-тех. конф. (м. Київ, 15–17 лист. 2022 р.). Київ, 2022. – С. 95-96. URL: <http://pems.kpi.ua/proc/article/view/274679>.

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сліденко Віктор Михайлович

2. Viktor M. Slidenko

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.05.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9313-331X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шевченко Володимир Георгійович

2. Volodymyr H. Shevchenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.26.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7290-811X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05411357

Місцезнаходження: вул. Сімферопольська, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тесленко Олександр Іванович

2. Oleksandr I. Teslenko

Кваліфікація: к. т. н., с.д., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3772-5991

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут загальної енергетики Національної академії наук
України

Код за ЄДРПОУ: 04589627

Місцезнаходження: вул. Антоновича, Київ, 03150, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Босак Алла Василівна
2. Alla Bosak

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0545-9980

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мейта Олександр Вячеславович
2. Oleksandr V. Meita

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.09.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4132-5202

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Зайченко Стефан Володимирович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Зайченко Стефан Володимирович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Новиков Антон Олександрович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна