

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного технічного

університету України

“Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського”

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“05” *Березня* 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 12 від 27 лютого 2025 р. розширеного засідання
кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

Національного технічного університету України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

з кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії: зав. кафедри, д.т.н., професор, Богомол Ю. І.; к.т.н., доцент, Бірюкович Л.О.; к.т.н., доцент, Степанов О.В.; професор, д.т.н., Лобода П. І.; заст. директора НН ІМЗ ім. Є.О. Патона, д.т.н., професор, Мініцький А. В.; професор, д.т.н., Юркова О. І.; професор, д.ф-м.н., Зауличний Я. В.; професор, к.т.н., Степанчук А. М.; к.т.н., ст. дослідник Солодкий Є. В.; к.т.н., доцент, Соловійова Т.О.; асистент, Ph.D, Тесля С. Ю.; асистент, Ph.D, Втерковський М. Я.; аспірант Рєзнік Д. О.; аспірант Шеремет В. І.;

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:

- кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки: зав. кафедри, д.ф-м.н., професор, Карпець М. В., аспірант Науменко М. П.;
- кафедри зварювального виробництва: професор, д.т.н., Смирнов І. В.;
- кафедри ливарного виробництва: д.т.н., доцент, Лютий Р. В.

Запрошені з інших організацій:

- Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, к.т.н. , с. н. с., Войнарович С. Г.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії Наконечного Сергія Олеговича за матеріалами дисертаційної роботи “Формування структури та властивостей захисних покриттів із суміші порошків «високоентропійний сплав – тугоплавка сполука» холодним газодинамічним напиленням”, поданої на здобуття

ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Освітньо-наукова програма – Матеріалознавство.

Тему дисертаційної роботи “Формування структури та властивостей композиційних покриттів на основі високоентропійних сплавів холодним газодинамічним напиленням” затверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона (протокол № 14/21 від “29” листопада 2021 року) та перезатверджено на “Формування структури та властивостей захисних покриттів із суміші порошків «високоентропійний сплав – тугоплавка сполука» холодним газодинамічним напиленням” на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона (протокол № 1/25 від “27” січня 2025 року).

Науковим керівником затверджено д.т.н., професорку Юркову О. І.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

- к.т.н., професор, Степанчук А. М.;
- д.ф.-м.н., професор, Зауличний Я. В.;
- д.ф.-м.н., професор, Карпець М. В.;
- д.т.н., професор, Лобода П. І.;
- д.т.н., професор, Богомол Ю. І..

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

- д.ф.-м.н., професор, Карпець М. В.;
- д.т.н., професор, Смирнов;
- д.т.н., професор, Лобода П. І.;
- д.т.н., доцент, Лютий Р. В.;
- д.т.н., професор, Мініцький А. В.;
- к.т.н., професор, Степанчук А. М.;
- д.ф.-м.н., професор, Зауличний Я. В.;
- д.т.н., професор, Богомол Ю. І..

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Найбільш цікавими з точки зору покращення характеристик деталей та виробів з традиційних матеріалів, металів та сплавів, та підвищення їх довговічності є нанесення покриттів з новітніх матеріалів, одними із яких є високоентропійні сплави (ВЕС), що мають нетривіальний комплекс різних властивостей (твердість, міцність, пластичність, термічна стабільність, стійкість до корозії, окиснення, зносу і т. д.), а також композиційні матеріали на їх основі, що поєднують як їх властивості, так і механічні та

високотемпературні властивості тугоплавких сполук (ТС), що використовуються для армування ВЕС. Вже було отримано багато композиційних матеріалів на основі різних ВЕС, серед яких одними із найбільших високих характеристик володіють композиційні матеріали з додаванням боридних сполук, що мають найбільш високі механічні та високотемпературні характеристики серед інших тугоплавких сполук.

З початком досліджень композиційних матеріалів на основі ВЕС, досліджується і отримання композиційних покриттів з цих матеріалів, однак кількість подібних робіт є обмеженою та не дозволяє в повній мірі впроваджувати подібні покриття для більш широкого застосування. При цьому більшість покриттів з ВЕС, особливо композиційних покриттів на їх основі, отримують високотемпературними методами напилення такими як лазерне направлення, високошвидкісне газополуменеве напилення та плазмове напилення, для яких характерним є плавлення вихідного матеріалу, що дозволяє отримати покриття практично будь-якого складу, однак часто призводить до утворення різних дефектів (тріщини, розшарування, оксидні фази) та втрати структури матеріалу під час його плавлення, що знижує характеристики покриттів.

Одним із найбільш перспективних альтернативних методів нанесення покриттів з різних матеріалів, включаючи ВЕС та композити на їх основі, є метод холодного газодинамічного напилення (ХГН), який, завдяки низьким температурам процесу напилення та використанню виключно кінетичної енергії для процесу деформації та зчеплення частинок з підкладкою та між собою, дозволяє зберегти структуру та властивості вихідного матеріалу, що особливо важливо для композиційних матеріалів. Однак на даний час є всього одна робота щодо ХГН композитів на основі ВЕС, що потребує додаткових досліджень для встановлення закономірностей та розробки режимів отримання композиційних покриттів на основі ВЕС методом ХГН.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконувалась на кафедрі високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, Навчально-наукового інституту матеріалознавства та зварювання імені Є. О. Патона, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» і мала зв'язок з наступними науково-дослідними роботами: «Створення проривних технологій виробництва деталей складної форми з композиційних матеріалів для екстремальних умов експлуатації» (номер державної реєстрації № 0118U000222); «Розробка нового класу металокерамічних композитів із порошків надтвердої армованої кераміки для екстремальних умов експлуатації» (грант Національного фонду досліджень України, реєстраційний номер 2020.02/0108, номери державної реєстрації № 0120U104753 (2020 р.), 0121U110912 (2021 р.) та 0123U102598 (2023 р.)).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1) Встановлено повне збереження фазового складу та наноструктурного стану вихідного порошкового матеріалу в композиційних AlNiCoFeCrTi ВЕС та $\text{AlNiCoFeCr-TiB}_2/(\text{B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриттях, отриманих за різних досліджених режимів ХГН, завдяки обмеженому тепловому впливу на нього через низьку температуру процесу напилення, що також дозволяє уникнути таких дефектів, як окислення, залишкові термічні напруження, структурні та фазові перетворення, притаманних традиційним методам газотермічного напилення.

2) Вперше на прикладі композиційних $\text{AlNiCoFeCr-TiB}_2/(\text{B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриттів, отриманих ХГН, встановлено що, за однакових умов напилення, їх товщина збільшується в 10,1 та 17,2 разів порівняно з ВЕС покриттям без ТС (до 1110 мкм та 1890 мкм проти 110 мкм), а їх структура пошарово деформується та додатково подрібнюється в процесі напилення за рахунок наявності частинок ТС, які активують поверхню, на яку відбувається напилення, видаляючи оксидні плівки та забезпечуючи взаємодію ювенільних поверхонь порошкових частинок.

3) Вперше доведено, що стабільність фазового складу та наноструктурного стану композиційних $\text{AlNiCoFeCr-TiB}_2/(\text{B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриттів, отриманих ХГН, зберігається до температури 1000 °C та перевищує термічну стабільність композитів з матрицею з традиційних сплавів, що обумовлено багатоелементним складом ВЕС матриці та впливом високої ентропії змішування, яка збільшує стабільність твердих розчинів за високих температур у порівнянні з інтерметалічними та іншими упорядкованими фазами.

4) Вперше встановлено можливість підвищення твердості, в'язкості руйнування та зносостійкості AlNiCoFeCr-TiB_2 і $\text{AlNiCoFeCr-(B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриттів, отриманих ХГН, за рахунок відпалу за температури 1000 °C (в зоні температур фазового перетворення $\text{ГЦК} \rightarrow \text{ОЦК}$).

5) Вперше встановлено, що AlNiCoFeCr-TiB_2 покриття мають вищу за нержавіючу сталь 316L електрокорозійну стійкість в 3,5 % розчині NaCl завдяки формуванню на поверхні суцільної та щільної пасивувальної оксидної плівки Cr_2O_3 , натомість, $\text{AlNiCoFeCr-(B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриття не володіють антикорозійними властивостями через відсутність суцільної пасивувальної плівки оксиду хрому на поверхні та утворення складних оксидів різного складу, що, на відміну від Cr_2O_3 , можуть мати низьку стійкість в умовах корозії.

6) Вперше встановлено, що відпал композиційних AlNiCoFeCr-TiB_2 та $\text{AlNiCoFeCr-(B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриттів за температури 800 °C та 1000 °C підвищує їх стійкість до окиснення завдяки як збільшенню розміру зерен/субзерен і, відповідно, зменшенню кількості границь зерен/субзерен (шляхів прискореної дифузії) та нижчої швидкості дифузії кисню, так і формуванню суцільного та щільного шару оксиду алюмінію, який запобігає дифузії атомів кисню та захищає покриття та підкладку від внутрішнього окиснення протягом 100 годин за температури 900 °C. Стійкість

до окиснення AlNiCoFeCr-TiB_2 та $\text{AlNiCoFeCr-(B}_4\text{C-TiB}_2\text{)}$ покриттів після відпалу за температури 800 °C та 1000 °C в 1,8 і 1,3 рази, відповідно, перевищує стійкість до окиснення нержавіючої сталі 316L.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Розроблено наукові принципи формування щільних захисних покриттів з комплексом високих характеристик (товщина покриттів, їх твердість, в'язкість руйнування, стійкість в умовах корозії, окиснення, зносу) під час холодного газодинамічного напилення композиційних сумішей порошків $\text{AlNiCoFeCr-TiB}_2/(\text{B}_4\text{C-TiB}_2)$, основані на керуванні параметрами процесу напилення (регулювання температури та тиску повітряного струменю) і наступної термообробки. Отримані результати з впливу складу вихідних порошкових сумішей, режимів ХГН та термічної обробки на структуру, фазовий склад та властивості композиційних покриттів на основі AlNiCoFeCr BEC є перспективними для захисту від зношування, окиснення та корозії деталей різного призначення в умовах дії руйнівних факторів механічного навантаження, температури, зношування та хімічно агресивних середовищ та можуть бути реалізовані для виготовлення.

На основі проведених досліджень та отриманих даних щодо структури, фазового складу та комплексу властивостей композиційних покриттів на основі AlNiCoFeCr BEC було розроблено методику отримання (параметри ХГН та режим термообробки) наступних покриттів:

1) композиційні AlNiCoFeCr-TiB_2 ХГН покриття з підвищеною твердістю та зносостійкістю, високою в'язкістю руйнування та підвищеною стійкістю до корозії та окиснення, що можуть бути використані для ефективного захисту деталей та виробів в умовах високих температур чи корозійного середовища;

2) композиційні $\text{AlNiCoFeCr-TiB}_2/(\text{B}_4\text{C-TiB}_2)$ покриття з високою твердістю, в'язкістю руйнування, зносостійкістю та стійкістю до окиснення, що можуть бути використані для захисту деталей та виробів, що працюють в умовах підвищених навантажень та інтенсивного зношування.

Отримані дані щодо процесу ХГН та термічної обробки композиційних покриттів на основі AlNiCoFeCr BEC можуть бути використані для розробки як покриттів з аналогічним або іншим складом, отриманих методом ХГН та іншими методами напилення, так і для отримання об'ємних матеріалів порошкових сумішей BEC-TC різними методами.

Отримані в роботі результати можуть бути використані при викладанні різних дисциплін («Рентгенівський аналіз дисперсних матеріалів», «Основи теорії нанесення покриттів», «Технології виробництва порошкових, композиційних та нанодисперсних матеріалів», «Сучасні методи консолідації», «Теорія процесів формування структури та властивостей напилених покриттів», «Обладнання та матеріали для виробництва напилених покриттів», «Структура та властивості матеріалів») під час підготовки бакалаврів та магістрів з напрямку «Матеріалознавство».

5. Апробація результатів дисертації

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 16 наукових праць, включаючи:

- 3 наукові статті у фахових періодичних виданнях, що індексуються наукометричними базами даних (Scopus, Web of Science Core Collection);

- 13 публікацій за матеріалами доповідей на конференціях, в т. ч. 2 публікації в матеріалах міжнародних конференцій «Nanomaterials: Applications & Properties» (IEEE, 2019 та 2021 pp.), що індексуються наукометричними базами даних (Scopus, Web of Science Core Collection): «Матеріали для роботи в екстремальних – 8» (м. Київ., 2018); Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп'ютерного конструювання матеріалів (м. Київ, 18–19 квіт. 2019 р); Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2019» (м. Київ, 30–31 трав. 2019 р.); «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 9» (м. Київ, 18–19 груд. 2019 р); «Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2020» (м. Київ, 28–29 квіт. 2020 р.); XII міжнародна Самсонівська конференція “Materials science of refractory compounds” (MSRC-2021) (м. Київ, 25–28 трав.2021 р.); «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 11» (м. Київ, 23–24 груд. 2021 р); XIII міжнародна Самсонівська конференція “Materials science of refractory compounds” (MSRC-2022) (м. Київ, 25–28 трав.2022 р.); Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування (м. Київ, 19–20 жовт. 2023 р.).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Наконечного С.О. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 16 наукових публікацій, у тому числі:

- 3 статті у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science Core Collection, в т.ч. 1 стаття у виданні з кваліфікатом Q1 і 2 статті з кваліфікатом Q2;

- 13 тез виступів на наукових конференціях.

1. D. V. Hushchuk, A. I. Yurkova, V. V. Cherniavsky, I. I. Bilyk, and **S. O. Nakonechnyy**, “Nanostructured AlNiCoFeCrTi high-entropy coating performed by cold spray,” Appl. Nanosci., vol. 10, no. 12, pp. 4879–4890, Mar. 2020. doi: 10.1007/s13204-020-01364-4. (Scopus та Web of Science Core Collection), стаття кваліфікату Q2. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, проведенні досліджень, аналізі та обробці результатів.

2. A. I. Yurkova, **S. O. Nakonechnyy**, V. V. Cherniavsky, and V. V. Kushnir, “Nanostructured AlCoFeCrVNi and AlCoFeCrVTi high-entropy alloys resulted from mechanical alloying and sintering,” Appl. Nanosci., vol. 12, no. 4, pp. 849–860, May 2021. doi: 10.1007/s13204-021-01856-x. (Scopus та

Web of Science Core Collection), стаття квартилю Q2. Особистий внесок – участь у проведенні досліджень, аналізі та обробці результатів, підготовка та опублікування статті.

3. **S. Nakonechnyi**, T. Soloviova, A. Yurkova, I. Solodkiy, and P. Loboda, “Cold sprayed AlNiCoFeCr–TiB₂ metal matrix composite coatings,” *Vacuum*, p. 112144, Jul. 2023. doi: 10.1016/j.vacuum.2023.112144. (Scopus та Web of Science Core Collection), стаття квартилю Q1. Особистий внесок – виготовлення дослідних зразків, проведення досліджень, аналіз та обробка результатів, написання оригінального тексту статті, підготовка та опублікування статті.

4. A. Yurkova, V. Chernyavsky, D. Hushchuk, I. Bilyk, and **N. Sergey**, “Nanocrystalline AlNiCoFeCrTi High-Entropy Alloy Resulted from Mechanical Alloying and Annealing,” in 2019 IEEE 9th Int. Conf. Nanomaterials: Appl. Properties (NAP), Odesa, Ukraine, Sep. 15–20, 2019. doi: 10.1109/nap47236.2019.216967. Стаття/тези за матеріалами конференції, що входить до наукометричних баз даних Scopus, Web of Science Core Collection; Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, проведенні досліджень, аналізі та обробці результатів.

5. **S. Nakonechnyi** and A. Yurkova, “Nanostructural AlNiCoFeCrTi High-Entropy Coatings Performed by Cold Spraying,” in 2021 IEEE 11th Int. Conf. Nanomaterials: Appl. Properties (NAP), Odessa, Ukraine, Sep. 5–11, 2021. doi: 10.1109/nap51885.2021.9568613. Стаття/тези за матеріалами конференції, що входить до наукометричних баз даних Scopus, Web of Science Core Collection; Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, проведенні досліджень, аналізі та обробці результатів, підготовка та опублікування статті.

6. **С. О. Наконечний**, В. В. Чернявський, Д. В. Гущик та О. І. Юркова, “Отримання високоентропійного AlCoNiFeCrTi сплаву в процесі механічного легування та наступної гомогенізації”, у зб. тез. доп. Міжнар. науково-техн. конф. «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 8», Київ, Україна, 6–7 груд. 2018. Київ, 2018, с. 70–73. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

7. **С. О. Наконечний**, В. В. Чернявський, Д. В. Гущик, І. І. Білик та О. І. Юркова, “Структура і мікротвердість AlNiCoFeCrTi сплаву, отриманого під час короткочасного механічного легування та наступного відпалу”, у зб. тез. доп. XII міжнар. конф. студентів, аспірантів та молодих вчен. «Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп’ютерного конструювання матеріалів», Київ, Україна, 18–19 квіт. 2019. Київ, 2019, с. 103–105. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

8. **С. О. Наконечний**, В. В. Чернявський, Д. В. Гущик, О. І. Юркова та І. І. Білик, “Високоентропійні AlNiCoFeCrTi покриття на сталі, отримані методом холодного газодинамічного напилення”, у матеріалах X міжнар. науково-техн. конф. «Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2019»,

Київ, Україна, 30–31 трав. 2019. Київ, 2019, с. 144–147. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

9. **С. О. Наконечний**, В. В. Чернявський, Д. В. Гущик та О. І. Юркова, “Формування багатокомпонентних AlNiCoFeCrTi покриттів методом холодного газодинамічного напилення”, у зб. тез. доп. Міжнар. науково-техн. конф. «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 9», Київ, Україна, 18–19 груд. 2019. Київ, 2019, с. 32. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

10. **С. О. Наконечний**, Д. В. Гущик, О. А. Літвінова, О. І. Юркова та І. І. Білик, “Вплив температури на процес холодного газодинамічного напилення високоентропійних покриттів”, у матер. XII Міжнар. науково-техн. конф. «Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2020», Київ, Україна, 28–29 квіт. 2020. Київ, 2020, с. 106–108. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

11. **S. O. Nakonechnyy**, O. A. Litvinova, D. V. Hushchuk, and A. I. Yurkova, “Composite cold spraying high-entropy AlNiCoFeCrTi coatings on steel”, in Book of abstracts of 7th Int. Samsonov conf. “Mater. sci. refractory compounds” (MSRC-2021), Kyiv, Ukraine, May 25–28, 2021. Kyiv, 2021, p. 85. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

12. A. I. Yurkova, **S. O. Nakonechnyy**, D. V. Hushchuk, and O. Akinola, “Oxidization resistance of composite cold sprayed AlNiCoFeCrTi high-entropy coating”, in Book of abstracts of 7th Int. Samsonov conf. “Mater. sci. refractory compounds” (MSRC-2021), Kyiv, Ukraine, May 25–28, 2021. Kyiv, 2021, p. 85. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

13. С. О. Наконечний, Ї. Шао та О. І. Юркова, “Формування фазового складу та структури високоентропійного сплаву під час механічного легування та спікання”, у зб. тез доп. Міжнар. науково-техн. конф. «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 11», Київ, Україна, 23–24 груд. 2021. Київ, 2021. Особистий внесок – участь у виготовленні дослідних зразків, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

14. **С. О. Наконечний**, О. І. Юркова, О. Літвінова, Ц. Лань та Ї. Шао, “Вплив тиску на формування новітніх композиційних AlNiCoFeCr – TiB₂ покриттів методом холодного газодинамічного напилення”, у зб. тез доп. Міжнар. науково-техн. конф. «Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 11», Київ, Україна, 23–24 груд. 2021. Київ, 2021. Особистий внесок – виготовлення дослідних зразків, проведення досліджень, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

15. **S. Nakonechnyi**, A. Yurkova, Y. Shaposhnykova, T. Soloviova, and P. Loboda, “HEA–Ceramic Composite Coating Deposited By Cold Spraying”, in Int. Samsonov conf. “Mater. sci. refractory compounds” (MSRC-2022), Kyiv,

Ukraine, May 25–28, 2022. Kyiv, 2022, p. 63. Особистий внесок – виготовлення дослідних зразків, проведення досліджень, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

16. **С. О. Наконечний**, О. І. Юркова та Д. Луценко, “AlNiCoFeCr–(B₄C–TiB₂) покриття, отримані холодним газодинамічним напиленням”, у зб. тез доп. міжн. конф. «Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування», Київ, Україна, 19–20 жовт. 2023. Київ, 2023, с. 65–66. Особистий внесок – виготовлення дослідних зразків, проведення досліджень, аналіз та обробка результатів, підготовка та опублікування тезисів.

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Наконечного С.О. “Формування структури та властивостей захисних покриттів із суміші порошків «високоентропійний сплав – тугоплавка сполука» холодним газодинамічним напиленням”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського «Матеріалознавство» зі спеціальності 132 Матеріалознавство.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Формування структури та властивостей захисних покриттів із суміші порошків «високоентропійний сплав – тугоплавка сполука» холодним газодинамічним напиленням”, подану Наконечним Сергієм Олеговичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.ф.-м.н., професор, професор кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Зауличний Ярослав Васильович;

Члени:

Рецензенти:

д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Карпець Мирослав Васильович;

д.т.н., професор, професор кафедри зварювального виробництва Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Смирнов Ігор Володимирович;

Офіційні опоненти:

д.т.н., доцент, завідувач відділу міжнародних зв'язків та трансферу технологій Інституту проблем матеріалознавства імені І. М. Францевича Національної академії наук України **Стороженко Марина Сергіївна;**

к.т.н. с.н.с., завідувач відділу № 14 «Зварювання в твердій фазі та інженерії поверхні» Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України **Войнарович Сергій Григорович.**

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор, зав. кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії



Юрій БОГОМОЛ

Вчений секретар

кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії
к.т.н., доцент



Ліна БІРЮКОВИЧ