

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

НУ «Запорізька політехніка»

доктор техн. наук, професор

Вадим ШАЛОМЕЕВ



« ____ » _____ 2026 р.

ВИТЯГ

з протоколу № ____

розширеного засідання кафедри «Транспортні технології»
транспортного факультету

Національного університету «Запорізька політехніка» (НУ «Запорізька політехніка»)

від «23» вересня 2026 р.

ПРИСУТНІ:

Головуючий на засіданні – Острогляд О.О. – в.о. завідувача кафедри «Транспортні технології», канд. техн. наук, доцент;

Секретар – Васильєва Л.О. – доцент кафедри «Транспортні технології», канд. техн. наук, доцент.

Турпак С.М. – декан ТФ, доктор техн. наук, професор.

10 співробітників кафедри «Транспортні технології»:

Беліков С.Б. – професор кафедри «Транспортні технології», доктор техн. наук, професор;

Сущенко Р.В. – професор кафедри «Транспортні технології», доктор техн. наук, професор;

Трушевський В.Е. – доцент кафедри «Транспортні технології», канд. техн. наук, доцент;

Веремеснко Л.А. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Грицай С.В. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Каплуновська А.М. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Лебідь Г.О. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Олениця О.О. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Райда І.М. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології»;

Харченко Т.В. – ст. викладач кафедри «Транспортні технології».

10 запрошених:

Шаломєєв В.А. – проректор з наукової роботи НУ «Запорізька політехніка», професор кафедри фізичного матеріалознавства, доктор техн. наук, професор;

Наумик В.В. – проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародної діяльності НУ «Запорізька політехніка», професор кафедри «Машини та технологія ливарного виробництва», д-р техн. наук, професор;

Ткач Д.В. – зав. кафедри фізичного матеріалознавства, канд. техн. наук, доцент;

Акімов І.В. – зав. кафедри композиційних матеріалів, хімії та технології, канд. техн. наук, доцент;

Павленко Д.В. – професор кафедри «Технологія авіаційних двигунів» НУ «Запорізька політехніка», доктор техн. наук, професор;

Климов О.В. – доцент кафедри фізичного матеріалознавства, канд. техн. наук, доцент;

Глотка О.А. – доцент кафедри фізичного матеріалознавства, канд. техн. наук, доцент;

Мітяєв О.А. – професор кафедри композиційних матеріалів, хімії та технології, д-р техн. наук, професор.

Сотніков Є.Г. – канд. техн. наук, нач. УГМет - головний металург АТ «Мотор Січ».

Міщенко В.Г. – професор кафедри «Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій» НУ «Запорізька політехніка».

ПОРЯДОК ДЕННИЙ

Про попередній розгляд дисертації аспіранта кафедри Транспортні технології Пучека Сергія Володимировича на тему «Узагальнення закономірностей формування структури та властивостей жароміцних нікелевих сплавів для виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів» (науковий керівник – доктор технічних наук, професор С.Б. Беліков).

СЛУХАЛИ: доповідь аспіранта Пучека С.В. по завершенню дисертаційної роботи.

ПИТАННЯ: Під час обговорення учасники засідання поставили доповідачу 10 питань.

Міщенко В.Г.: в чому полягає актуальність роботи?

Пучек С.В. В результаті виконання дисертаційної роботи було вирішено актуальну науково-прикладну задачу – узагальнення теоретико-експериментальних закономірностей щодо покращення структури та властивостей виливків жароміцного литва, що використовується при виготовленні відповідальних деталей авіаційних газотурбінних двигунів.

Глотка О.А.: Охарактеризуйте предмет та об'єкт дослідження?

Пучек С.В. В якості предмета дослідження було обрано характеристики структури та показники механічних та жароміцних властивостей жароміцних нікелевих сплавів ЖС26-ВІ та ЖС-32-ВІ після комплексного легування та технологічного впливу на процеси виплавки та обробки виплавків.

Об'єктом дослідження є процеси структуроутворення, що сприяють отриманню раціональної структури жароміцних сплавів на нікелевій основі та відповідному забезпеченню механічних, жароміцних, втомних та експлуатаційних властивостей, які задовольняють вимогам конструкторської документації.

Сотніков Є.Г.: Яка мета проведення високотемпературної обробки розплаву?

Пучек С.В.: В процесі технологічної операції – високотемпературної обробки розплаву метал перегрівають вище певної критичної температури, при цьому розплавом досягається новий рівноважний стан і втрачаються відповідні спадкові властивості шакти, розчиняються тугоплавкі включення, відбувається видалення газів з розплаву та звужується нерівно важний інтервал кристалізації сплаву. Ця операція дозволяє збільшити показники міцності, пластичності та тривалої міцності жароміцних нікелевих сплавів.

Міщенко В.Г.: Якою була похибка при випробуваннях показників механічних властивостей та жароміцності?

Пучек С.В.: Похибка при випробуваннях не перевищувала 5%.

Сотніков Є.Г.: При яких параметрах проводили процес гарячого ізостатичного пресування?

Пучек С.В.: Процес ГІП проводили при температурі 1250°C та тиску 170МПа в атмосфері аргону.

Міт'яєв О.А.: Як ви сказали, в процесі гарячого ізостатичного пересування видаляються не всі мікропори. Наскільки це критично?

Пучек С.В.: Процес ГІП не усуває пори, які мають вихід на поверхню, тому для цих лопаток встановлено допустиму норму поверхневих дефектів. За наявності розмірного припуску їх можна видалити за допомогою додаткового шліфування поверхні.

Климов О.В.: Чому була використана саме Ni-Улітература?

Пучек С.В.: Як характерний поверхнево-активний елемент, ітрій забезпечує подрібнення структурних складових і покращує морфологію карбідів, карбонітридів та меж зерен. Його висока ефективність у ролі модифікатора жароміцних нікелевих сплавів повністю доведена експериментально. Також ця лігатура була в наявності на АТ «Мотор Січ».

Климов О.В.: Які переваги мають безвуглецеві жароміцні нікелеві сплави?

Пучек С.В.: Головною перевагою низьковуглецевих ЖНС є підвищена стійкість до міжкристалічної корозії та відміна зварюваність при збереженні стабільності при високих температурах.

Наумик В.В.: Який процес термообробки після газостаткування вважається стандартним?

Пучек С.В.: Зазвичай, в умовах АТ «Мотор Січ» стандартним режимом після ГІП вважається нагрів у 1250°C з витримкою 1 годину 15хвилин.

ВИСТУПИЛИ:

Науковий керівник, доктор технічних наук, професор Беліков С.Б. відзначив актуальність проведеного наукового дослідження, практичне і теоретичне значення одержаних результатів, позитивно оцінив їх значення для промислових підприємств. Науковий керівник надав позитивну характеристику особі здобувача та його діяльності під час

навчання в аспірантурі, успішне виконання освітньої та наукової компоненти, відзначив широту набутих компетентностей та сформованих навичок дослідника. Було підкреслено, що дисертаційна робота відповідає вимогам щодо дисертації доктора філософії за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство» і може бути рекомендована до подання на разову спеціалізовану вчену раду на розгляд.

Доктор техн. наук, професор Наумик В.В. охарактеризував роботу як закінчене дослідження. Тема вивчення властивостей жароміцних нікелевих сплавів відповідно до рівня легування, модифікування та застосування сучасних технологій отримання та обробки з метою їх поширеного використання в газотурбобудуванні є, безумовно, актуальною. Застосовані сучасні методи дослідження дозволили отримати дуже важливі практичні результати. Роботу необхідно рекомендувати до захисту.

Доктор техн. наук, професор Мітяєв О.А. підтримав думку про завершений характер наукового дослідження, наявність наукової новизни та практичне значення, що підтверджує висновок АТ «Мотор Січ».

Кандидат техн. наук, доцент Климов О.В. приєднався до висновку щодо відповідності дисертаційної роботи вимогам МОН України та можливості створення разової спеціалізованої вченої ради.

Сотніков Є.Г., канд. техн. наук, позитивно охарактеризував здобувача як досвідченого виробничника, який зумів успішно поєднати виробничу діяльність та навчання в аспірантурі. Його робота заслуговує на схвальну оцінку.

Кандидат техн. наук, доцент кафедри «Фізичне матеріалознавство», Глотка О.А. зазначив, що робота виконана на високому рівні, відповідає спеціальності 132 Матеріалознавство, має достатній рівень наукової новизни та практичні значущості. Може бути подана до захисту в разовій раді.

УХВАЛИЛИ: Прийняти на ступний висновок щодо дисертаційної роботи С.В. Пучека

ВИСНОВОК

розширеного наукового семінару кафедри «Транспортні технології» транспортного факультету НУ «Запорізька політехніка» про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Узагальнення закономірностей формування структури та властивостей жароміцних нікелевих сплавів для виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів» здобувача наукового ступеня доктора філософії Сергія ПУЧЕКА за спеціальністю 132 – Матеріалознавство (галузь знань 13 Механічна інженерія)

Актуальність теми. Дисертаційна робота є актуальною, оскільки результати роботи дають змогу підвищити властивості відповідальних деталей, а саме робочих лопаток силової турбіни авіаційного двигуна. Останнє забезпечується завдяки вивченню впливу легування, модифікування, температурної обробки розплаву, вибору режимів термічної обробки на механічні та жароміцні властивості жароміцних нікелевих сплавів, що використовують для виготовлення деталей авіаційних та стаціонарних газових турбін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Основні етапи та висновки дисертаційної роботи виконано відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності в Україні» від 13.01.2024 № 3534-IX та

використані при виконанні проекту «Виготовлення плавки жароміцного сплаву ЖС32бс-ВІ зі 100% свіжих шихтових матеріалів без додавання вуглецю як прототипу сплаву CMSX4-PLUS» на підприємстві АТ «Мотор Січ».

Наукова новизна отриманих дисертантом результатів полягає у наступному:

1. Узагальнено закономірності формування раціональної структури, яка забезпечує високий рівень властивостей зразків та відповідальних деталей газотурбінних двигунів із жароміцних нікелевих сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ, отриманих з використанням мікролегування, високотемпературної обробки розплаву, гарячого ізостатичного пресування та термічної обробки.

2. З використанням комплексу розрахунково-аналітичних досліджень та визначено найважливіші параметри, що характеризують структуру та фазову стабільність жароміцних нікелевих сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ, а саме основні температурні параметри, кількість зміцнюючої γ' -фази, границі короточасної та тривалої міцності на різних рівнях легування. Отримані результати свідчать про достатню стабільність сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ та їх придатність для широкого застосування та подальшого покращення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей.

3. Отримали подальший розвиток науково-практичні уявлення про можливості застосування різних технологічних процесів (модифікування, високотемпературні обробки розплаву, гаряче ізостатичне пресування, термічна обробка) при виплавленні жароміцних нікелевих сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ та виготовлення з них відповідальних деталей ГТД.

Хімічний склад, механічні та жароміцні властивості досліджуваних зразків після ВТОР, ГП та ТО задовільні та відповідають вимогам технічних умов. Мікроструктура зразків, відлитих зі сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ за всіма варіантами (після ГП та ТО), характерна для нормального термообробленого стану сплавів. В структурі досліджених сплавів всіх плавок спостерігається виділення карбідів і карбонітрідів у вигляді дрібних частинок сферичної та пластинчастої морфології, переважно розподілені в обсязі матеріалу.

Об'ємне модифікування сплаву ЖС32-ВІ Ni-Y-лігатурою сприяла підвищенню механічних властивостей при отриманні більш стабільних показників.

4. Отримали подальший розвиток науково-практичні уявлення про застосування технологічних факторів (гаряче ізостатичне пресування та термічна обробка) для підвищення якості виливків робочих лопаток авіаційних газотурбінних двигунів із жароміцних нікелевих сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ за рахунок стабілізації структури і властивостей внаслідок зменшення мікропористості при «залікуванні» внутрішніх пор.

Методи дослідження. У дослідженнях широко використані сучасні методи плавлення та інші технологічні процеси обробки сучасних жароміцних нікелевих сплавів, оптичної та електронної металографії, спектрального аналізу, визначення механічних властивостей та жароміцності.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Отримані результати проведеного комплексу розрахунково-аналітичних досліджень свідчать про достатню стабільність сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ та їх придатність до подальшого покращення рівня фізико-механічних та експлуатаційних властивостей відповідальних деталей авіаційного двигунобудування різними технологічними методами.

2. Показано, що об'ємне модифікування сплаву ЖС32-ВІ Ni-Y-лігатурою сприяє росту механічних властивостей та отриманню більш стабільних показників при деякому зниженні тривалої міцності в межах норм ТУ.

3. Досліджено перспективну технологію отримання безвуглецевих жароміцних нікелевих сплавів нового покоління.

Впровадження результатів дисертації.

В умовах АТ «Мотор Січ» виконання рекомендованої технології отримання жароміцного сплаву ЖС32-ВІ зі свіжих шихтових матеріалів без введення вуглецю дозволило виплавити дослідні плавки без вуглецевих жароміцних сплавів власного виробництва нового покоління типу CMSX4-PLUS.

Отримані в дисертації нові результати та висновки впроваджено в навчальний процес НУ «Запорізька політехніка» при викладанні навчальних дисциплін – компонентів освітніх програм на бакалаврському, магістерському, освітньо-науковому рівнях підготовки спеціальностей: Матеріалознавство, Металургія, Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора. Основні положення та результати дисертації опубліковано у 5 публікаціях, які розкривають основний зміст дисертації та всі вони опубліковані у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України. Також опубліковано 3 тези доповідей у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертаційна робота є завершеним і цілісним дослідженням, матеріал добре структурований і логічно викладений. Роботу написано з використанням сучасної науково-технічної термінології. Оформлення дисертації відповідає встановленим вимогам до дисертацій згідно «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а також вимогам МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Застосована в роботі наукова термінологія є загальновизнаною, стиль викладення наукових положень, результатів роботи та висновків логічний, обґрунтований та забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях: II Всеукраїнський науково-технічний конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю «Молодь в авіації: нові рішення та перспективні технології» (Запоріжжя, 2025 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Університетська наука – 2026» (ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Дніпро, 2026), науково-технічній конференції «Тиждень науки 2026» (НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, 2026).

УХВАЛИЛИ: з урахуванням зазначеного, на розширеному засіданні кафедри «Машини і технологія ливарного виробництва» НУ «Запорізька політехніка».

1. Дисертація Сергія ПУЧЕКА на тему: «Узагальнення закономірностей формування структури та властивостей жароміцних нікелевих сплавів для виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів» є завершеною науковою працею, в якій розв'язано актуальну науково-прикладну задачу узагальнення нових даних щодо властивостей сплавів ЖС26-ВІ та ЖС32-ВІ з метою їх покращення.
2. У п'яти наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації у наукових фахових виданнях України.
3. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

4. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Сергія ПУЧЕКА дисертація «Узагальнення закономірностей формування структури та властивостей жароміцних нікелевих сплавів для виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів» рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

Присутні на розширеному засіданні кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Запорізька політехніка» подають вченій раді закладу пропозицію щодо кандидатур до складу разової ради для розгляду та захисту дисертаційної роботи Сергія ПУЧЕКА у такому складі:

1. НАУМИК Валерій Владиленович, доктор техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи та міжнародної діяльності НУ «Запорізька політехніка» – голова ради
2. КВАСНИЦЬКА Юлія Георгіївна, доктор техн. наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАН України, завідувач відділом спеціальних сталей та сплавів Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України (м. Київ) – опонент;
3. ГЛУШКОВА Діана Борисівна, доктор техн. наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри «Інженерії матеріалів і цифрового виробництва ім. О.М.Петриченко» Харківський національний автомобільно-дорожній університет «ХНАДУ» – опонент;
4. КЛИМОВ Олександр Володимирович, к.т.н., доцент кафедри «Фізичне матеріалознавство» НУ «Запорізька політехніка» – рецензент ;
5. МІЩЕНКО Валерій Григорович, доктор техн. наук, професор, професор кафедри «Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій» НУ «Запорізька політехніка» – рецензент.

Результати голосування: за рекомендацію дисертації Пучека Сергія Володимировича «Узагальнення закономірностей формування структури та властивостей жароміцних нікелевих сплавів для виготовлення відповідальних деталей газотурбінних двигунів» до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді:

за – 23, проти – 0, утрималось – 0.

Головуючий на засіданні,
В.о. завідувача кафедри «Транспортні технології»,
кандидат технічних наук, доцент



Олена ОСТРОГЛЯД

Секретар,
кандидат технічних наук, доцент
кафедри «Транспортні технології»



Лариса ВАСИЛЬЄВА