ВИТЯГ

з протоколу № 3 від 28.05.2025 р. наукового семінару секції № 1
Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

БУЛИ ПРИСУТНІ:
чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Бочечка О.О., д.х.н., с.н.с. Логінова О.Б., канд.т.н., ст.д. Старик С.П., канд.т.н., ст.дослідник Коваленко Т.В., канд.т.н., Супрун О.М., канд.т.н., с.н.с. Боримський О.І., канд.х.н., с.н.с. Занєвський О.О., канд.т.н., с.н.с. Ільницька Г.Д., д.т.н., с.н.с. Кайдаш О.М., канд.т.н., с.н.с. Кулаківський В.М., д.т.н., с.н.с. Лисаковський В.В., д.т.н., с.н.с. Петасюк Г.А., д.т.н., с.н.с. Петруша І.А., канд.т.н., с.н.с. Свердун В.Б., д.т.н., с.н.с. Фесенко І.П., канд.т.н., с.н.с. Цисар М.О.

СЛУХАЛИ:
Повідомлення аспіранта відділу №14 Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України Вєнікова Владислава Олександровича за матеріалами дисертаційної роботи «Вплив титанового покриття поверхні частинок алмазних порошків на формування зносостійких алмазних композитів, спечених за високого тиску», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Освітньо-наукова програма – Матеріалознавство.

Тему дисертаційної роботи «Вплив покриття з карбідоутворюючих елементів на поверхні частинок порошків алмазу на формування алмазних композитів, спечених за високого тиску» затверджено на засіданні Вченої ради ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України (протокол №1 від 27.01.2022) року) та перезатверджено на «Вплив титанового покриття поверхні частинок алмазних порошків на формування зносостійких алмазних композитів, спечених за високого тиску» на засіданні Вченої ради ІНМ НАН України (протокол № 3 від 03.04.2025 року).

Науковий керівник: член-кор. НАН України, професор, д.т.н., заступник директора з наукової роботи, зав. відділом № 14 ІНМ – Бочечка О.О.

В ОБГОВОРЕННІ БРАЛИ УЧАСТЬ:
д.х.н., с.н.с. Логінова О.Б., чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Бочечка О.О., канд.т.н., с.н.с. Боримський О.І., д.т.н., с.н.с. Лисаковський В.В., д.т.н., с.н.с. Петруша І.А.

УХВАЛИЛИ:
ПРИЙНЯТИ висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи в такому формулюванні:

1. **Актуальність теми дослідження**

Алмазні композиційні матеріали широко використовуються в промисловості з середини минулого століття, на кшталт бурового та лезового інструментів. Сучасні надтверді полікристалічні матеріали на основі алмазу належать до важливих матеріалів інструментального призначення завдяки своїм фізико-механічним властивостям. Проте алмазні композиційні матеріали мають низку властивостей, які обмежують їх застосування як матеріалу інструментального призначення, одними з яких є низька термостабільність та, відповідно, зносостійкість.

Виготовлення алмазних порошків в промислових масштабах відбувається в присутності розчинників вуглецю, а саме металів та сплавів на основі елементів групи заліза, на кшталт нікелю, кобальту та заліза. Проте, за умов роботи на повітрі де присутнє нагрівання вище 700°С, такі порошки та сформовані з них композити різко втрачають свої фізико-механічні властивості.

Перспективним напрямком у вдосконаленні композиційних матеріалів та інструментів на основі алмазу є формування на поверхні алмазних частинок покриттів з карбідоутворюючих елементів, які можуть при подальшому спіканні під дією високого тиску та температури утворювати стійкі сполуки з атомами карбону, що має підвищувати термостабільність та ступінь зв'язку між алмазними зернами. Одним з таких карбідоутворюючих елементів є титан, який окрім формування хімічного зв'язку з поверхнею алмазного порошку, є сорбентом кисню, що до певних температур запобігає графітизації алмазних частинок, оскільки він зв'язує основну його частину в системі алмаз-титан-кисень.

В цій праці досліджуються закономірності впливу титанового покриття, нанесеного методом CVT на поверхні частинок алмазних порошків систем росту Mg-Zn-B-C та Mg-Zn-C, оптимального зернового складу порошків, температури та тривалості спікання з них композитів на формування структури та фізико-механічних властивостей алмазних композитів, спечених за високого тиску. Використання карбідоутворюючих покриттів на поверхні алмазу вже досліджувалось в попередніх працях, проте дослідження ущільнення, структури, та складу композитів, сформованих з порошків цих систем, на які було нанесені покриття саме методом CVT, потребують подальших досліджень, та залишаються актуальними на сьогодні.

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

Роботу виконано в Інституті надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України в рамках державної науково-дослідної роботи № III–10–22 (тема 1463) «Формування структури полікристалів та композитів спіканням за високих тисків алмазних порошків, синтезованих в системах на основі магнію», та державної науково-дослідної роботи II-1-22 (тема 1230) «Композити, спечені за високого тиску з алмазних порошків різного генезису та cvd-алмазу, металізованих карбідоутворюючими металами, для робочих елементів інструментів різного функціонального призначення».

3. Наукова новизна отриманих результатів

1. Встановлено, що на етапі навантаження в АВТ зі збільшенням розміру порошків збільшується ступінь їхнього подрібнення під час набору тиску за кімнатної температури, що, в свою чергу, впливає на густину та пористість сформованих компактів. За вищого ступеню подрібнення порошку досягається менша пористість та більша густина.
2. Показано, що композити, сформовані з покритого титаном алмазного порошку некласифікованого продукту синтезу, краще ущільняються в порівнянні з аналогічними композитами, що були сформовані з алмазного порошку без покриття, як за кімнатної температури на стадії набору тиску, так і за високої температури на етапі спікання композитів за рахунок покращення ковзання частинок завдяки титановому прошарку між алмазними порошинками.
3. Встановлено, що титанове покриття алмазних порошків зменшує температуру, за якої досягається максимальне ущільнення композитів на 300±50 °С.

4. Показано, що завдяки ізолюючим та сорбуючим властивостям титану, нанесення його плівок на поверхню зерен алмазу запобігає взаємодії кисню, що міститься в порах, з поверхнею алмазу та подальшому його перетворенню на графіт та інші неалмазні фази вуглецю під час роботи інструмента до температури 1000 К за атмосферного тиску.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

В дослідженні встановлено основні механізми ущільнення полікристалів, виготовлених з алмазу, перекристалізованого в системах Mg-Zn-B-C та Mg-Zn-C, та встановлено механізми впливу на експлуатаційні властивості за умов їхнього використання в буровому інструменті; встановлено вимоги до підготовки порошків, покритих титаном, для подальшого формування полікристалів алмазу і використання в буровому інструменті, враховуючи вплив ущільнення та складу порошків на пошкодження та руйнування композитів цієї системи росту.

5. Апробація результатів дисертації

Основні результати дисертаційної праці були представлені на 4-ох конференціях, 3 з яких – міжнародні: 1. Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика:(Київ, 04–05 жовтня 2022). 2. International Research and Practice Conference "Nanotechnology and Nanomaterials". (25–27 August 2022. Lviv, Ukraine) 3. International Young Scientists Conferenceon Material Science and Surface Engineerin (Lviv, September 27–29, 2023).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Вєнікова В.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 8 наукових праць, у тому числі:

- 5 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 132 Матеріалознавство;
- 1 стаття у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus та/або Web Of Science Core Collection;
- 4 тези доповідей на наукових конференціях.

1. Чернієнко, О.І., **Вєніков, В.О.**, Лямцева, А.О., Филипович, А.Г., Бочечка, О.О. (2022). Ущільнення алмазних порошків з титановим покриттям під дією високого тиску за кімнатної температури. *Інструментальне матеріалознавство*: Київ, Україна. 25(1), 209–213. (Фахове видання України категорії Б). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі стиснення алмазних порошків за високого тиску, проведення вимірювання та розрахунків густини зразків.*

2. Бочечка, О.О., Чернієнко, О.І., Куриляк, Т.О., Филипович, А.Г.; **Вєніков, В.О.**, Лямцева, А.О. (2023). Ущільнення за високого тиску і високої температури алмазного порошку з титановим покриттям. *Інструментальне матеріалознавство*: Київ, Україна. 26(1), 141–146. (Фахове видання України категорії Б). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі стисненням алмазних порошків за високого тиску та високої*

температури, вимірювання та розрахунки густини зразків, проведення досліджень структури та елементного складу поверхні зразків.

3. Бочечка, О. О., Петасюк, Г. А., Чернієнко, О. І., Гаврилова, В. С., **Вєніков, В. О.**, Лямцева, А. О., & Кущ, О. В. (2023). Застосування морфометричних характеристик для оцінки впливу високого тиску на алмазні порошки різного зернового складу на етапі навантаження АВТ та під час спікання. *Інструментальне матеріалознавство*, 26(1), 147-156. (Фахове видання України категорії Б). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні та підготовці експериментів зі стиснення алмазних порошків за високого тиску, проведення ситового аналізу сумішей порошків до дії високого тиску, дроблення вихідних фракцій для отримання частинок < 40- мкм*

4. Бочечка, О. О., Куриляк, Т. О., Чернієнко, О. І., Каменських, Д. С., Филипович, А. Г., **Вєніков, В. О.** & Лямцева, А. О. (2024). Термодинамічна оцінка взаємодії в системі C–Ti–O під час спікання за високого тиску алмазного порошку з титановим покриттям зерен алмазу. *Інструментальне матеріалознавство*, 27(1), 154–163. (Фахове видання України категорії Б) *Особистий внесок здобувача: рентгенівський фазовий аналіз спечених алмазних полікристалів, ідентифікація та підтвердження фазового складу.*

5. **Вєніков, В.О.** (2024). Вплив модифікації алмазних частинок карбідоутворюючими покриттями на властивості алмазних композитів. *Інструментальне матеріалознавство*: Київ, Україна. 27(1), 202–206. (Фахове видання України категорії Б). *Особистий внесок здобувача: пошук та аналіз актуальних літературних джерел; аналіз та формулювання сучасного стану проблеми щодо впливу титанового покриття на поверхні алмазних частинок.*

6. **Vienikov, V.O.**, Bochechka, O.O., Chernienko, O.I., Osipov, O.S., Bilorusets, V.V., Liamtseva, A.O., & Melniychuk, Y.O. (2025). Effect of Titanium Coating Modification of Diamond Powder Grains on the Formation of a Polycrystalline Composite under High Pressure and High Temperature. *Journal of Superhard Materials*, 47(3), 193–197. https://doi.org/10.3103/s1063457625030104 (Видання науково-метричної бази Scopus). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі спікання алмазних композитів, побудування залежності густини зразків від часу спікання, вимірювання твердості, дослідження поверхні та елементного складу зразків.*

7. Чернієнко, О. І., **Вєніков, В. О.**, Лямцева, А. О., Филипович, А. Г., & Бочечка, О. О. (2022). Пористість компактів, сформованих з алмазних порошків з титановим покриттям під дією високого тиску за кімнатної температури. *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 22-ї Міжнародної науково-практичної конференції* (с. 77-78). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі стиснення алмазних порошків за високого тиску, проведення вимірювання та розрахунків густини зразків.*

8. Чернієнко, О. І., **Вєніков, В. О.**, Лямцева, А. О., Куриляк, Т. О. & Филипович, А. Г., (2023). Кінетика ущільнення спечених полікристалів, алмазних порошків синтезованих в системі Mg–Zn-B-C з титановим покриттям. *Надтверді, композиційні матеріали та покриття: отримання, властивості, застосування: Матеріали 12-ї конференції молодих вчених та спеціалістів* (с. 13–15). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі стисненням алмазних порошків за високого тиску та високої температури, вимірювання та розрахунки густини зразків, проведення досліджень структури та елементного складу поверхні зразків, безпосередній виступ на конференції.*

9. Bochechka, O. O., Chernienko, O. I., Kushch, O. V., **Venikov, V. O.** & Havrylova, V.S. (2022). Intensification of the compaction process of diamond nanopowder under high pressure

and high temperature. *International Research and Practice Conference "Nanotechnology and Nanomaterials"* (p. 104-105). *Особистий внесок здобувача: попередній відпал сировини для формування алмазних композитів, участь в проведенні експериментів зі спікання полікристалів.*

10. Cherniyenko, O. I., Bochechka, O. O., **Vienikov, V. O.** & Liamtseva A. O. (2023). Kinetics of the Densification of Polycrystals Sintered by the HPHT Method from Diamond Powder Synthesized in the System Mg–Zn-B-C Coated by Titanium. *Materials Science and Surface Engineering: MSSE2023 Proceedings* (p. 31–33). *Особистий внесок здобувача: участь в проведенні експериментів зі стисненням алмазних порошків за високого тиску та високої температури, вимірювання та розрахунки густини зразків, проведення досліджень структури та елементного складу поверхні зразків, безпосередній виступ на конференції.*

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 Вєнікова В.О. «Вплив титанового покриття поверхні частинок алмазних порошків на формування зносостійких алмазних композитів, спечених за високого тиску», 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 висувають до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України «Матеріалознавство» зі спеціальності 132 Матеріалознавство.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Вплив титанового покриття поверхні частинок алмазних порошків на формування зносостійких алмазних композитів, спечених за високого тиску», подану Вєніковим Владиславом Олександровичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.
2. Вченій раді ІНМ ім. В.М. Бакуля утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі :

Голова:
д.т.н., проф., зав. відділу №6 «Технології формування структурованих інструментальних композитів» ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України.
Пащенко Євген Олександрович

Члени:
Рецензенти:

1. д.т.н., с.н.с., завідувач відділу № 13 «Монокристалів надтвердих матеріалів» ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України.

Лисаковський Валентин Володимирович

2. д.т.н., с.н.с. відділу №1 «Створення надтвердих матеріалів при високих тисках» ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України.

Петруша Ігор Андрійович

Опоненти:

1. д.ф-м.н., проф., зав. відділу «Фізики дисперсних систем» Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова Національної академії наук України.

Рудь Олександр Дмитрович

2. к.т.н., с.н.с. відділу № 48 «Фізико-хімія і технології наноструктурної кераміки та нанокомпозитів» та лабораторії № 48 «Наноструктурованих матеріалів на основі тугоплавких сполук» Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України

Тимошенко Ярослав Григорович.

Головуючий на засіданні,
д.т.н., с.н.с.
завідувач відділу № 13 ІНМ Валентин ЛИСАКОВСЬКИЙ

Сектретар секції,
к.т.н., ст.дослідник відділу № 13 ІНМ Тетяна КОВАЛЕНКО

підпис д.т.н. Валентина Лисаковського та к.т.н. Тетяни Коваленко засвідчую
Вчений секретар ІНМ НАН України
к.т.н., ст. дослідник Володимир СМОКВИНА