

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004452

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 10-08-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пацик Андрій Миколайович

2. Andrii M. Patsyk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0009-0778-450X

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 132 Матеріалознавство

Дата захисту: 09-09-2026

Спеціальність за освітою: фізика та астрономія

Місце роботи здобувача: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16399

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.09, 81.09.03

Тема дисертації:

1. Формування структури і властивостей зносостійких двошарових PCBN композитів інструментального призначення при реакційному спіканні за високого тиску
2. Formation of the structure and properties of wear-resistant bilayer PCBN composites for tool applications via high-pressure reaction sintering

Реферат/анотація:

1. В умовах стрімкого розвитку енергетики, машинобудівної та авіакосмічної галузей, підвищується попит на інструменти виготовлені з матеріалів, що здатні витримувати підвищені механічні навантаження, працювати в умовах високих температур та мати підвищену стійкість до зносу. Одним з таких матеріалів є кубічний нітрид бору (КНБ), який поступається за твердістю алмазу, проте відрізняється високою термостійкістю та хімічною стабільністю при обробці сплавів чорних металів. Актуальність вдосконалення матеріалів інструментального призначення, виготовлених на основі кубічного нітриду бору зумовлена кількома чинниками. По-перше, у машинобудівній галузі зростає попит на використання високоміцних, важкооброблюваних і загартованих сталей, що обумовлює потребу у застосуванні інструментальних

матеріалів з підвищеною зносостійкістю. По-друге, для забезпечення високошвидкісної та високоточної обробки таких матеріалів необхідні інструменти, що забезпечують мінімальне тепловиділення, стабільність геометрії різальної кромки та тривалий ресурс безперервної роботи. По-третє, завжди існує тенденція до скорочення виробничих витрат, підвищення ефективності та здешевлення вартості обробки. Покращення властивостей інструменту завдяки регулюванню технологічних умов та поєднання складових підвищує довговічність інструменту. Отримання зразків на твердосплавній підкладці дозволяє зменшити частоту заміни інструменту та скоротити час простоїв, що сприятиме покращенню економічної ефективності виробництва. Дисертація присвячена вирішенню актуального науково-технічного завдання, а саме, створення зносостійких двошарових композитів інструментального призначення з шихти на основі cBN з тугоплавкими сполуками титану та алюмінієм. В результаті проведених досліджень, було одержано композити у кубічному шестипуансонному пресі, спікання відбувалося на твердосплавній підкладці за високого тиску та температури. В роботі розглянуто теоретичні та практичні основи формування композитів на основі кубічного нітриду бору групи BN та BL, що використовуються для виготовлення робочих різальних інструментів. В результаті виконання дисертаційної роботи створено надтверді PCBN композитів BL групи інструментального призначення (системи cBN – TiC – Al, cBN – TiN – Al, cBN – TiCN – Al). Композити одержували з використанням шестипуансонного пресу ZR800 зусиллям 330 МН. Спікання композитного шару проводили на твердосплавній підкладці за тиску 5,5 ГПа і температури 1850 К. Композитний шар відрізнявся зміцненою продуктами реакційної взаємодії структурою, високими твердістю та тріщиностійкістю. Мікроструктура композитів однорідна на рівні розміру зерна cBN (0,5 – 3 мкм). Просочення кобальту з твердосплавної підкладки в композитний шар забезпечило міцний зв'язок між частинами двошарових пластин. Одержані композити конкурентоспроможні при фінішній обробці загартованих сталей та спецсплавів. При обробці загартованої сталі ХВГ твердістю 59 – 62 HRC в режимі гладкого точіння різальні пластини з досліджуваних PCBN композитів показали високу зносостійкість, їх працездатність відповідала працездатності еталонних виробів компанії Element Six.

2. Amid the rapid development of the energy, machine-building, and aerospace industries, there is a growing demand for tools made from materials capable of withstanding high mechanical loads, operating at high temperatures, and exhibiting high wear resistance. One such material is cubic boron nitride (cBN), which is second only to diamond in hardness but is distinguished by its high thermal stability and chemical stability when machining ferrous alloys. The relevance of improving tool materials based on cubic boron nitride is driven by several factors. First, the demand for high-strength, difficult-to-machine, and hardened steels is growing in the machine-building industry, which necessitates the use of tool materials with enhanced wear resistance. Second, to ensure high-speed and high-precision machining of such materials, tools are required that provide minimal heat generation, stable cutting edge geometry, and a long service life under continuous operation. Third, there is always a trend toward reducing production costs, increasing efficiency, and lowering the cost of machining. Improving tool properties by adjusting machining parameters and optimizing material combinations will increase tool life. Producing samples on a cemented carbide substrate reduces the frequency of tool changes and minimizes downtime, thereby improving the economic efficiency of production. The relevance of improving tool materials based on cubic boron nitride stems from several factors. First, the demand for high-strength, difficult-to-machine, and hardened steels is growing in the machine-building industry, which necessitates the use of tool materials with enhanced wear resistance. Second, to ensure high-speed and high-precision machining of such materials, tools are required that minimize heat generation, maintain stable cutting edge geometry, and provide a long service life under continuous operation. Third, there is always a trend toward reducing production costs, increasing efficiency, and lowering the cost of machining. Improving tool properties by adjusting machining parameters and optimizing material combinations will increase tool life. Producing samples on a cemented carbide substrate reduces the frequency of tool changes and minimizes downtime, thereby improving the economic efficiency of production. This dissertation is devoted to solving a pressing scientific and technical problem, namely, the creation of wear-resistant bilayer composites for tooling applications from a cBN-based matrix combined with refractory titanium and aluminum compounds. As a result of the research, composites were produced in a cubic six-punch

press; sintering took place on a cemented carbide substrate under high pressure and temperature. This paper examines the theoretical and practical foundations of the formation of composites based on cubic boron nitride of the BH and BL groups, which are used in the manufacture of cutting tools. As a result of this dissertation work, superhard PCBN composites of the BL group for tool applications (cBN-TiC-Al, cBN-TiN-Al, and cBN-TiCN-Al systems) were developed. The composites were produced using a ZR800 six-punch press at a force of 330 MN. Sintering of the composite layer was performed on a cemented carbide substrate at a pressure of 5.5 GPa and a temperature of 1850 K. The composite layer was characterized by a structure reinforced by reaction products, high hardness, and crack resistance. The microstructure of the composites is homogeneous at the cBN grain size level (0,5 – 3 μm). Cobalt diffusion from the cemented carbide substrate into the composite layer ensured a strong bond between the components of the two-layer inserts. The resulting composites are competitive in the finishing machining of hardened steels and special alloys. When machining hardened 105WCr6 steel with a hardness of 59–62 HRC in a smooth turning mode, the cutting inserts made from the studied PCBN composites demonstrated high wear resistance; their performance was comparable to that of reference products from Element Six.

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: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Turkevich, V. Z., Bezhenar, M. P., Patsyk, A. M., Turkevych, D. V. (2024). Thermodynamic Calculation of the Al-B-N Phase Diagram at Pressures up to 9 GPa. *Journal of Superhard Materials*, 46(3), 163-168. DOI: <https://doi.org/10.3103/S1063457624030109>.
- М. Беженар, А. Пацик, Я. Романенко, О. Соколов, О. Лещук (2023). Кубічний апарат високого тиску і його можливості щодо генерації тиску. *Інструментальне матеріалознавство*, 26(1), 127-132. DOI: <https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-127-132>.
- Микола БЕЖЕНАР, Олександр СОКОЛОВ, Андрій ПАЦИК, Ярослав РОМАНЕНКО (2024). Структура і властивості PCBN композитів системи cBN-TiN, одержаних в кубічному апараті високого тиску. *Інструментальне матеріалознавство*, 27(1), 129-140. DOI: <https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-129-140>.
- О.О. Лещук, О.П. Людвіченко, А.М. Пацик, М.П. Беженар, О.М. Соколов (2024). Дослідження теплових умов у кубічній комірці високого тиску за вольт-амперними характеристиками режиму реакційного спікання системи cBN-Al. *Інструментальне матеріалознавство*, 27(1), 141-153. DOI: <https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-141-153>.
- Андрій ПАЦИК, Микола БЕЖЕНАР (2025). Термодинамічний аналіз хімічної взаємодії при одержанні PCBN композитів реакційним спіканням з алюмінієм за високого тиску. *Інструментальне матеріалознавство*, 28(1), 258-266. DOI: <https://doi.org/10.33839/2708-731X-28-1-258-266>.
- Микола БЕЖЕНАР, Олександр СОКОЛОВ, Андрій ПАЦИК, Ярослав РОМАНЕНКО (2025). Тріщиностійкість PCBN композитів, визначена методом індентування пірамідою Віккерса. *Інструментальне матеріалознавство*, 28(1), 291-302. DOI: <https://doi.org/10.33839/2708-731X-28-1-291-302>.
- А.М. Пацик. Кубічний апарат високого тиску і його можливості по генерації тиску. Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування тези доповідей Дванадцятої

конференції молодих вчених та спеціалістів (19–20 жовтня 2023 року) Київ, Україна, с. 29 –31.

- Беженар М.П., Романенко Я. М., Пацик А.М., Про переваги та недоліки полікристалів кубічного нітриду бору системи cBN–Al, залежно від їх фазового складу. Збірник тез «НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ». Тези доповідей всеукраїнської науково-технічної конференції (14-16 листопада 2023 р.), м. Дніпро. — Дніпро: ІЧМ ім.З.І. Некрасова, С.67.
- Романенко Я. М., Пацик А.М., Беженар М.П. Термодинаміка хімічної взаємодії кубічного нітриду бору з алюмінієм і тугоплавкими сполуками титану. Збірник тез «НАУКА І МЕТАЛУРГІЯ». Тези доповідей всеукраїнської науково-технічної конференції (14-16 листопада 2023 р.), м. Дніпро. — Дніпро: ІЧМ ім.З.І. Некрасова, С.71.
- Андрій Пацик, Ярослав Романенко. Вплив спікання порошків кубічного нітриду бору на твердосплавній підкладці на розподіл кобальту в робочому шарі PCBN композиту. Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики ЄВРИКА-2024. Тези доповідей. (14-16 травня 2024 року), Львів, Україна, С. 22.
- Ярослав Романенко, Андрій Пацик. Термодинамічні розрахунки для визначення умов одержання полікристалів з різними комбінаціями фазового складу шихти системи cBN – Al (Ti, Co, Ni). Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики ЄВРИКА-2024. Тези доповідей. (14-16 травня 2024 року), Львів, Україна, С. 23.
- Bezhenar Mykola Pavlovych, Romanenko Yaroslav Mykhailovych, Patsyk Andrii Mykolaiovych, Sokolov Oleksandr Mykolaiovych, Harhyn Vladyslav Herasymovych. SINTERING OF COMPOSITES IN cBN–TiCN AND cBN–TiCN–Al SYSTEMS. Current trends in scientific research development. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Boston, USA. 2024. Pp. 89-95.
- Беженар М.П., Романенко Я. М., Пацик А.М. Структурне конструювання надтвердих PCBN композитів BL групи. Міжнародна наукова конференція «Механіка: сучасність і перспективи – 2024». Матеріали доповідей (7-11 жовтня 2024), Київ, Україна, С. 11-12.
- Беженар М.П., Романенко Я. М., Пацик А.М. Фазовий склад та властивості полікристалів cBN–Al в залежності від умов одержання. Міжнародна наукова конференція «Механіка: сучасність і перспективи – 2024». Матеріали доповідей (7-11 жовтня 2024), Київ, Україна, С. 13-14.
- Беженар М.П., Романенко Я. М., Пацик А.М., Соколов О.М. Міграція кобальту в робочий шар PCBN композиту спечений на твердосплавній підкладці Міжнародна наукова конференція «Механіка: сучасність і перспективи – 2024». Матеріали доповідей (7-11 жовтня 2024), Київ, Україна, С. 15-16.
- Mykola Bezhenar, Yaroslav Romanenko, Andriy Patsyk, Oleksandr Sokolov Formation of the structure of superhard PCBN composites in the cBN–TiN–Al system during high-pressure reactive sintering. Book of abstracts. IX International Materials Science Conference. HighMatTech-2025 (October 6-10 2025), Kyiv, Ukraine, p. 48.
- Андрій ПАЦИК, Микола БЕЖЕНАР, Ярослав РОМАНЕНКО. Визначення твердості PCBN композитів BL групи, оцінка надійності одержаних результатів, акцентування уваги на методичних проблемах при вимірюванні. Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування тези доповідей Тринадцятої конференції молодих вчених та спеціалістів (24 жовтня 2025 року) Київ, Україна, с. 22 –23
- Беженар М.П., Пацик А.М., Соколов О.М., Романенко Я.М. Нові PCBN композити BL групи – прогресивні інструментальні матеріали для фінішної обробки загартованих сталей. Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті. Матеріали 26 Міжнародного науково-технічного семінару, 31березня–02 квітня 2026 р. – Київ: АТМ України; Житомир “Рута”, 2026. с. 14-16
- Пацик А.М., Беженар М.П., Романенко Я.М., Соколов О.М. Формування фазового складу PCBN композитів системи cBN–TiC–Al. Сучасні питання виробництва та ремонту в промисловості і на транспорті. Матеріали 26 Міжнародного науково-технічного семінару, 31березня–02 квітня 2026 р. – Київ: АТМ України; Житомир “Рута”, 2026. с. 99-101.

- Mykola Bezhenar, Andrii Patsyk, Yaroslav Romanenko, Oleksandr Sokolov. Mechanism of phase composition formation in PCBN composites during high-pressure sintering of cBN with refractory titanium compounds and aluminum. Xth International Samsonov Conference Materials Science of Refractory Compounds (MSRC-2026): Book of abstracts, Kyiv, Ukraine, 25-28 May 2026 / UMRS. Kyiv, Ukraine, 2026. P.31.
- Mykola Bezhenar, Andrii Patsyk, Yaroslav Romanenko, Oleksandr Sokolov. The influence of the phase composition of PCBN composites of the BL group on the formation of a strong bond between the carbide substrate and the composite layer. Xth International Samsonov Conference Materials Science of Refractory Compounds (MSRC-2026): Book of abstracts, Kyiv, Ukraine, 25-28 May 2026 / UMRS. Kyiv, Ukraine, 2026. P.32.
- Mykola Bezhenar, Andrii Patsyk, Yaroslav Romanenko, Oleksandr Sokolov. Hardness and fracture toughness are important quality characteristics of PCBN composites. Xth International Samsonov Conference Materials Science of Refractory Compounds (MSRC-2026): Book of abstracts, Kyiv, Ukraine, 25-28 May 2026 / UMRS. Kyiv, Ukraine, 2026. P.33.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0122U000404 (НДР за темою 0138) та НДР за темою 0140

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Беженар Микола Павлович
2. Mykola P. Bezhenar

Кваліфікація: д. т. н., с.н.с., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Туркевич Володимир Зіновійович
2. Volodymyr Z. Turkevych

Кваліфікація: д. х. н., професор, академік НАН України, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1441-4269

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лобода Петро Іванович

2. Petro I. Loboda

Кваліфікація: д. т. н., професор, академік НАН України, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6718-9635

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. Згалат-Лозинський Остап Броніславович

2. OSTAP B. ZGHALAT-LOZYNSKYI

Кваліфікація: д. т. н., член-кор. НАН України, 05.16.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7013-5010

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05416930

Місцезнаходження: вул. Омеляна Пріцака, Київ, 03142, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваленко Тетяна Вікторівна

2. Tetiana V. Kovalenko

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4878-5161

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кайдаш Оксана Миколаївна

2. Oksana M. Kaidash

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.02.01

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8879-3425

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417377

Місцезнаходження: вул. Автозаводська, Київ, 04074, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Лисаковський Валентин Володимирович

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

Лисаковський Валентин Володимирович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Пацик Андрій Миколайович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна