

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Фізико-технологічного інституту
металів та сплавів НАН України,
член-кореспондент НАН України



Анатолій НАРІВСЬКИЙ

12 листопада 2025 р.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи **Щерецького Володимира Олександровича** «Теоретичні та прикладні основи використання дисперсних частинок для керування структурою та властивостями сплавів і композиційних матеріалів», що подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.04 «Ливарне виробництво»

«04» листопада 2025 року, протокол № 5 наукового семінару
Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України

1. Актуальність теми дослідження.

Актуальність теми дослідження зумовлена сучасними тенденціями розвитку металознавства, за яких традиційні підходи до створення конструкційних матеріалів поступово вичерпують свій потенціал подальшого підвищення експлуатаційних властивостей. Класичне легування, що базується на формуванні дисперсних фаз шляхом введення хімічно активних елементів (Ti, Zr, Sc, тощо), хоча залишається ефективним, має низку фундаментальних обмежень. Зокрема, збільшення концентрацій легуючих елементів призводить до лікваційних процесів, анізотропії властивостей у великих виливках, утворення небажаних інтерметалідних фаз, а також суттєвого зростання собівартості через використання дорогих лігатур, що ускладнюють технології отримання дрібнодисперсної структури.

У цьому контексті використання екзогенних та ендогенних дисперсних частинок як металевої, так і неметалевої природи (карбіди, бори́ди, оксиди) відкриває нові можливості підвищення міцнісних, функціональних та спеціальних властивостей сплавів та композиційних матеріалів. Актуальність даного дослідження полягає не лише в заміні одного типу дисперсних включень іншим, але й у переосмисленні самого підходу до керування структурою металевих та композиційних матеріалів шляхом поєднання ливарних і порошкових технологій у єдиному гібридному процесі.

Особлива наукова і практична значущість роботи пов'язана з вирішенням ключових проблем дисперсійного зміцнення.

Запропоновано і обґрунтовано технологічні рішення, що забезпечують уникнення агломерації нанодисперсних частинок та їхнього нерівномірного розподілу в розплаві. Поєднання попередньої екструзії порошкових сумішей із подальшою ультразвуковою обробкою розплаву дозволяє запобігти коагуляції частинок та забезпечує їхнє стабільне засвоєння металевою матрицею.

На основі термодинамічного моделювання та даних синхронного термічного аналізу встановлено температурні інтервали та особливості взаємодії пар «частинка–розплав» (екзогенні WO_3 , MoO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , TiB_2 , TiC , WC , SiC , SiO_2 , MoC , ZrC та ендогенні AlB_2 , Al_2O_3 , ZrB_2 , Al_3Zr частинки). Це гарантує їхнє засвоєння розплавом і дозволяє уникнути небажаних фазових перетворень на міжфазній границі.

Показано, що стабільні неметалічні частинки, на відміну від інтерметалідних фаз, які схильні до розчинення, здатні збільшувати тривалість своєї дії та сприяють формуванню дрібнозернистої структури внаслідок усунення ефекту реколесценції, зумовленого зменшенням миттєвого теплового викиду, який призводить до дезактивації центрів кристалізації.

У роботі реалізовано повний замкнутий цикл досліджень – від синтезу ультрадисперсних частинок до втілення їх у металеву матрицю та розробки технологічних рішень для отримання готових виробів. Особлива увага приділена оптимізації енергетично-технологічних параметрів методів електричного вибуху провідників (ЕВП) та електроіскрового диспергування (ЕІД), які забезпечують отримання високооднорідних нанопорошків із заданими гранулометричним розподілом та фазовим складом.

Загалом, актуальність дослідження полягає у комплексному науково-технологічному підході до створення нового покоління металоматричних композитів, що передбачає перехід від емпіричного підбору легуючих добавок до цілеспрямованого конструювання матеріалів із використанням широкого спектра стабільних дисперсних частинок-інокуляторів. Такий підхід відкриває перспективи створення матеріалів, призначених для експлуатації в екстремальних умовах теплонапруженого стану, агресивних середовищ тощо, і розширення сфер їхнього застосування у високотехнологічних галузях: адитивному виробництві, авіаційній і космічній техніці, енергомашинобудуванні та сучасному машинобудуванні.

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

Дисертаційна робота виконана у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України та пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт: № 14-16-651 (№ держреєстрації 0117U002474) «Дослідження ливарних процесів та додаткових зовнішніх впливів на структуроутворення алюмоматричних композиційних виливків, виготовлених з використанням відходів композитів та мономатеріалів» – відомча тематика НАН України, 2014-2016 рр.; № III-12-17-674 (№ держреєстрації 0117U002685) «Закономірності формування композиційної структури внаслідок синтезу ендогенних армуючих частинок в розплавах на

мідній основі» – відомча тематика НАН України, 2017-2019 рр.; № II-4-15-664 (№ держреєстрації 0115U001461) «Шаруваті композиційні матеріали з наноструктурними ендогенним та екзогенними складовими багатофункціонального призначення» – цільова комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми створення нових наноматеріалів і нанотехнологій», 2015-2019 рр. ; № III-30-20-697 (№ держреєстрації 0223U001574) «Особливості формування композиційних шарів при контактному легуванні антифрикційних алюмінієвих сплавів розплавами свинцю та олова» – відомча тематика НАН України, 2020-2022 рр.; № II-4-15-677 (№ держреєстрації 0117U002683) «Розроблення нових литих багатошарових монолітно-металокерамічних-пористих композиційних матеріалів для пар тертя та елементів захисту спецтехніки» – Державна науково-технічна програма "Ресурс", 2017-2021 рр.; № II-11-20-700 (№ держреєстрації 0120U100135) «Наукові та технологічні засади процесів одержання литих композиційних і конструкційних матеріалів на основі алюмінію, зміцнених високоентальпійними газовими та дисперсними реагентами, введеними у розплав в рідкому та пароподібному стані» – цільовий науково-технічний проєкт НАН України «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень», 2020-2021 рр.; № II-14-20-703 (№ держреєстрації 0121U108147) «Створення ділянки виробництва фасонних каменелитих виробів для потреб хімічної та металургійної промисловості України», – науково-технічний проєкт НАН України 2021 р. Частина робіт виконувалася в рамках міжнародного спільного українсько-китайського науково-дослідного проєкту «Спільні дослідження фізико-металургійної взаємодії нанорозмірних порошків з розплавами при отриманні зварювальних алюмінієвих дротів» (№ держреєстрації 0120U103885, 0119U102358), 2019-2020 рр. в Інституті електрозварювання (ІЕЗ) ім. Є.О. Патона за керівництва Щерецького В.О.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1. Набула подальшого розвитку теорія інертної підкладки. Встановлено раніше невідомі закономірності впливу ультрадисперсних частинок-інокуляторів різної природи на міжфазну енергію системи «частинка–розплав». Показано, що частинки карбідів та оксидів розміром менше 200 нм за температур 700-800 °С є ефективними гетерогенними зародками кристалізації алюмінієвих сплавів завдяки пониженій поверхневій енергії. Встановлено, що вирішальними факторами їхньої дії є розмір і морфологія, тоді як кристалічна структура рівноважного стану має другорядне значення.

2. Створено ефективніші раціональні енергетично-технологічні режими електророзрядного синтезу (електричний вибух провідників, електроіскрове диспергування) дрових матеріалів W, Ti, Mo, Zr, які забезпечують стабільне одержання нанодисперсних карбідних та оксидних порошків у дистильованій воді та гексані з прогнозованим фазовим складом і контрольованим гранулометричним розподілом.

3. Вперше одержано комплексні дані термодинамічної та кінетичної стабільності ультрадисперсних екзогенних частинок (WO_3 , MoO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , TiB_2 , TiC , WC , SiC , SiO_2 , MoC , ZrC) та ендегенних зміцнювальних фаз (AlB_2 , Al_2O_3 , ZrB_2 , Al_3Zr) у взаємодії з розплавами алюмінію та міді. Вперше встановлено області їхньої стабільності та можливі шляхи міжфазних реакцій у твердому та рідкому станах на основі поєднання термодинамічних розрахунків і методів термічного аналізу.

4. Вперше проведено комплексні дослідження впливу ультрадисперсних екзогенних частинок (WO_3 , MoO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , MoC , ZrC) на структуроутворення, механічні та спеціальні властивості алюмінієвих сплавів. Встановлено ефективність різних типів частинок-інокуляторів як модифікаторів, здатних ініціювати зародкоутворення та зменшувати зернистість литої структури.

5. Вперше досліджено структуру та властивості композиційних матеріалів на основі алюмінієвих сплавів з ендегенними зміцнювальними фазами ZrB_2 , Al_3Zr та $\text{AlB}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, отриманими шляхом поєднання ливарних процесів з деформаційним обробленням, включаючи інтенсивне твердо-рідинне оброблення тертям із перемішуванням. Встановлено закономірності формування зміцненої структури та вплив створених фаз на механічні та функціональні властивості.

6. Вперше встановлено механізми та сформульовано наукові основи модифікування та зміцнення металевих сплавів стійкими нано-, субмікро- та мікророзмірними частинками, дія яких активується під час лиття, деформаційного, твердо-рідинного оброблення та в процесі з'єднання.

7. На основі одержаних результатів фундаментальних досліджень розроблено наукоємну комплексну технологію одержання композиційних лігатур і композиційних матеріалів, придатних для використання в якості вискоефективних модифікаторів структури в умовах лиття, з'єднання та твердо-рідинного оброблення.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертаційної роботи підтверджується комплексним застосуванням сучасних високоточних методів дослідження, доповнених авторськими методичними підходами та оригінальними аналітичними процедурами.

Для всебічної структурно-фазової характеристики матеріалів використано поєднання взаємодоповнюючих методів: рентгенівська дифрактометрія – для ідентифікації кристалічних фаз і оцінки фазових перетворень; трансмісійна електронна мікроскопія високої роздільної здатності (HRTEM) – для дослідження атомно-структурних характеристик ультрадисперсних частинок та їхньої взаємодії з матрицею на субнанометричному рівні з отриманням картин локальної електронної дифракції (SAED) та аналізом відстаней між кристалічними площинами методом зворотного швидкого перетворення Фур'є; сканувальна електронна

мікроскопія (РЕМ) – для встановлення морфології, форми, розмірів і просторового розподілу екзогенних та ендогенних частинок у об'ємі матеріалу.

Особливе значення має оригінальна методика синхронного термічного аналізу (СТА), застосована автором, що базується на послідовному математичному відніманні диференціальних кривих в режимі «зразок з корекцією» при багатоциклового нагріванні, що дозволило зареєструвати слабкі теплові ефекти взаємодії, які неможливо виявити стандартними методами ДСК. Це забезпечило високу чутливість до низькоенергетичних реакцій у системах «частинка–розплав» та дозволило дослідити твердфазну взаємодію дисперсних частинок з матричними сплавами.

Для кількісного визначення механічних властивостей на мікро- та нанорівні застосовано:

- наноіндентування, яке дозволило отримати локальні значення твердості та модулів пружності;
- метод Modulus Mapping, що забезпечило просторове картування механічних характеристик і дало змогу ідентифікувати внесок окремих зміцнювальних фаз у загальні властивості матеріалу.

Ливарні характеристики досліджено в умовах, що моделюють реальні процеси литва та з'єднання металевих матеріалів. Для цього використано два типи ливарних проб – клиноподібну та модифіковану форму Нехендзі–Купцова. Це дозволило оцінити вплив модифікаторів та дисперсних частинок як за умов традиційного лиття, так і в режимах, що моделюють високошвидкісні процеси з'єднання та локальної дії теплових потоків.

Важливою складовою забезпечення достовірності результатів є автоматизація аналізу мікроструктури за допомогою спеціалізованих програмних пакетів. Це підвищило точність, відтворюваність і об'єктивність вимірювання параметрів мікроструктури та мінімізувало вплив суб'єктивного фактору.

Таким чином, застосований комплекс сучасних експериментальних методів у поєднанні з авторськими методичними рішеннями та багаторівневою верифікацією даних забезпечує високу ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, сформульованих у дисертаційній роботі.

5. Теоретичне та практичне значення результатів роботи.

Теоретичне значення роботи полягає у з'ясуванні механізмів та обґрунтуванні наукових принципів модифікування і зміцнення металевих сплавів стійкими дисперсними частинками-інокуляторами нано-, субмікро- та мікророзмірного рівнів. Встановлено закономірності впливу технологічних параметрів диспергування металевих провідників у реакційних середовищах оксидів і карбідів, здійснюваних методами електричного вибуху провідників та електроіскрового диспергування, на фазовий склад, дисперсність та продуктивність отримуваних нанопорошків. Визначено раціональні режими синтезу ультрадисперсних частинок, які забезпечують максимальний вміст

необхідних фаз за стабільності перебігу процесу та контрольованого гранулометричного складу продуктів.

Сформовано методичні підходи до зберігання, підготовки та введення ультрадисперсних частинок у металеву матрицю, що гарантують збереження їхньої реакційної здатності та мінімізують втрати у процесі поєднання.

Розроблено та обґрунтовано концепцію гібридної ливарно-порошкової технології формування композиційних матеріалів, яка базується на механічній фіксації нанорозмірних частинок на поверхні мікрогранул металу розміром 100–200 мкм. Така технологія усуває проблему самокомпактування нанопорошків, зберігає їхні фізико-хімічні властивості та забезпечує доступність частинок до наступних фізико-хімічних реакцій у розплаві. Проміжні композиційні гранули можуть бути використані під час просочення, екструзії та пічного наплавлення, формуючи композиційні матеріали або спеціалізовані лігатури для модифікації алюмінієвих і мідних сплавів.

Практичне значення роботи полягає в ефективності підвищення експлуатаційних властивостей алюмінієвих і мідних матеріалів шляхом введення ультрадисперсних частинок різної природи. Значно покращуються трибологічні, механічні та корозійні характеристики матеріалу отриманого з допомогою:

- пічного наплавлення функціональних зміцнювальних шарів;
- використання композиційних лігатур;
- застосування гібридних порошково-ливарних технологічних рішень.

Практичну цінність отриманих композиційних матеріалів визначає можливість їхнього застосування в умовах підвищених температур, високої корозійної агресивності та інтенсивного сухого тертя, де традиційні ливарні і деформівні сплави не забезпечують необхідної довговічності та стабільності властивостей.

Показано, що композити, зміцнені ендегенними частинками, сформованими за допомогою ультразвукової обробки розплаву та технологій тертя з перемішуванням, становлять новий клас високофункціональних матеріалів. Вони поєднують низьку густину, високу міцність, пластичність, зносостійкість, корозійну стабільність і опір повзучості, що відкриває можливості їхнього використання в авіакосмічній техніці, машинобудуванні, енергетиці та сучасних технологіях формування матеріалів.

6. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Литво. Металургія» (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, м. Запоріжжя; 2022, м. Харків/м. Київ), Міжнародній науково-практичній конференції «Nanotechnology and Nanomaterials, NANO» (2014, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, м. Львів; 2017, м. Чернівці), 6-му Міжнародному молодіжному науковому форумі «Litteris et Artibus» та 5-й Міжнародній науковій конференції «Mechanical Engineering, Materials Science, Transport, MEMST» (2016, м. Львів), V Науковій конференції «Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології, НАНСИС» (2016, 2019, м. Київ),

Міжнародній науково-технічній конференції «Нові матеріали і технології в машинобудуванні» (2015, 2017, 2018, 2019, 2021 м. Київ), та V Міжнародній науково-технічній конференції «Зварювання та споріднені технології: перспективи розвитку» (2021, м. Краматорськ).

7. Оцінка змісту дисертації

Дисертаційну роботу виконано у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів Національної академії наук України.

Робота є результатом самостійних досліджень Щерецького В. О.

Дисертація складається із анотації, вступу, 9 основних розділів, переліку використаних джерел і додатків.

Аналіз сучасних проблем в області ливарних технологій і сучасного матеріалознавства дозволив чітко сформулювати мету та завдання дослідження, реалізація яких повною мірою відображена у положеннях наукової новизни. А їхнє детальне обґрунтування та результати викладено у висновках.

Кожен розділ дисертаційної роботи є логічно завершеним дослідженням, інтегрованим у єдину концептуальну схему, спрямовану на досягнення головної мети. Отримані аналітичні та теоретичні результати підтверджено експериментальними даними в рамках виконання комплексних досліджень.

Виклад матеріалу відповідає вимогам послідовності, доступності, а також стандартам наукової термінології та норм правопису.

Структура та зміст роботи повністю відповідають вимогам до дисертаційних досліджень на здобуття ступеня доктора наук, включаючи наявність обов'язкових додатків. Практична цінність дослідження підтверджується актами впровадження його результатів.

Зміст дисертації повністю відповідає чинним вимогам МОН України.

8. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертаційна робота Щерецького Володимира Олександровича визнана оригінальною роботою, не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

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

За темою дисертаційної роботи опубліковано 61 наукову працю: 1 глава в колективній монографії; 27 статей в фахових наукових журналах з них 13 індексуються міжнародними наукометричними базами Scopus та WoS (3 – рівня Q3, 6 – рівня Q2, 4 рівня – Q1 за рейтингом SCImago), 30 тез доповідей в збірках матеріалів міжнародних конференцій; 1 патент України на винахід та 2 на корисну модель.

Глава в колективній монографії:

1. Lobanov L. M., Syzonenko O. M., Holovko V. V., Tashev P., Lypian Ye. V., Prystash M. S., Torpakov A. S., Pashchin M. O., Mikhodui O. L., **Shcheretskyi V. O.** Pulsed-discharge treatment of the Al–Ti–C modification system. In: Wythers M. C. (ed.) *Advances in Materials Science Research*. Vol. 59. Nova Science Publishers, New York, 2023. ISBN 979-8-88697-570-3.

Особистий внесок: обробка та узагальнення результатів досліджень.

Статті, проіндексовані в міжнародних наукометричних базах даних:

2. **Shcheretskyi V. O.**, Zatulovskyi A. S., Shcheretskyi O. A. Thermal stability of nanoscale oxides and carbides of W and Zr in Cu-Al-Fe alloy. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2018. Vol. 90, № 2. С. 49–57. DOI: 10.5604/01.3001.0012.8383. (**Scopus, Q3**).

Особистий внесок: формулювання ідеї і задач дослідження, проведення експериментів, термофізичні дослідження зразків, аналіз результатів, формулювання висновків.

3. Li H., Li C., Qiao Y., Lu S., Wang F., Sun C., Jiao L., Zatulovskyi A., **Shcheretskyi V.** Preparation of in-situ ZrB₂/A356 composites and high-temperature tribological studies. *Materials Research Express*. 2022. Vol. 9, № 4. DOI: 10.1088/2053-1591/ac62b6. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: аналітичний огляд, аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків.

4. Jiao L., Zhang Q., Zhao Y., Li F., Wang B., Li H., Xu C., **Shcheretskyi V.** High-temperature friction wear behavior of (AlB₂ + Al₂O₃)/A356 composites regulated by acoustic-magnetic coupling field. *International Journal of Metalcasting*. 2023. DOI: 10.1007/s40962-023-01130-6. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: аналіз та наукова інтерпретація результатів експериментальних досліджень, формулювання висновків.

5. Li H., Han X., He W., Sun C., Zhang X., Wang G., Wang X., Qiao Y., Shcheretskyi O., **Shcheretskyi V.** Study on corrosion performance of friction stir processed AA6082-4 wt.% Al₃Zr in situ composites. *Journal of Materials Engineering and Performance*. 2025. Vol. 34. С. 7437–7453. DOI: 10.1007/s11665-024-09758-z. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: участь в формулювання ідеї і задач дослідження, науковий супровід і обробка результатів

6. Li H., Sun C., Wang F., Qiao Y., Li C., Xu P., Zatulovskiy A., **Shcheretskyi V.** Study on microstructure and mechanical properties of friction stir welding joints of in-situ Al₃Zr/AA6082 particle-reinforced aluminum matrix composites. *Archives of Metallurgy and Materials*. 2023. Vol. 68, № 3. С. 907–919. DOI: 10.24425/amm.2023.145454. (**Scopus, Q3**).

Особистий внесок: розробка методології дослідження та інтерпретація отриманих результатів.

7. Li H., Wang F., Lu S., Sun C., He W., Han X., **Shcheretskyi V.** Study of pulsed DC TIG welded joint's properties of Al₃Zr/a356 particle-reinforced

aluminium matrix composite. *International Journal of Metalcasting*. 2023. С. 1–11. DOI: 10.1007/s40962-022-00945-z. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: аналітичне дослідження літературних джерел та формулювання наукових висновків.

8. **Shcheretskyi V. O.**, Maliavin A. H., Shcheretskiy O. A., Korzhyk V. M., Peleshenko S. I., Alosyn A. A. The specific features of manufacturing corrosion-resistant fluorophlogopite products by electric arc melting with the use of carbide powder modifiers in conditions of small-scale production. *Science and Innovation*. 2023. Vol. 19, № 3. P. 82–93. DOI: 10.15407/scine19.03.082. (**Scopus, Web of Science, Q3**).

Особистий внесок: розробка методології дослідження, проведення експериментальної частини роботи та інтерпретація отриманих результатів.

9. Sun C., Li H., Wang F., Han X., He W., **Shcheretskyi V.** Study on the Microstructure and Mechanical Properties of ZrB₂/AA6111 Particle-reinforced aluminum matrix composites by friction stir processing and heat treatment. *International Journal of Metalcasting*. 2024. Vol. 18, № 1. С. 457–469. DOI: 10.1007/s40962-023-01029-2. (**Scopus, Web of Science, Q1**).

Особистий внесок: формулювання ідеї, задач дослідження і висновків.

10. Han X., Li H., He W., Wang G., Zhang X., Wang X., **Shcheretskyi V.**, Shcheretskyi O. Study on the microstructure and mechanical properties of hot rolled nano-ZrB₂/AA6016 aluminum matrix composites by friction stir processing. *Materials Today Communications*. 2024. Vol. 40. Art. 109815. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2024.109815. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: аналітичне дослідження літературних джерел, аналіз та обговорення результатів.

11. Jiao L., Zhao Y., Wang B., Wang Z., Zhang Q., Li H., **Shcheretskyi V.** Microstructure and creep properties of in situ ZrB₂/AA6016 composites assisted by ultrasonic treatment. *International Journal of Metalcasting*. 2024. Vol. 18, № 1. DOI: 10.1007/s40962-023-01035-4. (**Scopus, Web of Science, Q1**).

Особистий внесок: аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків.

12. Jiao L., Wang Z., Zhao Y., Li F., Wang B., Li H., Xu C., Zhang Q., **Shcheretskyi V.** Study on friction properties of in situ synthesized (AlB₂ + Al₂O₃)/A356 composite. *Journal of Materials Engineering and Performance*. 2024. Vol. 33, № 12. С. 6222–6236. DOI: 10.1007/s11665-023-08387-2. (**Scopus, Web of Science, Q2**).

Особистий внесок: участь у формулюванні завдань досліджень, наукова інтерпретація експериментальних результатів.

13. He W., Li H., Han X., Wang F., Jiao L., **Shcheretskyi V.** In situ particulate reinforced Al matrix composites: effect of the synergistic mechanism of ZrB₂ and Al₃Zr on tribological behavior. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*. 2025. Vol. 38. Art. 81. DOI: 10.1186/s10033-025-01243-5. (**Scopus, Web of Science, Q1**).

Особистий внесок: Аналіз та обговорення результатів, формулювання висновків.

14. Jiao L., Liu F., Li T., Wang M., Wang X., Zhao Y., **Shcheretskyi V.** Effect of Ultrasonic-Magnetic coupling fields and Pressure field on the Microstructure and Tensile Properties of in situ nano-(ZrB₂+Al₂O₃)/6016Al composites. International Journal of Metalcasting. 2025. DOI: 10.1007/s40962-025-01766-6. (**Scopus, Web of Science, Q1**).

Особистий внесок: аналіз та обговорення результатів, участь в формулюванні висновків

Статті в наукових фахових виданнях України:

15. Затуловский А. С., Косинская А. В., **Щерецкий В. А.**, Каранда Е. А., Лакеев В. А. Перспективы применения продуктов рециклинга металлических и неметаллических деталей при производстве алюмоматричных композиционных материалов. Металл и литье Украины. 2014. № 4. С. 29–33.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, металографічний аналіз та інтерпретація результатів.

16. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Щерецкий О. А. Упрочнение алюмоматричных композиционных материалов триботехнического назначения наноразмерными частицами циркония, молибдена и вольфрама. Процессы литья. 2015. № 3. С. 57–62.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду, триботехнічні дослідження та наукова інтерпретація результатів.

17. Затуловский А. С., Лакеев В. А., **Щерецкий В. А.**, Каранда Е. А. Рациональные технологии литья экономноармированных алюмоматричных композиционных заготовок. Процессы литья. 2015. № 4. С. 56–60.

Особистий внесок: участь в аналітичному огляді літератури, проведення металографічних досліджень та інтерпретація результатів.

18. Затуловский А. С., Лакеев В. А., Косинская А. В., **Щерецкий В. А.** Литые композиты с неметаллическими наполнителями на основе отходов промышленного производства. Процессы литья. 2016. № 5. С. 59–65.

Особистий внесок: проведення аналітичного огляду, одержання зразків, металографічні дослідження та фазовий аналіз.

19. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Лакеев В. А., Косинская А. В. Исследование процесса формирования переходных зон при изготовлении биметаллических изделий с плакирующим слоем из медноматричного композита. Процессы литья. 2017. № 4. С. 51–57.

Особистий внесок: участь в аналітичному огляді літератури, проведення металографічних досліджень та інтерпретація результатів.

20. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Малявин А.Г., Кузьменко А.А. Минеральное каменное литьё – прогрессивное направление литейного производства. Метал и литьё Украины. 2018. № 7–6. С. 41–46.

Особистий внесок: аналітичний огляд, участь у формулюванні наукових висновків, оформлення та підготовка тексту до публікації.

21. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Щерецкий А. А. Исследование взаимодействия наноразмерных оксидов вольфрама и циркония с медноматричными сплавами системы Cu–Al–Fe. Процессы литья. 2018. № 3. С. 41–49.

Особистий внесок: Участь у формулюванні наукових завдань, проведення термодинамічних розрахунків, формулювання висновків.

22. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.** Технология получения печной наплавкой композиционных слоистых материалов с функциональным триботехническим слоем, упрочнённым наноразмерными карбидами и оксидами. Процессы литья. 2019. № 4. С. 35–42.

Особистий внесок: розробка методології дослідження, проведення експериментальної частини роботи, інтерпретація отриманих результатів та формулювання висновків.

23. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Каранда О. А. Закономерности розшарування в системі «Cu–Fe–C–метал» та формування композиційної структури «мідна матриця – залізовуглецеві включення». Процессы литья. 2019. № 6. С. 59–66. DOI: 10.15407/plit2019.06.059.

Особистий внесок: розробка методології дослідження, проведення експериментальної частини роботи та інтерпретація отриманих результатів.

24. Коржик В. М., **Щерецкий В. О.**, Чайка А. А., Yi Jianglong. Розрахункова оцінка використання нанорозмірних частинок при модифікуванні литої структури металу шва. Автоматичне зварювання. 2020. № 2. С. 18–23. DOI: 10.37434/as2020.02.03.

Особистий внесок: проведення металографічних досліджень, термодинамічних розрахунків, інтерпретація отриманих результатів, формулювання висновків.

25. **Щерецкий В. О.**, Yi Jianglong, Чайка А. А., Юлюгін В. К., Дем'янов О. І. Вплив сумісного модифікування скандієм та цирконієм на ливарні властивості алюмінієвих сплавів системи Al–Mg–Cu. Процеси лиття. 2020. Т. 141, № 3. С. 19–26. DOI: 10.15407/plit2020.03.019.

Особистий внесок: розробка методології дослідження, проведення експериментальної частини роботи, проведення термодинамічних розрахунків, інтерпретація отриманих результатів, формулювання висновків.

26. Нарівський А. В., Затуловський А. С., Фікссен О. М., **Щерецкий В. О.**, Каранда О. А., Горюк М. С. Ефективність процесу електромагнітної обробки при виробництві гетерогенних ендегенних та екзогенних композитів на основі алюмінію. Процеси лиття. 2021. Т. 143, № 1. С. 3–10. DOI: 10.15407/лит2021.01.003.

Особистий внесок: проведення експериментальних та металографічних досліджень, інтерпретація отриманих даних, формулювання висновків.

27. Лобанов Л. М., Сизоненко О. М., Головки В. В., Ташев П., Липян Є. В., Присташ М. С., Торпаков А. С., Пашин М. О., Міходуй О. Л.,

Щерецький В. О. Розрядно-імпульсна обробка модифікатора системи Al–Ti–C. Автоматичне зварювання. 2021. № 5. С. 28–33. DOI: 10.37434/as2021.05.04.

Особистий внесок: проведення термічних досліджень, інтерпретація експериментальних результатів.

28. **Щерецький В. О.** Особливості застосування нанорозмірних частинок для модифікування структури металевих сплавів. Процеси лиття. 2024. Т. 157, № 4. С. 14–24. DOI: 10.15407/plit2024.04.014.

Патент на винахід:

29. Затуловський А. С., Малявін А. Г., **Щерецький В. О.**, Кузьменко О. А., Лакеев В. А. Кам'яне литво на основі фторфлогопіту та спосіб його одержання : пат. 122529 Україна, МПК C03C 10/16, C04B 30/00, C03B 32/02, B22D 7/06. Опубл. 25.11.2020, Бюл. № 22/2020.

Патенти на корисну модель:

30. Затуловський А. С., Щерецький О. А., **Щерецький В. О.**, Кузьменко О. А., Соловйова А. В. Спосіб одержання алюмоматричних композиційних матеріалів з ультрадисперсними структурними складовими. Патент України пат. 82877 Україна, МПК B22F3/26, C22C1/10. Опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16/2013.

31. Затуловський А. С., **Щерецький В. О.**, Лакеев В. А. Литий композиційний матеріал на основі мідного сплаву : пат. 127477 Україна, МПК C22C 1/10, C22C 21/00, C22B 21/00. Опубл. 10.08.2018, Бюл. № 15/2018.

Тези доповідей міжнародних науково-технічних конференцій, які засвідчують апробацію основних матеріалів дисертації на конференціях:

32. **Щерецький В. А.**, Щерецький А. А., Затуловський А. С. Алюмоматричные композиционные материалы триботехнического назначения, упрочненные наноразмерными частицами // Металлургия : матеріали Х Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 2014). Запоріжжя, 2014. С. 258–260.

33. **Shcheretskiy V. O.**, Zatulovskyi A. S., Shcheretskiy O. A. Arming affect of aluminum alloys with nanoscale nonmetallic particles // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2014) : abstract book of International research and practice conference (Lviv, Ukraine). Lviv, 2014. P. 264.

34. Затуловський А. С., **Щерецький В. А.** Триботехнические алюмоматричные композиционных материалы с ультрадисперсными карбидами и оксидами // Литье: Металлургия : матеріали Міжнар. конф. (м. Запоріжжя, 2015). Запоріжжя, 2015. С. 110–112.

35. Затуловський А. С., **Щерецький В. А.** Взаимодействие ультрадисперсных частиц карбидов с алюминиевой матрицей // Нові матеріали і технології в машинобудуванні : матеріали VII Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Київ, 2015). Київ, 2015. С. 61–62.

36. **Shcheretskiy V.**, Zatulovskyi A. Bulk Metal Matrix Composite Materials with Nanoscale Fillers // 6th International youth science forum “Litteris et Artibus” & 5th international academic conference “Mechanical Engineering,

Materials Science, Transport 2016” (MEMST-2016) : proceedings. (Lviv, Ukraine). Lviv, 2016. P. 322–324.

37. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.** Исследование зоны взаимодействия двухслойных композитов Fe–Cu на основе медных сплавов // Литье 2016 : матеріали XII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 2016). Запоріжжя, 2016. С. 96.

38. Затуловський А. С., **Щерецький В. О.** Металоматричні композиційні матеріали зміцнені нанорозмірними частинками // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2016) : тези V Наук. конф. (м. Київ, 1–2 груд. 2016 р.). Київ, 2016. С. 88.

39. **Щерецкий В. А.**, Затуловский А. С., Щерецкий А. А. К вопросу о стабильности ультрадисперсных частиц оксидов и карбидов в металломатричных композитах // Нові матеріали і технології в машинобудуванні : матеріали IX Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Київ, 2017). Київ, 2017. С. 204–206.

40. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.** Переходные зоны в биметаллических деталях с плакирующим слоем из медноматричного композита // Литво. Металургія. 2017 : матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя). Запоріжжя, 2017. С. 96–98.

41. Zatulovskiy A. S., **Shcheretskiy V. O.**, Shcheretskiy O. A. Study of thermal stability of nanosized tungsten carbides and oxides in copper matrix // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2017) : book of abstracts of International research and practice conference (Chemivtsi). 2017. P. 280.

42. **Щерецкий В. А.**, Затуловский А. С., Набока Е. А. Сравнительный анализ остаточных напряжений в биметаллических втулках с монометаллическим и композиционным плакирующим слоями // Литье. Металлургия 2018 : матеріали XIV Міжнар. спеціаліз. конф. (м. Запоріжжя, 2018). Запоріжжя, 2018. С. 211–212.

43. Затуловский А. С., **Щерецкий В. А.**, Ивашина М. И. Технологические и физико-механические свойства литых алюмоматричных композиционных материалов // Литье. Металлургия 2018 : матеріали XIV Міжнар. спеціаліз. конф. (м. Запоріжжя, 2018). Запоріжжя, 2018. С. 97–98.

44. **Щерецький В. О.**, Щерецький О. А., Затуловський А. С. Дослідження міжфазної взаємодії нанодисперсних порошків із сплавами на основі міді // Нові матеріали і технології в машинобудуванні : матеріали X Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Київ, 2018). Київ, 2018. С. 190–191.

45. **Shcheretskiy V. O.**, Zatulovskyi A. S., Shcheretskiy O. A. Formation of tribotechnical composite layer on the base of Cu–Al–Fe system reinforced with nanosized particles by liquid phase metallization method // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2018): book of abstracts of International research conference. (Lviv, Ukraine). Lviv, 2018. P. 212. ISBN 978-966-97694-0-4.

46. Затуловский А. С., Лакеев В. А., **Щерецкий В. А.** Литые гетерогенные композиты, армированные макро- элементами и эндогенными частицами, синтезированными в процессе жидкотвердой консолидации //

Литво. Металургія. 2019 : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 2019). Запоріжжя, 2019. С. 93–97.

47. **Щерецький В. О.**, Затуловський А. С. Одержання щільних нанокompозитів на основі бронз зміцнених дисперсними оксидами і карбідами // Литво. Металургія. 2019 : матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 2019). Запоріжжя, 2019. С. 229–231.

48. **Щерецький В. О.**, Затуловський А. С. Технологічні аспекти одержання щільних шаруватих нанокompозитів на основі мідних сплавів шляхом консолідації порошкових компонентів та пічної наплавки // Нові матеріали і технології в машинобудуванні : матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф., присвяченої 75-річчю Інженерно-фізичного факультету (м. Київ, 2019). Київ, 2019. С. 220–221. ISSN 2524-0544.

49. **Щерецький В. О.**, Затуловський А. С., Щерецький О. А. Рациональні режими формування композиційних шарів на основі мідних сплавів зміцнених нанодисперсними оксидами і карбідами // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2019) : тези VI Наук. конф. (м. Київ, 4–6 груд. 2019 р.). Київ, 2019. С. 138. ISBN 978-966-02-9004-4.

50. Демьянов А. И., Jianglong Yi, **Щерецкий В. А.** Применение наноразмерных карбидов для получения сварочных проволок на основе алюминия // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС-2019) : тези VI Наук. конф. (м. Київ, 4–6 груд. 2019 р.). Київ, 2019. С. 120. ISBN 978-966-02-9004-4.

51. **Shcheretskyi V. O.**, Zatulovskyi A. S., Shcheretskyi O. A. Regimes for solid bulk composite layers production of Cu alloy-based nanocomposites with the disperse oxides and carbides // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2019) : book of abstracts of International research conference. (Lviv, Ukraine). Lviv, 2019. P. 209. ISBN 978-966-97587-3-6.

52. Лакеев В. А., Затуловський А. С., **Щерецький В. О.** Фізичне моделювання утворення структури композиційного матеріалу // Литво. Металургія. 2020 : матеріали XVI Міжнар. наук.-практ. конф. / за ред. О. І. Пономаренка. (м. Запоріжжя, 2020). Запоріжжя, 2020. С. 79–80.

53. **Shcheretskyi V. O.**, Demjanov O. I., Jianglong Yi. Compatibility of the non-metallic structure modifiers nanoscale particles with common filler alloys of aluminum welding // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2020) : book of abstracts of International research conference. (Lviv, Ukraine). Lviv, 2020. P. 82. ISBN 978-966-97587-3-6.

54. Дем'янов О. І., Коржик В. М., Jianglong Yi, **Щерецький В. О.** Застосування нанорозмірних компонентів в присаджувальних матеріалах для зварки алюмінієвих сплавів // Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2020 : тези конф. НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». (м. Київ, 2020). Київ, 2020. С. 52–53. URL: <http://metallcasting.kpi.ua/2020/paper/view/21364>.

55. Затуловський А. С., **Щерецький В. О.**, Каранда О. А. Використання ливарних методів для виробництва алюмоматричних композитів триботехнічного призначення // Литво 2021. Металургія 2021:

Матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Запоріжжя, 2021). Запоріжжя, 2021. С. 76–79. ISBN 978-966-488-169-9.

56. Затуловський А. С., **Щерецький В. О.** Триботехнічні властивості шаруватих матеріалів системи сталь-антифрикційний композит // Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2021 : матеріали XIII Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Київ, 2020). Київ, 2021. С. 87–89. ISSN 2524-0544.

57. **Shcheretskyi V. O.**, Demianov O. I., Grynyuk A. A., Voitenko O. M., Strohonov D. V., Korzhyk V. M. Nano-scale non-metallic microstructure modifiers in materials for aluminum welding and 3D printing // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021) : abstract book of International research and practice conference (Lviv, 25–27 August 2021). Kyiv : LLC «Computer-publishing, information center», 2021. P. 159.

58. Коржик В. М., **Щерецький В. О.**, Строгонов Д. В., Пашин М. О. Дослідження закономірностей впливу нанорозмірних та ультрадисперсних модифікаторів із металів та тугоплавких сполук на кристалізацію алюмінієвих сплавів для моделювання структури зварних з'єднань в умовах зварювання плавленням // Зварювання та споріднені технології: перспективи розвитку : матеріали V Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Краматорськ, 19–20 жовт. 2021 р.). Краматорськ, 2021. С. 40–43. ISBN 978-966-379-999-5.

59. **Щерецький В. О.** Застосування нанопорошків для модифікування структури сплавів на основі алюмінію // Литво. Металургія. 2022 : матеріали XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків – м. Київ, 2022). 2022. С. 166–167.

60. Нарівський А. В., Смірнов О. М., Затуловський А. С., **Щерецький В. О.**, Горюк М. С., Скоробагатько Ю. П., Яценко О. В., Бабюк В. Д., Жидков Є. А. Технологічні основи одержання литих конструкційних матеріалів на основі алюмінію, зміцнених тугоплавкими дисперсними реагентами, введенними у розплав в умовах комплексної МГД-плазмової дії // Литво. Металургія. 2022 : матеріали XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків – м. Київ, 2022). 2022. С. 96–97.

61. Korzhyk V. M., **Shcheretskyi V. O.**, Strohonov D. V., Demianov O. I., Konoreva O. V. Thermodynamic and kinetic compatibility of nanoscale nonmetallic particles with metallic materials in casting and welding technologies // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2022): International research and practice conference (Lviv/ Kyiv, 25–27 August 2022). Kyiv, 2022. P. 60.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Щерецького Володимира Олександровича «Теоретичні та прикладні основи використання дисперсних частинок для керування структурою та властивостями сплавів і композиційних матеріалів», що подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, за змістом, науковою і практичною цінністю, рівнем публікацій та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”,

затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2021 р. № 1197, та паспорту спеціальності 05.16.04 «Ливарне виробництво».

РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу «Теоретичні та прикладні основи використання дисперсних частинок для керування структурою та властивостями сплавів і композиційних матеріалів», подану Щерецьким Володимиром Олександровичем на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, до захисту у спеціалізованій вченій раді Д 26.232.01 у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України за спеціальністю 05.16.04 «Ливарне виробництво».

Головуючий на засіданні
член-кореспондент НАН України,
докт. техн. наук.,
зав. відділом ФТІМС НАН України



Юлія КВАСНИЦЬКА

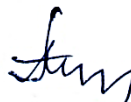
Рецензенти:

докт. техн. наук., ст. наук. співроб.
зав. відділом ФТІМС НАН України



Адель ПРИГУНОВА

докт. техн. наук., ст. наук. співроб.
пров. наук. співр. ФТІМС НАН України



Абди НУРАДИНОВ

докт. техн. наук., доцент
заст. директора ФТІМС НАН України



Інна ШАЛЕВСЬКА