Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U002879

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-06-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ № 1380 СТ від 07.09.2026

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кононенко Сергій Миколайович

2. Serhii M. Kononenko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3874-4772

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: G9

Назва наукової спеціальності: Прикладна механіка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна механіка

Дата захисту: 18-08-2026

Спеціальність за освітою: Автоматизоване управління технологічними процесами

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 15031

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, 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: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 55.19.03.19, 55.19.03.21, 55.19.03.27

Тема дисертації:

1. Технологічне забезпечення високошвидкісного фрезерування деталей з нерівномірною малою жорсткістю при керуванні величиною припуску

2. Technological assurance of high-speed milling of thin-walled parts with nonuniform rigidity under allowance control

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі технологічного забезпечення керування величиною припуску у процесі високошвидкісного фрезерування деталей з нерівномірною малою жорсткістю. Метою дисертаційної роботи є підвищення точності фрезерування деталей з нерівномірною малою жорсткістю шляхом зменшення пружних відхилень на основі керування величиною припуску із застосуванням допоміжного гідродинамічного впливу в процесі обробки. Об’єкт дослідження – процес формування геометричної точності деталей малої жорсткості при високошвидкісному фрезеруванні. Предмет дослідження – залежність геометричної точності деталей малої жорсткості від параметрів технологічного забезпечення високошвидкісного фрезерування та керування величиною

припуску. За результатами дослідження отримано такі наукові результати: – вперше запропоновано метод гідродинамічної підтримки деталей малої жорсткості на основі керованого обтікання поверхонь, що забезпечує мінімізацію пружних деформацій у процесі високошвидкісного фрезерування; – вперше встановлено закономірності зміни зон мінімальних та максимальних амплітуд вимушених коливань деталей малої жорсткості залежно від частоти обертання, кількості зубів фрези та параметрів гідродинамічної підтримки. Показано, що керування цими параметрами забезпечує зниження амплітуд та зміщення резонансних частот у високочастотну область; – вперше для деталей малої жорсткості встановлено закономірність впливу ступеня перекриття проходів на величину статичного відхилення та параметри мікрогеометрії поверхні; – удосконалено аналітичну модель статичного відхилення деталей з нерівномірною малою жорсткістю шляхом врахування прикладання сили в довільній точці вільної частини; – удосконалено ітеративний адаптивний алгоритм оброблення деталей малої жорсткості шляхом інтеграції моделі гідродинамічної підтримки, що зменшує та вирівнює похибки за різних положень інструменту. Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному: – метод допоміжної гідродинамічної підтримки деталей малої жорсткості може бути реалізований на базі існуючого обладнання без залучення складного спеціального оснащення та забезпечує можливість швидкої модернізації виробництва; – реалізація гідродинамічної підтримки у процесі високошвидкісного фрезерування забезпечує додаткове демпфування пружної системи деталі, що сприяє зменшенню амплітуди коливань на 23,1% в досліджуваних умовах та розширенню діапазону робочих частот; – застосування стратегії повного перекриття проходів, порівняно з частковим, як засобу зниження статичної складової похибки формоутворення, забезпечує зниження статичного відхилення деталі ω_{max} на 11,76% та сприяє ефективному згладжуванню міжпрохідних нерівностей; – зниження напружено-деформованого стану в зоні різання, а також локальних температур створює передумови для підвищення стійкості ріжучого інструмента та ресурсу технологічного обладнання; – розроблена методика визначення відхилень деталей з нерівномірною малою жорсткістю може бути використана у науково-дослідних і виробничих підрозділах підприємств при підготовці технологічних процесів виготовлення лопаток турбін, імпелерів, крильчаток та інших деталей малої жорсткості; – розроблено програмний інструмент на основі запропонованих моделей і методів, який забезпечує визначення раціональних параметрів фрезерування та прогнозування відхилень деталей і може бути інтегрований у системи технологічної підготовки виробництва. За результатами дослідження підтверджено теоретичну та практичну цінність розроблених моделей, методів і засобів технологічного забезпечення високошвидкісного фрезерування деталей малої жорсткості. Отримані результати підтвердили ефективність застосування методу гідродинамічної підтримки для зменшення пружних відхилень і підвищення геометричної точності обробки за принципової відсутності вимог щодо суттєвої модернізації обладнання. Наведено залежності амплітудно-частотної характеристики деталі малої жорсткості від параметрів демпфування та гідродинамічної підтримки. Результати підтверджують досягнення мети дослідження та перспективи їх практичного застосування для підвищення точності виготовлення деталей малої жорсткості.

2. The dissertation is devoted to solving the relevant scientific and applied problem of technological assurance for controlling the machining allowance during the high-speed milling of thin-walled parts with nonuniform rigidity. The aim of the dissertation is to improve the accuracy of milling thin-walled parts with nonuniform rigidity by reducing elastic deflections through allowance control and the application of auxiliary hydrodynamic effect during machining. The object of research is the process of forming the geometric accuracy of thin-walled parts during high-speed milling. The subject of research is the dependence of the geometric accuracy of thin-walled parts on the technological support parameters of high-speed milling and machining allowance control. The following scientific results were obtained in the course of the research: – for the first time, a method of hydrodynamic support for thin-walled parts based on controlled fluid flow around their surfaces has been proposed, providing minimization of elastic deformations during high-speed milling; – for the first time, the regularities governing the variation of zones with minimum and maximum amplitudes of forced vibrations in thin-walled parts have been established as functions of spindle rotational speed, cutter tooth number, and hydrodynamic support parameters. It has been shown that controlling these parameters reduces vibration amplitudes and shifts resonance

frequencies toward the high-frequency range; – for the first time for thin-walled parts, the relationship between the degree of toolpath overlap and the magnitude of static deflection as well as the surface microgeometry parameters has been established; – the analytical model of static deflection of thin-walled parts with nonuniform rigidity has been improved by accounting for the application of force at an arbitrary point of the free section; – the iterative adaptive machining algorithm for thin-walled parts has been improved through the integration of a hydrodynamic support model, which reduces and equalizes machining errors for different tool positions. The practical significance of the obtained results is as follows: – the proposed auxiliary hydrodynamic support method can be implemented using existing equipment without the need for sophisticated dedicated tooling and enables rapid modernization of production facilities; – the implementation of hydrodynamic support during high-speed milling provides additional damping of the elastic system, reducing vibration amplitudes by 23.1% under the investigated conditions and extending the operating frequency range; – the application of a full-overlap milling strategy, compared with partial overlap, as a means of reducing the static component of form-generation error decreases the maximum static deflection □max by 11.76% and effectively smooths inter-pass irregularities; – reducing the stress-strain state and local temperatures in the cutting zone increases tool life and extends the service life of technological equipment; – the developed methodology for determining deviations of thin-walled parts with nonuniform rigidity can be used by research and industrial organizations in the preparation of technological processes for manufacturing turbine blades, impellers, fans, and other low-rigidity components; – a software tool based on the proposed models and methods has been developed to determine rational milling parameters and predict part deviations, and can potentially be integrated into manufacturing process planning systems. The research results confirmed the theoretical and practical value of the developed models, methods, and technological solutions for high-speed milling of thin-walled parts. The obtained results demonstrated the effectiveness of applying the hydrodynamic support method to reduce elastic deflections and improve machining geometric accuracy, while eliminating the need for significant equipment modernization. The relationships between the amplitude-frequency characteristic of a thin-walled part and the damping and hydrodynamic support parameters are shown. The findings confirm the achievement of the research objectives and the feasibility of practical implementation for enhancing the manufacturing accuracy of thin-walled parts with nonuniform rigidity.

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 виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Trubin D., Talar R. Impact of Overlapping Method on Cutting Forces and Surface Formation in End Milling of Thin-Walled Parts. Smart Innovations in Energy and Mechanical Systems. 2025. Vol. 1480. P. 67–78.
- 2. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Kharchenko O., Trubin D. Adaptive Fluid Jet Support Technique for Variable Stiffness Thin-Walled Parts End Milling. Advances in Design, Simulation and Manufacturing VII. 2024. P. 223–239.
- 3. Pavlenko I., Kononenko S., Czernek K., Witczak S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Ivanov V., Krupińska A., Matuszak M., Włodarczak S., Ochowiak M. An Increase in the Energy Efficiency of Axial Turbines by Ensuring Vibration Reliability of Blade Milling. Energies. 2023. Vol. 16. No. 3. P. 1511.

- 4. Dobrotvorskiy S., Basova Y., Kononenko S., Dobrovolska L., Mounif A. S. Y. A Special Feature of Turbine Blade Deformation During Machining. Advances in Design, Simulation and Manufacturing V. 2022. P. 220–231.
- 5. Dobrotvorskiy S., Kononenko S., Basova Y., Dobrovolska L., Ivanova M. Development of Optimum Thin-Walled Parts Milling Parameters Calculation Technique. Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. 2021. P. 343–352.
- 6. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Dobrovolska L., Yepifanov V. Simulation of Thin-walled Parts End Milling with Fluid Jet Support. Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. 2020. P. 380–389.
- 7. Kononenko S., Dobrotvorskiy S., Basova Y., Gasanov M., Dobrovolska L. Deflections and Frequency Analysis in the Milling of Thin-Walled Parts with Variable Low Stiffness. Acta Polytechnica. 2019. Vol. 59(3). P. 283–291.
- 8. Dobrotvorskiy S., Basova Y., Kononenko S., Dobrovolska L., Ivanova M. Numerical Deflections Analysis of Variable Low Stiffness of Thin-Walled Parts During Milling. Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. 2020. P. 43–53.
- 9. Кононенко С. М., Добротворський С. С., Басова Є. В. та ін. Розроблення програмного рішення для вибору параметрів фрезерування тонкостінних елементів турбомашин. Scientific Bulletin of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. 2022. № 1(52). С. 65–72.
- 10. Кожушко А. П., Мітцель М. О., Карпов В. О., Кононенко С. М. Малишев С. Є. Аналіз та перспектива розвитку конструкцій трансмісійних установок ланцюгових землерийних засобів інженерно-будівельної техніки. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. 2025. № 1. С. 119–128.
- 11. Добротворський С. С., Добровольська Л. Г., Кононенко С. М. Аналіз відхилень при кінцевому фрезеруванні деталей з нерівномірною малою жорсткістю. Різання та інструмент в технологічних системах. 2018. Вип. 89. С. 59–63.
- 12. Добротворський С. С., Кононенко С. М., Басова Є. В. Технологічне забезпечення високошвидкісного фрезерування деталей з нерівномірною малою жорсткістю. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. 2018. № 6 (1282). С. 38–42.
- 13. Добротворський С. С., Басова Є. В., Кононенко С. М. Удосконалення технології фрезерування деталей з нерівномірною жорсткістю. Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології. 2016. № 72. С. 105–111.
- 14. Добротворський С. С., Кононенко С. М., Рафал Талар. Розробка технології адаптивної гідроструминної підтримки торцевого фрезерування тонкостінних деталей змінної жорсткості для їх поверхневого структурування. Нові технології в машинобудуванні : матеріали доповідей Всеукр. конф., Харків, 4–7 верес. 2024. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2024. С. 44.
- 15. Добротворський С. С., Кононенко С. М., Басова Є. В. Добровольська Л. Г. Інтенсифікація процесів виготовлення тонкостінних елементів турбомашин шляхом застосування цифрових сервісів та технологій. Прогресивні технології у машинобудуванні РТМЕ-2022 : зб. наук. пр. X Міжнар. наук.-техн. конф., Івано-Франківськ-Яремче, 1–5 лют. 2022. С. 80–82.
- 16. Chelabi M. A., Basova Y., Dobrotvorskiy S., Kononenko S. Contribution to the design of turbine rotor of mixed flow turbine used in a turbocharger. Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали IX Всеукр. наук.-техн. конф. Суми, 19–22 квіт. 2022. Суми : Сумський державний університет, 2022. С. 33.
- 17. Добротворський С. С., Басова Є. В., Кононенко С. М., Трубін Д. В., Пітель Я. Розробка програмного забезпечення для розрахунку параметрів обробки деталей з малою жорсткістю методом високошвидкісного фрезерування у рамках FREE DIGITAL SPACE FOR I. 4.0 (FGS2I4.0). Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей 28-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2020. Харків, 28-30 жовт. 2020 : у 5 ч. Харків : Планета-Прінт. Ч. 1. С. 114.
- 18. Басова Є. В., Добротворський С. С., Трубін Д. В., Кононенко С. М. Програмне та технологічне забезпечення для отримання технологічних параметрів процесу високошвидкісного фрезерування деталей змінної жорсткості з використанням методу скінчених елементів та web технологій. Прогресивні напрямки розвитку автоматичних технологічних комплексів : сб. тр. VII-ої МНТК, Луцьк,

28–30 трав. 2022. Луцький національний технічний університет, 2022. С. 164–165.

- 19. Кононенко С. М., Басова Е. В., Добротворський С. С., Горячев А. В. Технологічні показники високошвидкісного фрезерування деталей малої жорсткості в залежності від обраної стратегії. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXIX міжнародної наук.-практ. конф. MicroCAD–2021, Харків. 18-20 трав. 2021 : у 5 ч. Харків : Планета-Прінт. Ч. 1. С. 100.
- 20. Кононенко С. М., Басова Є. В. Розробка методики розрахунку оптимальних параметрів багатолезвійного оброблення тонкостінних деталей. Молодь: наука та інновації : матеріали VIII Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених, Дніпро, 25–27 лист. 2020. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т. 3. С. 5.
- 21. Кононенко С. М., Добротворський С. С., Басова Є. В., Добровольська Л. Г., Едл М. Дослідження відхилень елементів деталей малої жорсткості та технологічні засоби їх зниження у процесі кінцевого фрезерування. Прогресивні технології в машинобудуванні : збірник наукових праць IX-ої МНТК, Львів-Плай, 3–7 лют. 2020. Львів : Львівська політехніка, 2020. С. 102.
- 22. Басова Є. В., Добротворський С. С., Кононенко С. М., Едл М., Рехор Я. Наукові основи виготовлення деталей машинобудування зі змінною жорсткістю методом високошвидкісного фрезерування з гідродинамічним обтіканням. Прогресивні напрямки розвитку технологічних комплексів : сб. тр. VI-ої МНТК, Луцьк, 2–4 черв. 2020. Луцьк : ЛНТУ, 2020. С. 135–136.
- 23. Пониделко А. А., Басова Є. В., Кононенко С. М., Добротворський С. С. Технологічні проблеми виготовлення лопаток з урахуванням їхньої змінної жорсткості. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXVII Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2019, Харків, 15–17 трав. 2019 : у 4 ч. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. Ч. 1. С. 142.
- 24. Добротворський С. С., Басова Є. В., Кононенко С. М. До питання вдосконалення технології фрезерування деталей із перемінною жорсткістю. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта : тези доп. 25-ї МНТК MicroCAD–2017, Харків, 17–19 трав. 2017 : у 4 ч. Харків : НТУ «ХПІ», 2017. Ч. 1. С. 107.
- 25. Добротворський С. С., Басова Є. В., Кононенко С. М. До питання удосконалення технології фрезерування деталей з нерівномірною жорсткістю. Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво : матеріали 16-ї МНТК, Суми, 26–29 жовт. 2016. Суми : Сум. держ. ун-т., 2016. С. 15–17.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0121U107511, 0124U000481, 0125U000240

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Добротворський Сергій Семенович

2. Sergiy S. Dobrotvorskyy

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.03.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1223-1036

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, 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. Балицька Наталія Олександрівна

2. Nataliia O. Balytska

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1363-8110

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний університет "Житомирська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05407870

Місцезнаходження: вул. Чуднівська, Житомир, Житомирський р-н., 10005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: 04r5xzk86

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грицай Ігор Євгенович

2. Ihor Y. Hrytsai

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.03.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3675-5897

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Котляр Олексій Віталійович

2. Oleksii V. Kotliar

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7664-0395

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, 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. Клочко Олександр Олександрович

2. Oleksandr O. Klochko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.08

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2841-9455

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Пермяков Олександр Анатолійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні Пермяков Олександр Анатолійович

Відповідальний за підготовку облікових документів Кононенко Сергій Миколайович

Реєстратор Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна