# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0825U001423

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 30-04-2025

**Статус:** Наказ про видачу диплома

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:** № НСВС_56_25 від 08.07.2025

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Шеремет Віталій Ігорович

2. Sheremet Vitalii I.

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**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:** Матеріалознавство

**Дата захисту:** 18-06-2025

**Спеціальність за освітою:** Матеріалознавство

**Місце роботи здобувача:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 8633

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, 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, буд. 37, 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:** 53.39.03.13, 53.39.03.17, 55.09.35.19, 81.09.03, 53.81.36

**Тема дисертації:**

1. Закономірності формування структури та фізико-механічних властивостей твердих сплавів WC-Co в умовах ізостатичного тиску

2. Regularities of the formation of the structure and physicomechanical properties of WC-Co cemented carbides under isostatic pressure

**Реферат/анотація:**

1. Дисертаційна робота присвячена дослідженню закономірностей впливу холодного ізостатичного пресування (ХІП) неспечених компактів вольфрамокобальтових твердих сплавів на формування структури, кінетику фазоутворення, комплекс фізико-механічних властивостей та експлуатаційні характеристики спечених виробів з цих матеріалів. Особливу увагу приділено пошуку технологічних прийомів підвищення експлуатаційних властивостей спечених виробів застосуванням обробки високим гідростатичним тиском (ВГТ). Встановлено, що актуальною задачею є створення наукових та практичних засад щодо розвитку технології одержання та обробки твердих сплавів, яка б забезпечувала підвищення рівня комплексу фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик і була б позбавлена недоліків, притаманних

усталеним методам. Виходячи з визначених закономірностей, обґрунтовано вибір оптимального тиску ХІП, який забезпечує найвищу щільність компакту, формування структури пресовок твердих сплавів з більш дрібними частинками WC та підвищення рівня залишкових напружень у WC. Досліджено взаємозв'язок між зміною напружено-деформованого стану компактів твердих сплавів WC-8Co і WC-15Co, одержаних ХІП, та кінетикою процесів фазоутворення під час їх спікання. Показано, що на відміну від спечених пресовок твердих сплавів WC-8Co і WC-15Co, одержаних одновісним пресуванням, в яких кобальт переважно знаходився в ГЦК поліморфній модифікації, кобальт в сплавах ідентичного хімічного складу, які піддавали ХІП перед спіканням, переважно знаходився в ГЩП поліморфній модифікації. Результати рентгеноструктурного аналізу свідчать про зміну співвідношення інтенсивностей дифракції площин гексагональної ґратки WC та сумарної інтенсивності дифракції площин ГЦК-Co в сплаві WC-8Co-0,3VC, одержаного ХІП, порівняно зі сплавом, одержаним одновісним пресуванням, що вказує на зменшення середнього розміру зерен WC та зміну розподілу кобальтової зв'язуючої в структурі композиту, одержаного із застосуванням ХІП. Встановлено, що зміна поліморфної модифікації з ГЦК на ГЩП значного об'єму кобальту та зменшення середнього розміру зерен WC у твердому сплаві WC 8Co, одержаного із застосуванням ХІП, призвело до підвищення твердості та границі міцності композиту порівняно зі сплавом, одержаним одновісним пресуванням. Показано, що ХІП сплаву, легованого інгібітором росту зерен, сформувало умови, що забезпечили утворення бімодальної структури спеченого композиту з гомогенними областями зв'язуючої фази – осередками кобальту. Встановлено, що зі зменшенням середнього розміру зерен WC у сплаві, який піддавали ХІП, на ряду зі збереженням тенденції підвищення твердості нетипово, як для сплавів, легованих інгібіторами росту зерен, тріщиностійкість композиту зросла в 1,5 рази порівняно зі сплавом WC-8Co-0,3VC, одержаного одновісним пресуванням. Виявлено, що ініційована ХІП зміна типу кристалічної ґратки з ГЦК на ГЩП в об'ємі кобальту твердого сплаву WC-15Co відобразилася на зниженні здатності композиту до супротиву утворенню та поширенню тріщини, однак призвела до підвищення границі міцності та твердості композиту. Проведено оцінку зносостійкості інструментів з твердих сплавів WC-6Co, WC-8Co та WC-15Co, одержаних ХІП, під час їх випробування в найбільш типових умовах експлуатації для кожної з досліджуваних марок. Встановлено, що в порівнянні з інструментом з твердих сплавів WC-6Co, WC-8Co та WC-15Co, одержаним одновісним пресуванням, інструмент з твердих сплавів, одержаний ХІП, показав кращу стійкість до зношування під час його експлуатаційного випробування. Показано, що у сплавах, одержаних ХІП, завдяки зміні фазового складу, напружено-деформованого стану та структури, переважаючим був принципово відмінний механізм зношування порівняно зі сплавами, одержаними одновісним пресуванням. Пластична деформація поверхневих шарів бурового, ріжучого та деформуючого інструменту з подальшим відшаруванням деформованого об'єму матеріалу під час адгезійного типу зношування була притаманна сплавам, одержаним одновісним пресуванням, поступове абразивне зношування поверхневих шарів інструменту з подальшим викришуванням окремих зерен WC – для сплавів, одержаних ХІП. Запропоновано спосіб обробки твердих сплавів високим гідростатичним тиском (ВГТ). Показано, що обробка ВГТ твердого сплаву WC-15Co ініціює мартенситне фазове перетворення в зв'язуючій складовій, що супроводжується збільшення кількості ГЩП поліморфної модифікації кобальту у композиті. Виявлено, що обробка ВГТ формує градієнтний розподіл властивостей по об'єму композиту, так, зміни, спричинені обробкою, найсильніше проявляються на поверхні сплаву та менш виражені в його об'ємі у міру віддалення від поверхні. Експериментально встановлено, що обробка ВГТ твердого сплаву WC-15Co підвищує його границю міцності, твердість та зносостійкість.

2. The PhD thesis is devoted to the study of the regularities of the influence of cold isostatic pressing (CIP) of unsintered compacts of WC-Co cemented carbides on the formation of structure, phase formation kinetics, a set of physical and mechanical properties, and performance characteristics of sintered products from these materials. Particular attention is paid to the search for technological methods to improve the performance properties of sintered products by applying high hydrostatic pressure (HHP) treatment. Thus, it has been established that an actual objective is to create scientific and practical principles for the development of the cemented carbides production and processing technology which would ensure an increase in the level of physical and mechanical

properties and performance characteristics and would be devoid of the disadvantages inherent in conventional methods. Based on the established dependencies, the choice of the optimal CIP pressure is substantiated, which ensures the highest density of the compact, the formation of the cemented carbides structure with smaller WC particles, and an increase in the level of residual stresses in WC. The correlation between the change in the stress-strain state of WC-8Co and WC-15Co cemented carbides compacts produced by CIP and the kinetics of phase formation processes during their sintering was investigated. It is shown that unlike the sintered cemented carbides compacts of WC-8Co and WC-15Co produced by uniaxial pressing, in which cobalt was mainly in the FCC polymorphic modification, cobalt in composites of identical chemical composition that were subjected to CIP before sintering was mainly in the HCP polymorphic modification. The XRD analysis results indicate a change in the ratio of diffraction intensities of the WC hexagonal lattice planes and the total diffraction intensity of the FCC-Co planes in the WC-8Co-0.3VC cemented carbide produced by CIP compared to the composite produced by uniaxial pressing, indicating a decrease in the average WC grain size and a change in the distribution of the cobalt binder in the structure of the composite produced by applying CIP. It was found that the change in polymorphic modification from FCC to HCP of a significant amount of cobalt and a decrease in the average grain size of WC in the WC 8Co cemented carbide produced by using CIP led to an increase in the hardness and strength of the composite compared to the alloy obtained by uniaxial pressing. It is shown that the CIP of the cemented carbide with the addition of VC grain growth inhibitor formed conditions that ensured the formation of a bimodal structure of the sintered composite with homogeneous areas of the binder phase - cobalt pools. It was found that with a decrease in WC average grain size in the composite that were subjected to CIP as well as the tendency to increase hardness atypically as for cemented carbides with grain growth inhibitors the crack resistance of the composite increased by 1,5 times compared to the WC-8Co-0.3VC cemented carbide produced by uniaxial pressing. It was found that the change in the type of crystal lattice from FCC to HCP of a significant amount of cobalt of WC-15Co cemented carbide initiated by CIP affected the decrease in the ability to resist crack formation and propagation but led to an increase in the strength and hardness of the composite.It has been established that in comparison with the tools made of WC-6Co, WC-8Co, and WC-15Co cemented carbides produced by uniaxial pressing, the cold isostatically pressed tools made of identical chemical composition composites showed better wear resistance during its operational testing. Plastic deformation of the surface layers of drilling, cutting, and deforming tools with subsequent delamination of the deformed material volume during adhesive wear was inherent in the composites produced by uniaxial pressing, and gradual abrasive wear of the tool surface layers with subsequent crumbling of individual WC grains was typical for the composites produced by CIP. The method for cemented carbides processing by high hydrostatic pressure (HHP) is proposed. It is shown that the HHP treatment of WC-15Co cemented carbide initiates a martensitic phase transition in the binder component which is accompanied by an increase in the number of HCP polymorphic modification of cobalt in the composite. It was found that the HHP treatment forms a gradient distribution of properties over the volume of the composite, so the changes caused by the treatment are most pronounced on the surface of the composite and less pronounced in its volume as it moves away from the surface. It has been experimentally established that HHP treatment of WC-15Co cemented carbide increases its strength, hardness, and wear resistance of deforming tools made of this material.

**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:**

- Вплив обробки твердого сплаву WC-15Co високим гідростатичним тиском на зносостійкість оснащеного ним інструменту / Г. Я. Акимов, В. І. Шеремет, І. В. Андреєв [та ін.] // Надтверді матеріали. – 2025. – Т. 272, № 1. – С. 37–47.
- Cold Isostatic Pressing Effect on the WC-15 wt.% Co Hard Alloy Strength [Електронний ресурс] / V. I. Sheremet, G. Ya. Akimov [та ін.] // Strength of Materials. – 2024. – Т. 56, № 3. – С. 551–558. – Режим доступу: https://doi.org/10.1007/s11223-024-00670-4 (дата звернення: 30.11.2024). – Назва з екрана.
- Effect of Cold Isostatic Pressing and VC Grain Growth Inhibitor Addition on WC Grain Size and Mechanical Properties of WC-8Co Cemented Carbide [Електронний ресурс] / G. Ya. Akimov, V. I. Sheremet, I. V. Andreev [та ін.] // Journal of Mechanical Engineering. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 23–35. – Режим доступу: https://doi.org/10.24191/jmeche.v21i2.26252 (дата звернення: 30.11.2024). – Назва з екрана.
- The Structure and Mechanical Properties of WC–8 wt.% Co Hardmetal Produced by Cold and Hot Isostatic Pressing [Електронний ресурс] / G. Ya Akimov, I. V. Andreev, V. I. Sheremet [та ін.] // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2022. – Режим доступу: https://doi.org/10.1007/s11106-022-00290-0 (дата звернення: 29.11.2024). – Назва з екрана.
- The Effect of Cold Isostatic Pressing of Powder Billets Produced from the VK8 Hardmetal on its Hardness and Phase Composition After Sintering [Електронний ресурс] / G. Ya Akimov, I. V. Andreev [та ін.] // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2021. – Т. 60, № 3-4. – С. 142–149. – Режим доступу: https://doi.org/10.1007/s11106-021-00235-z (дата звернення: 29.11.2024). – Назва з екрана.
- Вплив тиску холодного ізостатичного пресування на твердість сплаву ВК8 / В. І. Шеремет, Г. Я. Акимов, І. Ю. Троснікова [та ін.] // Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп'ютерного конструювання матеріалів : XII Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених. – Київ, 2019. – С. 162–164.
- Закономірності впливу холодного ізостатичного пресування на властивості твердого сплаву ВК8 / В. І. Шеремет, Г. Я. Акимов, І. В. Андреєв [та ін.] // Сучасне матеріалознавство: фізика, хімія, технології : Шк.-конф. молодих вчен. СМФХТ – 2019. – Ужгород, 2019. – С. 237–239.
- Sheremet V. I. The influence of high pressures on microstructure and physical properties of WC-8 wt% Co hard alloy / V. I. Sheremet, I. Yu Trosnikova, G. Ya Akimov // HighMathTech 2019 : 6th international conference. – Київ, 2019. – С. 129.
- Вплив ХІП порошкової заготовки ВК8 перед спіканням на залишкові напруження в зернах карбіду вольфраму та твердість після її спікання / Г. Я. Акимов, В. І. Шеремет, І. В. Андреєв [та ін.] // Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування : Одинадцятої конф. молодих вчен. та спеціалістів. – Київ, 2020. – С. 36–38.
- Influence of the manufacturing technology of metal-ceramic WC-8%Co on its physical and mechanical propertie / G. Ya Akimov, I. Yu. Trosnikova, V. I. Sheremet [та ін.] // HighMathTech–2021. – Київ, 2021. – С. 7.
- Minimization of WC grain size in WC-8Co cemented carbides under combined action of cold isostatic pressing and VC grain growth inhibitor / G. Ya. Akimov, I. V. Andreev, V. I. Sheremet [та ін.] // Nanoobjects & Nanostructuring – 2022 : тези доповідей. – Львів, 2022. – С. 17.
- Effect of cold isostatic pressing pressure of 300 MPa on transverse rupture strength of sintered WC-3 wt.%Co and WC-15 wt.%Co cemented carbides [Електронний ресурс] / G. Ya. Akimov, I. V. Andreev, V. I. Sheremet [та ін.] // HighMatTech–2023. – Київ, 2023. – С. 53. – Режим доступу: https://umrs.org.ua/activities/conferences/highmattech-2023/boa/ (дата звернення: 29.11.2024). – Назва з екрана.
- Effect of high hydrostatic pressure treatment of cememted carbides WC-3Co, WC-6Co, and WC-15Co on their Vickers hardness [Електронний ресурс] / V. I. Sheremet, G. Ya. Akimov, I. V. Andreev [та ін.] // Materials science of refractory compounds : IXth international samsonov conference. – Київ, 2024. – Режим

доступу: https://doi.org/10.62564/m4-vs1330 (дата звернення: 04.12.2024). – Назва з екрана.

**Наукова (науково-технічна) продукція:** технології; матеріали

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; збільшення обсягів виробництва; економія енергоресурсів; економія матеріалів; зменшення зносу обладнання

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U100503, 0123U100934

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Троснікова Ірина Юріївна

2. Iryna Y. Trosnikova

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 05.16.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-1266-730X

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Акимов Геннадій Якович

2. Genadii Akimov

**Кваліфікація:** к.т.н., с.н.с., 01.04.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Донецький фізико-технічний інститут імені О. О. Галкіна Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05420497

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 46, Київ, 03680, 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. Майстренко Анатолій Львович

2. Anatolii L. Maistrenko

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5479-326X

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 05417377

**Місцезнаходження:** вул. Автозаводська, буд. 2, Київ, 04074, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Рудь Олександр Дмитрович

2. Oleksandr D. Rud

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0938-7884

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417331

**Місцезнаходження:** бульвар Академіка Вернадського, буд. 36, Київ, 03142, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:**

### Рецензенти

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Степанчук Анатолій Миколайович

2. Anatolii M. Stepanchuk

**Кваліфікація:** к.т.н., професор, 05.16.06

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0363-5226

**Додаткова інформація:**

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Карпець Мирослав Васильович
2. Myroslav V. Karpets

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9528-1850

**Додаткова інформація:** https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603056281; https://scholar.google.com.ua/citations?user=O8bZWsQAAAAJ

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

**Код за ЄДРПОУ:** 02070921

**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, 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** | Тітов Вячеслав Андрійович |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Тітов Вячеслав Андрійович |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | Шеремет Віталій Ігорович |
| **Реєстратор** | УкрІНТЕІ |

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




Юрченко Тетяна Анатоліївна