

**РЕФЕРАТ**

**роботи «Металеві, металокерамічні та керамічні матеріали і вироби з них для озброєння, військової техніки та енергетики»,**  
яка висувається для участі у конкурсі зі здобуття Національної премії імені Бориса Патона за 2024 рік.

**МАРКОВСЬКИЙ Павло Євгенович** — доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України;

**САВВАКІН Дмитро Георгійович** — доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України;

**БЕВЗ Віталій Петрович** — кандидат фізико-математичних наук, заступник директора з науково-технічної роботи Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України;

**НОСЕНКО Антон Вікторович** — кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

**БАГЛЮК Геннадій Анатолійович** — чл.-к. НАН України, доктор технічних наук, В. о. директора Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України;

**ГРИГОРЬЄВ Олег Миколайович** — чл.-к. НАН України, доктор фізико-математичних наук, головний науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України;

**БЕРЕЗОС Володимир Олександрович** — доктор технічних наук, провідний науковий співробітник Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України;

**КОВАЛЬЧУК Дмитро Вікторович** — директор ПрАТ «НВО «Червона хвиля».

**Наукова новизна та актуальність роботи.**

Дана робота охоплює розробку широкого кола нових конструкційних та функціональних матеріалів, задіяних у виробках оборонного призначення, та технологій їх виготовлення і оброблення. Широкий спектр розроблених матеріалів, якій включає металеві сплави, кераміки та металоматричні композити, в рамках даної роботи поєднує спільна область їх використання – стратегічна оборонна галузь, а також інноваційність підходів, націлених на досягнення високих критичних характеристик усіх вказаних матеріалів.

**Актуальність роботи.** Війна України проти російського агресора демонструє важливість досягнення технологічних переваг перед ворогом у всьому спектрі озброєння та військової техніки. Постійне виникнення нових загроз через надходження на поле бою нових зразків озброєння та військової техніки ворога вимагає створення швидкої технологічної відповіді, заснованої на нових інженерних та технічних рішеннях, реалізація яких часто стає можливою лише за

умови використання нових матеріалів із суттєво покращеними характеристиками. При цьому розроблені технології отримання нових матеріалів мають бути якнайшвидше впроваджені у виробництво для забезпечення швидкого виготовлення функціональних виробів та їх використання за призначенням.

**Метою роботи** Розробка методологій та інноваційних підходів для створення металевих, керамічних і композитних матеріалів із специфічними фізико-механічними і ключовими службовими характеристиками, зокрема в підвищених комбінаціях показників міцності, твердості, пластичності, магнітних та інших властивостей, які забезпечують якісну перевагу існуючих та перспективних зразків озброєння, військової техніки та енергетичного обладнання.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Авторським колективом вперше в світовій практиці на основі проведення систематизованих фундаментальних та прикладних досліджень було розроблено фізично і матеріалознавчо обґрунтовані принципи і методи створення нових металевих, керамічних та металокерамічних матеріалів з високими комплексами фізико-механічних та спеціальних службових характеристик. Встановлення особливостей фазових перетворень та формування структури в складнолегованих багатокомпонентних системах на основі титану, заліза, алюмінію, нікелю в умовах нерівноважного термічного та деформаційного впливу забезпечило розробку інноваційних підходів для створення титанових сплавів, металоматричних композитів на основі титану, та шаруватих структур з підвищеним комплексом показників міцності, твердості та пластичності; високотемпературних, зносостійких та ударостійких керамік; сплавів з унікальними магнітними характеристиками. Розроблено принципово нові технології, що забезпечують досягнення необхідних рівнів ключових характеристик вказаних матеріалів та виробів з них, завдяки використанню інноваційних методів порошкової металургії, електронно-променевого переплаву та 3D друку, сучасних ливарних технологій, в т.ч. надшвидкого охолодження розплавів.

#### **Основні науково-технічні результати.**

Робота органічно поєднує 6 тематичних розділів, зміст яких описано нижче.

У *першому розділі* обґрунтовано концептуальні засади комплексного підходу, спрямованого на створення унікальних структурних станів в сплавах і металоматричних композитах на основі титану, що забезпечує досягнення високих комплексів таких критичних показників як міцність, твердість та пластичність при збалансованих інших показниках.

Було розроблено фізичні основи принципово нової порошкової технології отримання виробів з титанових сплавів та металоматричних композитів, головною особливістю і перевагою якої є використання наводнених порошоків титану (гідриду титану) як стартового матеріалу замість традиційних титанових порошоків. Такий підхід вигідно відрізняється від існуючих методів виробництва економічною ефективністю процесу та підвищеними фізичними, механічними та експлуатаційними характеристиками кінцевих виробів. Гібридний підхід використовує водень як тимчасову легувальну домішку до титану, яка при нагріванні у вакуумі повністю виводиться з металу, змінюючи при цьому фазовий склад і дефектність кристалічної структури, фізичні та механічні характеристики. В результаті активуються процеси твердофазної дифузії, які формують сплави та металоматричні композити з систем порошкових частинок, а високоактивний

атомарний водень, виходячи з кристалічної ґратки титану, очищає порошки від домішок (кисень, азот, хлор, вуглець). Завдяки цим перевагам вперше шляхом відносно простих (а значить, дешевих) технологічних операцій холодного пресування багатокomпонентних порошкових сумішей та їх вакуумного спікання синтезовано титанові сплави різного хімічного складу з механічними властивостями, що не поступаються властивостям аналогічних сплавів, виготовлених за значно складнішими технологіями багаторазового переплаву та гарячого деформування зливків, або за існуючими порошковими підходами.

Вперше проведене комплексне дослідження змін фазового складу і характеристик матеріалу при десорбції водню з порошкового гідриду титану забезпечило досягнення необхідних характеристик синтезованих титанових сплавів різного складу (Ti-6Al-4V, Ti-5Al-5V-5Mo-3Cr, Ti-10V-2Fe-3Al, VT1-0) та композитів на основі технічно чистого титану і сплаву Ti-6Al-4V, зміцнених до 40% керамічних фаз TiC та TiB. Було встановлено умови, що забезпечують кероване досягнення високих показників міцності, пластичності та твердості цих матеріалів в процесі спікання, враховуючи вимоги до кінцевих виробів. Показано, що додаткове підвищення характеристик досягається при використанні методів гарячого деформування або гарячого ізостатичного пресування.

На основі вказаного порошкового гідридного підходу, з метою імпортозаміщення, розроблено вітчизняну технологію створення пористих титанових виробів-гетерів для вакуумних систем точних приладів, гетери успішно апробовано та використовуються на КБ СП «Арсенал».

В рамках вищезначеної роботи вперше у світовій практиці було розроблено фізичні та технологічні засади створення шаруватих матеріалів на основі титану, отриманих різними методами, а саме - поверхневою швидкісною обробкою, або адитивними методами: спеціальною порошковою металургією (в тому числі з додатковими фінішними термомеханічними обробками, як гаряче ізостатичне пресування, дифузійне зварювання, зварювання тертям, тощо), або 3D- друком електронним променем із застосуванням промислового, або «порошкового» дроту. Такі шаруваті матеріали показали ефективність в якості бронезахистних елементів, які мають характеристиками бронестійкості аналогічні керамічним та сталевим аналогам, але є значно стійкішими від кераміки до багаторазового враження, та вдвічі легшими порівняно зі броньовими сталями. Крім того, ці матеріали не магнітні (тобто не є помітними для окремих вибухових пристроїв) і мають високу корозійну стійкість, що є суттєвим при експлуатації в польових умовах.

Для створення цих шаруватих матеріалів вперше було виконано комплекс досліджень впливу хімічного і фазового складу, типу та дисперсності мікроструктури і кристалографічної текстури комплексно легованих титанових сплавів (в тому числі нещодавно розроблених в Україні), металоматричних композитів і пористих матеріалів на їх основі на механічну поведінку в залежності від способу та швидкості деформації, в тому числі, при динамічному навантаженні. Такі детальні комплексні дослідження є піонерськими в світовій практиці, а в Україні, через відсутність ряду унікального обладнання (наприклад, устаткування для динамічних випробувань методом розділених стрижнів Хопкінсона) взагалі були проведені вперше. Саме на цій основі було запропоновано, виготовлено та

апробовано цілий комплекс шаруватих матеріалів, в яких поєднано подібні різноманітні матеріали, що забезпечило високу бронестійкість.

У *другому розділі* описано результати досліджень з встановлення закономірностей процесів тепло- та масопереносу при виплавці високоміцних конструкційних сплавів на основі титану в умовах вакууму та дії електронного променя, та розробці на цій основі технології їх одержання методом електронно-променевої плавки (ЕПП) з проміжною ємністю.

Досліджено тепловий стан злиwkів сплавів титану при ЕПП з урахуванням гідродинамічних течій та досліджено процеси випаровування хімічних елементів під час ЕПП високоміцних конструкційних сплавів титану. На основі проведених розрахунків в рамках математичних моделей, визначено технологічні режими та розроблено технологію ЕПП злиwkів високоміцних сплавів титану, що забезпечує високу якість одержуваного металу. Проведено роботи з одержання напівфабрикатів та показано високу якість титанових сплавів, одержаних за розробленою технологією ЕПП. Вперше розроблено нову перспективну технологію електронно-променевої плавки, застосування якої для виробництва вітчизняних напівфабрикатів високоміцних сплавів на основі титану дозволить відмовитись від імпорту вартісних іноземних напівфабрикатів, та забезпечить розширення їх застосування підприємствами України.

У *третьому розділі* описано розробку промислової технології та промислового обладнання для її реалізації металевого 3Д друку (торгова марка xBeam), вперше в світі засновану на використанні профільних електронних променів, яка забезпечила можливість створення оптимальних фізичних та металургійних умов для виготовлення складних металевих виробів з найкращим в галузі адитивного виробництва поєднанням високої продуктивності, точності, роздільної здатності, високої якості і низької собівартості. Технологічні особливості розробленої технології 3Д друку, зокрема можливість використовувати в якості витратного матеріалу як стандартний так і порошковий дріт довільного складу, дозволяють реалізувати низку унікальних металургійних процесів для створення нових металевих та металокерамічних матеріалів – гомогенних (сплави титану, ніобію, нержавіючі та спеціальні сталі, мідь), гетерогенних (металоматричні композити) та комбінованих (з'єднання міді та нержавіючих сталей).

Розроблено теоретичні та технологічні засади формування металеві структури в процесі пошарового осадження витратного матеріалу у вигляді звичайного та порошкового дроту і обґрунтовано взаємозв'язки між технологічними параметрами процесу і типами отримуваної структури. Завдяки цим роботам, на прикладі титанових сплавів вперше в світі було продемонстровано можливість отримання 3Д друком рівноосних металевих структур, аналогічних тим, що забезпечуються традиційними методами пластичної деформації. Численні власні і незалежні дослідження матеріалів, отриманих за розробленою технологією 3Д друку, підтвердили відмінні фізико-механічні властивості, які відповідають діючим стандартам на такі самі матеріали традиційного виробництва. Розроблена технологія 3Д друку дозволяє швидко виробляти високоякісні металеві вироби з високими показниками якості без залучення довгих, багатостадійних складних і дорогих методів.

Також розроблено інженерні основи створення обладнання для 3Д друку та методики програмного керування технологічним процесом, на базі яких виготовлено пілотні і промислові 3Д принтери. Вказані винаходи захищені трьома патентами України, двома патентами Німеччини, патентами США та Китаю.

У *четвертому розділі* дослідженні питання взаємозв'язку умов одержання (перегрів розплаву та швидкість його охолодження) та оброблення (термочасове, терромагнітне та термомеханічне) із структурно-фазовим станом та властивостями аморфних, нано- і мікрокристалічних сплавів на основі заліза (система Fe-Nb-Cu-Si-B) та кобальту (система Co-B-Si) з іншими перехідними металами та металоїдами. В ході цих робіт було встановлено закономірності впливу хімічного складу на структуру, термічну стійкість та магнітні властивості аморфних сплавів на основі заліза та кобальту, закономірності утворення та росту нанокристалів з розплаву та аморфних фаз та зв'язок кількісних характеристик структурно-фазового стану нанокompозитних сплавів різного хімічного складу з їх фізичними, насамперед магнітними, властивостями.

Вперше сформовано композитну аморфно-нанокристалічну структуру з поперечною магнітною анізотропією, що відкрило можливості суттєвого поліпшення магнітних властивостей стрічкових нанокompозитів та їх використання в новітніх імпульсних джерелах живлення та датчиках різних типів та систем управління спеціального призначення.

Розроблено і вдосконалено технології створення нанокристалічних поверхневих покриттів металів і сплавів газотермічними (газо-полум'яний та плазмовий) методами (в тому числі з оплавленням) для поліпшення фізико-механічних характеристик. Отримано дані відносно кінетики та механізмів формування нанокompозитних станів в покриттях із сплавів Fe-(Ni,Co,Cr,Mn,Mo,W,V,Nb)-(Si,B,C,P), в т.ч. при варіюванні середовища, температури основи, режиму і швидкості газового струменя. Впроваджено кілька методів нанесення новітніх високотвердих аморфно-нанокристалічних сплавів на поверхні готових виробів серійного виробництва та відновлюваних імпортованих деталей техніки різного призначення для подовження їх робочого ресурсу. Нові зносостійкі сплави евтектичного типу для покриттів та методи їх нанесення успішно апробовано на вітчизняних промислових підприємствах.

Для виготовлення наноструктурованих метал-матричних композитів ММК методом холодного газодинамічного напилення, в т.ч. на поверхнях конструкційних легких сплавів, визначено склад сплавів системи Al-(Ni,Co)-Gd-Y, з яких сформовано покриття, яке характеризується найвищою мікротвердістю в нанокристалічному стані та мінімальною втратою властивостей в широкому температурному інтервалі.

У 2023 році проведено роботи з впровадження функціональних матеріалів з виготовленням напівфабрикатів зі сплавів інварного типу з найменшим значенням термічного коефіцієнту лінійного розширення (Замовник КП СПБ «АСЕНАЛ»). В цілому розроблені матеріали і технології знайшли застосування в багатьох виробках, що використовуються на 8-ми підприємствах оборонного комплексу.

У *п'ятому розділі* описано результати створення за порошковим підходом новітніх композитних матеріалів на основі заліза, алюмінію та титану.

Теоретично обґрунтований та розроблений принципово новий підхід до отримання карбідосталей – композитів системи карбід (борид, карбоборид) титану

– залізовуглецевий сплав, який базується на використанні ефекту *in-situ* формування карбідної (боридної) фази в процесі термічного синтезу із вихідної порошкової суміші з порошоків титану (гідриду титану), вуглецю (або карбіду бору) та сплаву на основі заліза. Аналогічний підхід використаний при розробці технології отримання високоефективних зносостійких алюмоматричних композитів, що включає операції термічного синтезу композиту із суміші порошоків Al, Ti та вуглецю та наступного гарячого штампування спечених заготовок. Висока ефективність застосування розроблених технологій обумовлена більш високими значеннями основних фізико-механічних характеристик композитів у порівнянні із матеріалами аналогічного класу, отриманими з використанням ливарних технологій, підвищеною зносостійкістю одержаних матеріалів і стабільними триботехнічними характеристиками в широкому діапазоні швидкостей та високим рівнем корозійної стійкості.

За результатами дослідження впливу компонентного складу та технологічних режимів виготовлення на особливості фазо- та структуроутворення і основні фізико-механічні та функціональні властивості матеріалів запропоновано нові полікомпонентні склади та науково обґрунтовано технологічні схеми отримання із застосуванням методів порошкової металургії безкобальтових еквіатомних сплавів на основі системи Ti-Cr-Fe-Ni, які за рівнем основних механічних характеристик не тільки не поступаються, але в ряді випадків переважають відповідні характеристики сплавів, отриманих з використанням більш високовартісних (Co, V, Nb, Mo, Ta, W, Hf, Zr) вихідних компонентів.

**Шостий розділ присвячений** розробці нових високотемпературних та ударностійких керамічних матеріалів на основі боридів. Виконано систематичне дослідження структурної чутливості високотемпературної міцності ультрависокотемпературної кераміки на основі бориду цирконію та розроблено нові кераміки, що істотно розширюють області робочих температур. Заміна активуючих спікання добавок, що містять кремній, на добавки карбідів хрому та бору дозволило в кераміці ( $ZrB_2-B_4C-Cr_3C_2$ ) сформувати структури, в яких відсутність субмікрозеренної компоненти забезпечує високий опір повзучості до 2000-2100°C та рекордні рівні міцності - до 1200 МПа при 1600-1800 °С. Нові типи керамік розроблено для використання в енергетиці (труби з робочою температурою до 1600°C в котлах електростанцій), авіакосмічної техніки (вузли та деталі космічних машин та агрегатів, (КБ «Південне»).

Для матеріалів, на основі карбіду бору з добавками інших тугоплавких сполук, включаючи бориди, розробки виконані за іншим найважливішим напрямом їх використання – ударостійкі та зносостійкі матеріали. Розвинуто нові моделі гетерофазних, структурно-неоднорідних керамічних матеріалів, в яких опір руйнуванню при ударі у кілька разів вищий, ніж у традиційних броньових керамічних матеріалах. Ці матеріали побудовані на поєднанні «твердих» і «м'яких» крихких компонентів і мають найвищі броньові характеристики. Розроблена ударостійка кераміка зайшла застосування як для ефективного забезпечення захисту особового складу, так і для додаткового бронювання легкої броньованої техніки ЗС України.

**Порівняння із світовими аналогами.** Результати наукових досліджень і практичних розробок, що увійшли до даної роботи, дозволили створити матеріали

та вироби з них, які за своїми ключовими механічними, фізичними та службовими характеристиками випереджають світові аналоги, а в ряді випадків не мають аналогів у світі.

### **Практична реалізація (впровадження) результатів роботи.**

Авторами роботи на підґрунті проведених комплексних досліджень розроблено широкий спектр інноваційних матеріалів на основі сплавів, кераміки та композитів з унікальним комплексом фізико-механічних і спеціальних службових характеристик, а також науково обґрунтовані методи виготовлення й оброблення їх. Ці матеріали були апробовані й адаптовані для практичного використання у виробках оборонного призначення, що підтверджується відповідними протоколами й актами впровадження.

На кінець 2023 року були розроблені, випробувані та впроваджені на підприємствах оборонної промисловості наступні технології, матеріали та вироби з них:

- Розроблено інноваційну технологію та виготовлено обладнання різного рівня продуктивності (від лабораторного до промислового, яке було в тому числі відправлено на експорт до Великобританії) для металевого 3D друку з використанням унікальних профільних електронних променів і витратного матеріалу у вигляді дроту, що забезпечує ефективне виготовлення високоякісних виробів з найнижчою серед відомих світових аналогів собівартістю виробництва. Запатентована в Україні, США, Німеччині та КНР технологія дає можливість створювати вироби складної форми і різних розмірів як з металів, зокрема титану, спеціальних сталей, ніобію, міді, тощо, так і з металоматричних композиційних матеріалів, а також з шаруватих структур, які поєднують сплави і композити різного хімічного складу. Розроблене обладнання для 3D друку використовується в Україні та продається за кордон.
- Розроблено комплексні методики виготовлення елементів балістичного (броньового) захисту із титанових сплавів, металоматричних композитів на основі титану та його сполук, а також шаруватих структур, які комбінують вказані матеріали. Методики поєднують сучасні розробки традиційної порошкової металургії з новими технологічними можливостями вказаної вище технології 3D друку. Зокрема, вперше в світі для 3D друку було використано порошкові дроти різного хімічного складу, що забезпечило можливість керувати зміною хімічний склад друкованих матеріалів і таким чином отримати оптимальне поєднання зміцнюючих елементів із сполук титану (карбіди, бориди) і матриці з в'язких титанових сплавів. Отримані з шаруватих титанових матеріалів вироби продемонстрували при натурних випробуваннях у спеціалізованих лабораторіях України та Польщі надзвичайну балістичну стійкість, яка переважає всі відомі аналоги за співвідношенням рівня захисту і питомої ваги.
- Розроблено технологію, що базується на порошковому підході, отримання матеріалів гетерів на основі титану для забезпечення роботи високовакуумних систем навігаційних приладів. Гетери апробовані та використовуються КБ СП «Арсенал». Налагоджено вітчизняне виробництво гетерів, що успішно замінюють імпортні аналоги.
- У співробітництві з Університетом Каліфорнії Лос-Анджелес та компанією Сінтертех (США) розроблено порошкову технологію виробництва елементів

броньового захисту з титанових сплавів та металоматричних композитів, відмінністю і перевагою якої є використання стартових наводнених порошків титану, що забезпечує досягнення покращеного комплексу характеристик виробів при зниженні собівартості виробничого процесу. Отримані елементи броньового захисту пройшли успішне випробування в Національному університеті оборони України та Військовій технічній академії (Варшава, Польща), та показали високі характеристики бронестійкості.

- Розроблено комплексну технологію виробництва броньових елементів із нових титанових сплавів (Т110 та інші), яка поєднує такі інноваційні підходи як електронно-променева плавка із проміжною ємністю, спеціальна деформаційна обробка та швидкісна індукційна поверхнева обробка, завдяки чому утворюється унікальна шарувата структура матеріалу, яка забезпечує мінімум на 30% підвищення показників бронестійкості у порівнянні із існуючими аналогами із сплаву Ti-6Al-4V. Переваги даного матеріалу та методу його виробництва підтверджено балістичними випробуваннями, проведеними в Національному університеті оборони України.
- Розроблено технологію та виготовлено промислові партії полідисперсних порошків (розмірами 20-250 мкм) розпиленням та гартуванням у воді та механічним подрібненням швидкозагартованих стрічок сплавів NB-4 та NHRP-6 оптимізованого складу з боро-карбідним зміцненням, які пройшли успішні випробування як матеріал для відновлення сільськогосподарського землеобробного інвентарю та трубопрокатного інструменту. Зокрема, газоплазмове покриття з аморфного сплаву на основі системи Fe-Ni-Cr-Co-Mo-Si-C-B-P (NHRP-6) збільшує мікротвердість  $HV_{0,1}$  поверхні трубопрокатного інструменту (сталь 4X5MФ1С) в  $1,3 \div 1,6$  разів (до  $9,5 \div 10,5$  ГПа) і його зносостійкість на  $\sim 30 \div 50$  %.
- Розроблено нові економнолеговані аморфні сплави на основі кобальту системи Co-Fe-Cr-B-Si, які характеризуються надвисокими магнітно-м'якими характеристиками (висока початкова магнітна проникність (120000-200000), низькі коерцитивна сила та втрати на перемагнічування). Висока ефективність їх використання встановлена в високочутливих зондах індукційних магнітометрів нового покоління та малогабаритних ферозондових магнітометрів з малим рівнем шумів та потужності споживання. Магнітометри випускаються серійно.
- Розроблено прецизійну технологію оброблення аморфних стрічок сплаву  $Fe_{73}Nb_3Cu_1B_7Si_{16}$  шляхом вісьового розтягу в процесі швидкісного нагріву струмом, що забезпечило формування в них композитної аморфно-нанокристалічної структури та поперечну магнітну анізотропію, відповідно, наднизькі значення коефіцієнту прямокутності петлі перемагнічування (0,01) на частотах від 10 до 300 кГц та надзвичайно високий рівень стійкості до підмагнічування постійним струмом. При цьому магнітопроводи виготовлені із такої стрічки характеризуються мізерними ватними втратами: меншими в 2-4 рази від втрат в розрізних осердях, кристалічних нікель-молібденових пермалоях, альсиферах та феритах і здатні ефективно працювати в рекордно широкому температурному інтервалі від -60 до +180 °С. Розробки новітніх трансформаторів і дроселів на базі нанокристалічних магнітопроводів впроваджені на науково-виробничому підприємстві ТОВ «МЕЛТА» у вигляді



організації їх ліцензійного виробництва. Споживачами продукції цього підприємства у 2015-2023 р.р. зокрема були наступні підприємства «Укроборонпрому»: «ТОВ «ХАРТРОН-ІНКОР» (заміна російських магнітопроводів та трансформаторів струму в контрольних вимірювальних пристроях для атомної енергетики та високоточного військового обладнання); ПАТ «РАДАР», ПАТ «НВО «Київський завод автоматики» (для виготовлення ВЧ-трансформаторів та лінійних дроселів імпульсних джерел вторинного електроживлення (ДВЕЖ) інверторного типу та телекомунікаційних систем управління спеціального призначення (ракетна техніка)), ДП «Машинобудівна фірма «АРТЕМ» та ДП «Державне Київське конструкторське бюро «Луч» (засоби тестування ракетного озброєння); ДП «Львівський державний завод «ЛОРТА» (телекомунікаційні системи авіаційного призначення); ТОВ «НВК «ПРОГРЕС» (джерела вторинного електроживлення авіаційного призначення, елементи високоточної зброї); а також приватні підприємства – кваліфіковані постачальники обладнання військового застосування: ТОВ «НВП «Аеротехніка-МЛТ» (засоби протиповітряної оборони); ПНВП «АТ-СИСТЕМА» (системи електрозабезпечення бронетехніки).

- Розроблено нові високотемпературні керамічні матеріали на основі боридів з граничними робочими температурами до 2100°C, з хорошими ерозійною стійкістю, стійкістю до окислення та теплового удару. Розроблена кераміка забезпечує рекордні рівні міцності - до 1200 МПа при 1600-1800 °C, з високими рівнями опору високотемпературної повзучості та окислення. Розвинуто нові моделі гетерофазних, структурно-неоднорідних керамічних матеріалів на основі карбиду бору з добавками інших тугоплавких сполук, в яких опір руйнуванню при ударі у кілька разів вищий, ніж у традиційних броньових керамічних матеріалах завдяки поєднанню «твердих» і «м'яких» крихких компонентів. Розроблена ударостійка кераміка зайшла застосування як для ефективного забезпечення захисту особового складу, так і для додаткового бронювання легкої броньованої техніки ЗС України.
- Розроблено методи отримання високотносостійких металоматричних композитів на основі залізовуглецевих сплавів, алюмінію та титану, зміцнених карбідними і боридними фазами. Розроблено економічні порошкові технології отримання вказаних композитів з високими значеннями основних фізико-механічних характеристик, підвищеною зносостійкістю та стабільними триботехнічними характеристиками в широкому діапазоні швидкостей у порівнянні із матеріалами аналогічного класу, отриманими з використанням ливарних технологій.
- Розроблено ряд технологічних схем та обгрунтовано технологічну доцільність використання методів порошкової металургії для отримання виробів з сплавів системи Ti-Cr-Fe-Ni та Fe-Al інтерметалідів, які за своїми фізико-механічними властивостями як при кімнатних, так і при підвищених температурах помітно перевищують рівень властивостей аналогічних сплавів, отриманих за традиційними ливарними технологіями та більш високовартісних сплавів інших систем легування. Матеріали даного класу знайшли практичне застосування при виготовленні деталей високотемпературних вузлів дизельних двигунів, і для застосування при високих температурах (600–700 °C) на електростанціях з надкритичною парою.

- Розроблено і впроваджено на ДП «НВЦ «Титан» ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України в промислове виробництво технологію електронно-променевої плавки зливків діаметрами від 110 мм до 600 мм високоміцних титанових сплавів, які постачаються вітчизняним заводам (АТ «Мотор Січ», ДП «КБ «ПІВДЕННЕ», ТОВ «Днепропресс Сталь», ПрАТ «ВЛКЗ»), що, в свою чергу, вирішило питання імпортозаміщення виробів з цих матеріалів в Україні.

Таким чином, результатом практичної реалізації робіт є апробація та промислове впровадження технологій виготовлення абсолютно нових матеріалів і виробів з них для потреб оборонної промисловості та застосовано в низці виробів спеціального призначення для озброєння і військової техніки (засобах протиповітряної оборони, ракетній техніці, високоточній зброї, бронетанковій техніці, засобах безшумної та безполюменевої стрільби тощо), що сприяло задоволенню відповідних потреб вітчизняних підприємств, включаючи НВЦ «Титан» ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, ДП «Антонов», КБ «Арсенал», АТ «Мотор Січ», ДП «КБ «ПІВДЕННЕ», ТОВ «Днепропресс Сталь», ПрАТ «ВЛКЗ», ПАТ НВК „Київський завод автоматики”, ПАТ «РАДАР», ТОВ “ХАРТРОН-ІНКОР”, ДП «Машинобудівна фірма «АРТЕМ», ДП «Державне Київське конструкторське бюро «Луч», ТОВ «НВК«ПРОГРЕС» та зменшенню їхньої залежності від імпорту конструкційних і функціональних матеріалів та комплектуючих.

Вказані розробки ґрунтуються на фундаментальних та прикладних дослідженнях в галузі фізики металів, фізичного матеріалознавства, порошкової та спеціальної електрометалургії, які проведено в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, приватній компанії ПрАТ «НВО «Червона хвиля».

За тематикою роботи опубліковано 151 наукові праці, з яких: монографій – 3, статей у наукових фахових виданнях категорії А – 148, з них опубліковано у зарубіжних виданнях – 117. Загальна кількість посилань/індекс Гірша згідно наукометричних систем: Web of Science 2560/26, Scopus 3087/29, Google Scholar 3905/30. Отримано патентів на винаходи: всього – 27, з них – 19 патентів України, 3 США, 2 -Німеччини, 2 – Китаю, і по 1 Мексики, Сінгапуру і 1 Європатент.

Марковський П.Є



Баглюк Г.А. .



Саввакін Д.Г.



Григор'єв О.М.



Бевз В.П.



Березос В.О.



Носенко А.В.



Ковальчук Д.В.



**Перелік наукових публікацій, висунутих на присудження Національної премії**  
(зазначаються всі публікації всіх авторів подання в одній таблиці незалежно від наявності цитування)

I. **Монографії/ підручники/ посібники/ методики/** в стовпчику 4 вказується кількість друківаних аркушів\*\*, що належать претендентам

| №з/п * | Назва публікації  | Вихідні дані / реквізити  | Авторський доробок  |
|--------|---|---|---|
| 1      | Titanium Armor with Gradient Structure: Advanced Technology for Fabrication | Chapter 13, In: Advanced Technologies for Security Applications, Claudio Palestini (Ed.) NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics book series 2020, Springer, pp. 127-140.<br><a href="https://doi.org/10.1007/978-94-024-2021-0_13">https://doi.org/10.1007/978-94-024-2021-0_13</a> | O. M. Ivasishin<br>P. E. Markovsky<br>D. G. Savvakina et al,<br>2 друк аркуші |
| 2      | Електронно-променева плавка зливків псевдо-β титанових сплавів.             | Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, 2021. — 88 с.   | Ахонін С.В.,<br>Березос В.О,<br>4 друк. аркуші                                |
| 3      | Profile electron beam 3D metal printing                                     | Elsevier Inc., Additive Manufacturing for the Aerospace Industry (Book Chapter), 19 February 2019, Pages 213-233<br><a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814062-8.00012-1">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814062-8.00012-1</a>   | Kovalchuk, D.;<br>Ivasishin O.M.<br>2 друк аркуші.                            |

| №з/п  | Назва  | Вихідні дані/ реквізити публікації   | Співавтори  |
|---|--|--|---|
| <b>II. Статті в журналах, включених до категорії "А" Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus</b> |  |  |   |
| 1   | Two-stage transformation in (α+β) titanium alloys on non-equilibrium heating,              | Scripta Met. & Mat., 1991, v.25, (12), pp. 2705-2710.<br><a href="https://doi.org/10.1016/0956-716X(91)90143-0">https://doi.org/10.1016/0956-716X(91)90143-0</a> | Markovsky P. E.   |
| 2   | Mechanical properties of (α+β) titanium alloys at cryogenic temperatures                   | Mat. Sci & Eng., A196, 1995, pp. 65-70.<br><a href="https://doi.org/10.1016/0921-5093(94)09707-0">https://doi.org/10.1016/0921-5093(94)09707-0</a>               | Ivasishin O.M.<br>Markovsky P. E.,<br>Pakharenko G.A.<br>Shevchenko A.V |
| 3   | Improvement of structure and properties of cast titanium alloys using rapid heat treatment | Mat. Sci & Eng., A190, 1995, pp. L9-11.<br><a href="https://doi.org/10.1016/0921-5093(94)02707-N">https://doi.org/10.1016/0921-5093(94)02707-N</a>               | Markovsky P. E.,  |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
| 4  | Preparation and properties of ultra-fine (submicron) structured titanium alloys   | Mat. Sci & Eng., A203, 1995, L1-L4.<br><a href="https://doi.org/10.1016/0921-5093(95)09866-6">https://doi.org/10.1016/0921-5093(95)09866-6</a>                                  | Markovsky P. E.,   |
| 5  | Enhancing the Mechanical Properties of Titanium Alloys with Rapid Heat Treatment (Overview),                                | JOM, 1996, #7, pp.48- 52.<br><a href="https://doi.org/10.1007/BF03222998">https://doi.org/10.1007/BF03222998</a>  | O.M.Ivasishin, and P. E. Markovsky   |
| 6  | Resistivity study and modeling of the isothermal transformation kinetics of Ti-6-4 and Ti6242 titanium alloys,              | Journal of Alloys and Compounds, 2001, 314, #1-2, pp. 181-191.<br><a href="https://doi.org/10.1016/S0925-8388(00)01227-5">https://doi.org/10.1016/S0925-8388(00)01227-5</a>     | Malinov S., Markovsky P. E., Sha W., Guo Z.  |
| 7  | Resistivity study and computer modelling of the isothermal transformation kinetics of Ti-8Al-1Mo-1V alloy                   | Journal of Alloys and Compounds, Vol 333/1-2, (2002), pp. 122-132.<br><a href="https://doi.org/10.1016/S0925-8388(01)01708-X">https://doi.org/10.1016/S0925-8388(01)01708-X</a> | Malinov S., Markovsky P. E., Sha W.  |
| 8  | Grain growth and texture evolution in Ti-6Al-4V during beta annealing under continuous heating conditions                   | Mat. Sci. & Eng. A, 337/1-2, (2002), pp.88-96.<br><a href="https://doi.org/10.1016/S0921-5093(01)01990-6">https://doi.org/10.1016/S0921-5093(01)01990-6</a>                     | Ivasishin O. M., Semiatin S.L., Markovsky P. E., Shevchenko S.V. Ul'shin S.V.                            |
| 9  | Experimental Study and computer modelling of the beta->alpha+beta transformation in beta21s alloy at isothermal conditions, | Journal of Alloys and Compounds, 2003. vol. 348/1-2, pp. 110-118.<br><a href="https://doi.org/10.1016/S0925-8388(02)00804-6">https://doi.org/10.1016/S0925-8388(02)00804-6</a>  | Malinov S., Sha W., Markovsky P. E.  |
| 10 | Precipitation and Recrystallization Behavior of Beta Titanium Alloys during Continuous Heat Treatment                       | Metallurgical and Materials Transactions, A, 2003, Vol. 34A, pp. 147-158.<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11661-003-0216-8">https://doi.org/10.1007/s11661-003-0216-8</a>  | Ivasishin O. M., Markovsky P. E., Matviychuk Yu.V., Semiatin S.L.  |
| 11 | Microstructure, Texture, and Mechanical Properties of Electron-Beam Melted Ti-6Al-4V  | Mat. Sci. & Eng., A346, 2003, #1-2, pp. 178-188.<br><a href="https://doi.org/10.1016/S0921-5093(02)00518-X">https://doi.org/10.1016/S0921-5093(02)00518-X</a>                   | Kalinyuk, A.N. Trigub N.P., Zamkov V.N., Ivasishin O.M., Markovsky P. E., Teliovich R.V., Semiatin S.L., |
| 12 | Aging Response of Coarse- and Fine-Grained Beta-Titanium Alloys,  | Mat. Sci. & Eng. A, 405/1-2, (2005), pp. 296-305.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2005.06.027">https://doi.org/10.1016/j.msea.2005.06.027</a>                        | O.M. Ivasishin, P. E. Markovsky, S.L. Semiatin, C. H. Ward,  |
| 13 | Balancing of Mechanical Properties of Ti-4.5Fe-7.2Cr-3.0Al using Thermomechanical Processing and Rapid Heat Treatment       | Materials Transactions, JIM, Vol.46 No.07 (2005) pp.1515-1524.<br><a href="https://doi.org/10.2320/matertrans.46.1515">https://doi.org/10.2320/matertrans.46.1515</a>           | Markovsky P. E., M. Ikeda  |
| 14 | A Comparative Study of the Mechanical Properties of High-Strength Beta-Titanium Alloys                                      | Journal of Alloys and Compounds, 2008, Volume 457, Issues 1-2, p. 296-309   | Ivasishin O.M., Markovsky P. E., Matviychuk Yu.V., Semiatin S.L.   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | <a href="https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2007.03.070">https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2007.03.070</a>  | Ward C.H.,<br>Fox S.   |
| 15 | High-Strength structural conditions in titanium alloys after intense thermal treatment   | Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, Volume 31, Issue 4, Pages 511 – 535, 2009.  | Markovsky P. E.  |
| 16 | Microstructure and Mechanical Properties of Commercial-Purity Titanium after Rapid (Induction) Heat Treatment  | Journal of Materials Processing Technology, 2010, v. 210, issue 3, pp. 518-528.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2009.10.015">https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2009.10.015</a> | Markovsky P. E.,<br>Semiatin S.L.  |
| 17 | Application of Local Rapid Heat Treatment for Improvement of Microstructure and Mechanical Properties of Titanium Products                                   | Key Engineering Materials, 2010, v. 436, pp.185-194<br><a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.436.185">https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.436.185</a>                 | Markovsky P. E.,   |
| 18 | Tailoring of Microstructure and Mechanical Properties of Ti-6Al-4V with Local Rapid (Induction) Heat Treatment   | Material Science and Engineering, 2011, V. A528, #7-8, pp. 3079-3089.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.12.002">https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.12.002</a>                       | Markovsky P. E.,<br>Semiatin S.L.  |
| 19 | Influence of grain size and crystallographic texture on mechanical behavior of TIMETAL-LCB in metastable $\beta$ -condition                                  | Material Science and Engineering A, 2013, v. 559, #1, p.782-789.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.09.024">https://doi.org/10.1016/j.msea.2012.09.024</a>                            | Markovsky P. E.,<br>Matviychuk Yu.V.,<br>Bondarchuk V.I.   |
| 20 | The Evolution of Recrystallization in a Cold Drawn Low Cost Titanium Alloy During Rapid Continuous Heating.  | Journal of Alloys and Compounds, 2014, Volume 585, #1, p. 245-259.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.09.122">https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.09.122</a>                    | Q. V. Viet,<br>A. A. Gazder, A.<br>A. Saleh, P. E.<br>Markovsky, O. M.<br>Ivasishin,<br>E. V. Pereloma         |
| 21 | Influence of Grain Size, Aging Conditions and Tension Rate on Mechanical Behavior of Titanium Low-Cost Metastable Beta-Alloy in Thermally Hardened Condition | Material Science and Engineering A645, 2015, pp. 150-162.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.08.009">https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.08.009</a>                                   | Markovsky P. E.,<br>Bondarchuk V.I.,<br>Herasyanchuk<br>O.M.   |
| 22 | Biomimetic hydroxyapatite growth on functionalized surfaces of Ti-6Al-4V and Ti-Zr-Nb alloys   | Nanoscale Research Letters, 2015, 10 (1) p. 338-345.<br><a href="https://doi.org/10.1186/s11671-015-1017-x">https://doi.org/10.1186/s11671-015-1017-x</a>  | Pylypchuk Ie.V.,<br>Petranovskaya A.L.<br>Gorbyk P.P.,<br>Markovsky P. E.,<br>Korduban A.M.,<br>Ivasishin O.M. |
| 23 | Calculating the fatigue life of smooth specimens of two-phase titanium alloys subject to symmetric uniaxial cyclic load of constant amplitude                | International Journal of Fatigue, 83 (2016), pp. 313-322.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2015.11.002">https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2015.11.002</a>                         | Markovsky P. E.,<br>Herasyanchuk<br>O.M.,<br>Kononushenko<br>O.V.,<br>Bondarchuk V.I.,                         |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 24 | Influence of strain rate, microstructure, chemical and phase composition on mechanical behavior of different titanium alloys                  | Journal of Materials Engineering and Performance, 2017, vol. 26, issue 7 pp. 3431-3449.<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11665-017-2781-9">https://doi.org/10.1007/s11665-017-2781-9</a>         | Markovsky P. E., Bondarchuk V.I.  |
| 25 | Effect of Microstructure, Deformation Mode and Rate on Mechanical Behaviour of Electron-Beam Melted Ti–6Al–4V and Ti–1.5Al–6.8Mo–4.5Fe Alloys | Progress in Physics of Metals, 2018, vol. 19, pp. 309–336.<br><a href="https://doi.org/10.15407/ufm.19.03.309">https://doi.org/10.15407/ufm.19.03.309</a>  | O. M. Ivasishin, S. V. Akhonin, D. G. Savvakin, V. A. Berezos , V. I. Bondarchuk, O. O. Stasyuk, P. E. Markovsky                |
| 26 | Thermomechanical treatment of titanium based layered structures fabricated by blended elemental powder metallurgy                             | Material Science Forum, vol.941, THERMEC-2018, pp. 1384-1390.<br><a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.941.1384">https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.941.1384</a>       | Markovsky P. E., Prikhodko S. Savvakin D.G. Stasyuk O.O. Ivasishin O.M.   |
| 27 | Mechanical behavior of titanium alloys under different conditions of loading  | Material Science Forum, vol.941, THERMEC-2018, Pages 839 – 844. 2018,<br><a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.941.839">https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.941.839</a> | Markovsky P. E.,  |
| 28 | Microstructure and properties of titanium-based materials promising for antiballistic protection  | Progress in Physics of Metals, Volume 20, Issue 2, Pages 285 – 309, 2019,<br><a href="https://doi.org/10.15407/ufm.20.02.052">https://doi.org/10.15407/ufm.20.02.052</a>                             | O.M. Ivasishin, D.G. Savvakin, O.O. Stasiuk, V.A. Golub, V.I. Mirnenko, S.G. Sedov, V.A. Kurban, S.L. Antonyuk, P. E. Markovsky |
| 29 | Multi-Layered Structures of Ti-6Al-4V Alloy and TiC and TiB Composites on Its Base Fabricated Using Blended Elemental Powder Metallurgy       | Journal of Materials Processing Technology, 269, (2019), pp.172-181.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jmptotec.2019.02.006">https://doi.org/10.1016/j.jmptotec.2019.02.006</a>                  | Ivasishin O.M., Markovsky P. E., Savvakin D.G., Stasyuk O.O., Sitzman S.D., Norouzi Rad M., Prikhodko S.                        |
| 30 | Mechanical Behavior of Titanium-Based Layered Structures Fabricated Using Blended Elemental Powder Metallurgy                                 | Journal of Materials Engineering and Performance, 2019, v.28, issue 9, pp. 5772-5792<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11665-019-04263-0">https://doi.org/10.1007/s11665-019-04263-0</a>          | Markovsky P. E., Ivasishin O.M., Savvakin D.G., Bondarchuk V.I., Prikhodko S.   |
| 31 | Effect of Strain Rate on Microstructure Evolution and Mechanical Behavior of Titanium Based Materials   | Metals, 2020, 10, #11, 1404;<br><a href="https://doi.org/10.3390/met10111404">https://doi.org/10.3390/met10111404</a>  | P.E. Markovsky, J. Janiszewski, V.I. Bondarchuk, O.O. Stasyuk, M.A. Skoryk,   |



|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
|    |  |   | D.G. Savvakin,<br>K. Cieplak,<br>P. Dziewit,<br>S.V. Prikhodko   |
| 32 | Fine equiaxed $\beta$ grains and superior tensile property in Ti-6Al-4V alloy deposited by coaxial electron beam wire feeding additive manufacturing   | <a href="#">Acta Metallurgica Sinica (English Letters)</a> , 2020, 33(10), pp. 1311–1320.<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.1007/s40195-020-01073-5">10.1007/s40195-020-01073-5</a> | Zhang, J.; Yang, Y.; Cao, S.; Cao, Z.; Kovalchuk, D.; Wu, S.; Liang, E.; Zhang, X.; Chen, W.; Wu, F. et al.  |
| 33 | Friction Welding of Ti-6Al-4V Alloy and Metal Matrix Composite on Its Base Reinforced With TiC   | Welding in the World, 2021, 65 (3), 415-428<br><a href="https://doi.org/10.1007/s40194-020-01025-8">https://doi.org/10.1007/s40194-020-01025-8</a>                                    | S.V. Prikhodko,<br>D.G. Savvakin,<br>P.E. Markovskiy,<br>O.O. Stasiuk,<br>J. Penney,<br>N. Enzinger,<br>F. Deley                                       |
| 34 | Microstructure and Properties of Ti-6Al-4V Articles 3D-Printed with Co-axial Electron Beam & Wire Technology   | Journal of Materials Engineering and Performance, 30, 5307–5322 (2021).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11665-021-05770-9">https://doi.org/10.1007/s11665-021-05770-9</a>        | D. Kovalchuk,<br>V. Melnyk<br>I. Melnyk<br>D. Savvakin,<br>O.I. Dekhtyar,<br>O.O. Stasiuk,<br>P.E. Markovskiy  |
| 35 | Ballistic Resistance of Layered Titanium Armor Made Using Powder Metallurgy and Additive 3D Printing   | Metallofizika I Noveishie Tekhnologii, 2021, v. 43, #12, pp. 1573-1588.<br><a href="https://doi.org/10.15407/mfi.43.12.1573">https://doi.org/10.15407/mfi.43.12.1573</a>              | P.E. Markovskiy,<br>D. Savvakin,<br>O. O. Stasiuk,<br>S.G. Siedov,<br>V.A. Golub,<br>D.V. Kovalchuk,<br>S. V. Prikhodko                                |
| 36 | Mechanical Behavior of Titanium Based Metal Matrix Composites Reinforced with TiC or TiB Particles under Quasi-Static and High Strain-Rate Compression   | Materials, 2021, 14 (22), 6837;<br><a href="https://doi.org/10.3390/ma14226837">https://doi.org/10.3390/ma14226837</a>  | P. E. Markovskiy,<br>J. Janiszewski,<br>O. O. Stasiuk,<br>V. I. Bondarchuk,<br>D. G. Savvakin,<br>K. Cieplak, D.<br>Goran, P. Soni,<br>S. V. Prikhodko |
| 37 | Deformation Mechanism and Structural Changes in the Globular Ti-6Al-4V Alloy Under Quasi-Static and Dynamic Compression. To the Question of the Controlling Phase in the Deformation of $\alpha+\beta$ Titanium Alloys | Crystals, 2022, 12, 645.,<br><a href="https://doi.org/10.3390/cryst12050645">https://doi.org/10.3390/cryst12050645</a>  | P.E. Markovskiy,<br>J. Janiszewski,<br>O.I. Dekhtyar,<br>M. Mecklenburg,<br>S.V. Prikhodko   |
| 38 | Mechanical behavior of bilayer structures of Ti64 alloy and its composites with TiC or TiB under quasi-static and dynamic compression  | Materials and Design, vol. 223, November 2022, 111205,<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111205">https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111205</a>                     | P.E. Markovskiy,<br>J. Janiszewski,<br>D.G. Savvakin,<br>O.O. Stasiuk,<br>V.I. Bondarchuk,   |

|    |   |   |  |
|----|---|---|--|
|    |   |   | K. Cieplak,<br>P. Baranowski,<br>S.V. Prikhodko  |
| 39 | <b>Additive Manufacturing of Titanium-Based Materials Using Electron Beam Wire 3D Printing Approach: Peculiarities, Advantages, and Prospects</b> | Progress in Physics of Metals, Volume 24, Issue 1, Pages 75 – 105, 2023,                                  | O. M. Ivasishin,<br>D. V. Kovalchuk,<br>P. E. Markovsky,<br>D. G. Savvakin,<br>O. O. Stasiuk,<br>V. I. Bondarchuk,<br>D. V. Oryshych,<br>S. G. Sedov,<br>V. A. Golub |
| 40 | Cost-Effective Blended Elemental Powder Metallurgy of Titanium Alloys for Transportation Application.   | Key Engineering Materials, v. 188, 2000, p.55-62. DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.188.55               | O.M.Ivasishin<br>V.M.Anokhin<br>A.N.Demidik<br>D.G. Savvakin   |
| 41 | <a href="#">Synthesis of alloy Ti—6Al—4V with low residual porosity by a powder metallurgy method</a>   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics 41, 382-390 DOI 10.1023/A:1021117126537                              | OM Ivasishin, DG Savvakin, FH Froes, KA Bondareva  |
| 42 | Diffusion during Powder Metallurgy Synthesis of Titanium Alloys   | Defect and Diffusion Forum, V. 277 (2008) pp. 177-185 DOI: 10.4028/www.scientific.net/DDF.277.177         | O.M. Ivasishin, D. Eylon, D.G. Savvakin, V.I. Bondarchuk   |
| 43 | The Impact of Diffusion on Synthesis of High-Strength Titanium Alloys from Elemental Powder Blends  | Key Engineering Materials, vol. 436 (2010) pp. 113-121. DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.436.113        | O.M.Ivasishin,<br>D.G. Savvakin  |
| 44 | Role of alloying elements in microstructure evolution and Alloying elements behaviour during sintering of near-beta titanium alloy                | Materials Science & Engineering A, 528 (2011), 1686-1693. DOI <b>10.1016/j.msea.2010.11.004</b>           | A. Carman, L.C. Zhang, E.V. Pereloma, D.G. Savvakin, O.M. Ivasishin, M.V. Matviychuk   |
| 45 | Effect of Iron Content on Sintering Behaviour of Ti-V-Fe-Al Near- $\beta$ Titanium Alloy  | Metallurgical and Materials Transactions A, 2012, vol. 43, No 2, p.716-723. DOI 10.1007/s11661-011-0875-9 | D.G. Savvakin, A. Carman, O. Ivasishin, M. Matviychuk A. Gazder E. Pereloma  |
| 46 | Role of Hydrogen in the Process of Sintering of Titanium Powders  | "Materials Science", v.47, iss.5, 651-661 DOI 10.1007/s11003-012-9440-y                                   | D.G. Savvakin,<br>M.M.Humenyak,<br>M.V.Matviuchuk,<br>O.H.Molyar   |
| 47 | <b>Role of surface contamination in titanium PM</b>   | Key Engineering Materials, vol. 520, 2012, pp.121-132 DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.520.121          | O.M.Ivasishin,<br>D.G. Savvakin,<br>M.M.Gumenyak,<br>A.B.Bondarchuk  |



|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 48 | <b>Microstructure evolution and alloying elements distribution between the phases in powder near-<math>\beta</math> titanium alloys during thermo-mechanical processing</b> | Journal of Materials Science October 2012, Volume 47, Issue 19, pp 7013-7025 DOI 10.1007/s10853-012-6652-3   | M. Ahmed, A. Gazder, D.G. Savvakina, O.M. Ivasishin, E.V. Pereloma                            |
| 49 | The effect of cooling rates on the microstructure and mechanical properties of thermo-mechanically processed Ti-Al-Mo-V-Cr-Fe alloys  | Materials Science and Engineering A, v. 576 (2013) pp. 167-177 DOI 10.1016/j.msea.2013.03.083  | M. Ahmed, D. G. Savvakina, O.M. Ivasishin, E.V. Pereloma                                      |
| 50 | The effect of ageing on microstructure and mechanical properties of powder Ti-5Al-5Mo-5V-1Cr-1Fe alloy  | Materials Science and Engineering: A, v.605, 2014, p.89-97 DOI 10.1016/j.msea.2014.03.030  | M. Ahmed, D.G. Savvakina, O.M. Ivasishin, E.V. Pereloma                                       |
| 51 | Enhanced fatigue behavior of powder metallurgy Ti-6Al-4V alloy by applying ultrasonic impact treatment  | Materials Science and Engineering A 08/2015; 641: 348–359. DOI <b>10.1016/j.msea.2015.06.072</b>   | A.I.Dekhtyar, B.N.Mordyuk, D.G.Savvakina, V.I.Bondarchuk, I.V.Moiseeva, N.I.Khripta           |
| 52 | <i>Strain rate dependence of deformation-induced transformation and twinning in a metastable titanium alloy</i>   | <a href="#">Acta Materialia, Volume 104</a> , 1 February 2016, Pages 190–200 DOI 10.1016/j.actamat.2015.11.026   | M. Ahmed, D.Wexler; G. Casillas; D. Savvakina; E. Pereloma                                    |
| 53 | <i>Hydrogen migration and hydrogen-dislocation interaction in austenitic steels and titanium alloy in relation to hydrogen embrittlement</i>                                | <a href="#">International Journal of Hydrogen Energy Volume 42, Issue 4</a> , 26 January 2017, Pages 2424–2433 DOI <b>10.1016/j.ijhydene.2016.09.212</b>                                       | S.M. Teus, D.G. Savvakina, O.M. Ivasishin, V.G. Gavriljuk                                     |
| 54 | The effect of thermo-mechanical processing and ageing time on mechanical properties of powder metallurgy near $\beta$ titanium alloys                                       | <a href="#">Journal of Alloys and Compounds Volume 714</a> , 15 August 2017, Pages 610–618 <a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.03.083">https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.03.083</a> | Mansur Ahmed Dmytro Savvakina, Orest Ivasishin, Elena Pereloma                                |
| 55 | Formation of Deformation-Induced Products in a Metastable- $\beta$ Titanium Alloy during High Temperature Compression   | <i>Metals</i> 2018, 8(2), 100; DOI 10.3390/met8020100  | Alireza Samiee, Gilberto Casillas Mansur Ahmed Dmytro G. Savvakina Ryan Naseri Elena Pereloma |
| 56 | Influence of High Pressure Torsion on Structure and Properties of Zr-Ti-Nb Alloy Synthesized from TiH <sub>2</sub> , ZrH <sub>2</sub> and Nb Powders                        | <a href="#">Materials Letters</a> , Volume 233, 15 December 2018, Pages 31-34 <a href="https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.08.139">https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.08.139</a>          | R. Kulagin, A. Mazilkin, Y. Beygelzimer, D. Savvakina, et al.                                 |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 57 | The effect of $\beta$ -phase condition on the tensile behaviour in a near- $\beta$ Ti alloy produced by blended elemental powder metallurgy | Materials Science & Engineering A, vol. 747, Feb 2019, pp.232-243. DOI 10.1016/j.msea.2018.12.094  | Ryan Naseri<br>Mitchell D.R.G.,<br>D.G.Savvakin,<br>T.Furuhara,<br>E.Pereloma et al.                                 |
| 58 | Synthesis of Ti/TiB Composites via Hydrogen-Assisted Blended Elemental Powder Metallurgy  | Frontiers in Materials, 2020, no. 7<br>DOI10.3389/fmats.2020.572005  | Song, YC ; Dong, SC ; Stasiuk, O ; Savvakin, D ; Ivasishin, O  |
| 59 | Microstructure and Properties of Ti80 Alloy Fabricated by Hydrogen Assisted Blended Elemental Powder Metallurgy                             | Frontiers in Materials, 2020, 7:291. doi: 10.3389/fmats.2020.00291   | BaiCheng Wang,<br>Peng Lei,<br>GaungYu Ma,<br>Dongdong Li,<br>Dmytro Savvakin,<br>Orest Ivasishin                    |
| 60 | Hydrogenation process in heterophase alloys of Ti-Zr-Mn-V system on the example of $Ti_{42.75}Zr_{27}Mn_{20.25}V_{10}$ alloy                | International journal of Hydrogen Energy, Volume 46, Issue 11, 11 February 2021, Pages 8040-8047.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.283">https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.283</a> | V.A.<br>Dekhtyarenko,<br>T.V. Pryadko,<br>D.G. Savvakin,<br>V.I. Bondarchuk,<br>G.S. Mogyl'nyy                       |
| 61 | Comparative study on Cold Compaction Behaviour of $TiH_2$ Powder and HDH-Ti Powder  | Advances in Material Science and Engineering, vol. 2021, Article ID 9999541, 15 pages, 2021<br><a href="https://doi.org/10.1155/2021/9999541">https://doi.org/10.1155/2021/9999541</a>                           | Shucheng Dong,<br>Baicheng Wang,<br>Yuchao Song,<br>Guangyu Ma,<br>Huiyan Xu,<br>Dmytro Savvakin,<br>Orest Ivasishin |
| 62 | Effect of strain on microstructural development during compression of metastable beta Ti-10V-2Fe-3Al alloy                                  | Mater. Sci.&Eng. A, Vol. 804, 15 February 2021, article 140720<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140720">https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140720</a>  | R. Naseri, G.<br>Casillas, D.R.G.<br>Mitchell, D.G.<br>Savvakin, M.<br>Ahmed, T.<br>Furuhara, E.V.<br>Pereloma       |
| 63 | Comparative study on densification process of different titanium powder   | Advanced Powder Technology, Volume 32, Issue 7, July 2021, Pages 2300-2310<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.05.009">https://doi.org/10.1016/j.appt.2021.05.009</a>                                | Shucheng Dong;<br>Guangyu Ma; Peng<br>Lei; Tuo Cheng; D.<br>Savvakin; O.<br>Ivasishin                                |
| 64 | A novel method to fabricate high strength and ductility Ti-3Al-5Mo-4.5V alloy based on $TiH_2$ and pre-hydrogenated master alloy powders    | Materials & Design Vol. 227, March 2023, article 111791.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.111791">https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.111791</a>  | Guangyu Ma, Tuo<br>Cheng, Hai-Long<br>Jia, Long Yuan,<br>Orest M. Ivasishin,<br>Dmytro G.<br>Savvakin                |
| 65 | "Effect of TIG-Welding on the Structure and Mechanical Properties of the Pseudo- $\beta$ Titanium Alloy VT19 Welded Joints"                 | Materials Science Forum, Vol. 927, pp. 112-118, 2018<br>DOI:<br><a href="https://doi.org/10.4028/www">https://doi.org/10.4028/www</a>  | S.V. Akhonin,<br>V.Yu. Belous,<br>V.A. Berezos,<br>R.V. Selin,   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
|    |  | w.scientific.net/MSF.927.11<br>2   |  |
| 66 | Structure and Properties of Titanium Modified Silicon-carbide at EBM   | IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 582 (2019) 012051 DOI: <a href="http://10.1088/1757-899X/582/1/012051">http://10.1088/1757-899X/582/1/012051</a>         | Akhonin S.V., Berezos V.O., Severyn A.Yu., Gadzyra M.P., Tymoschenko Y.G, Davydchuk N.K.                                     |
| 67 | Microstructure and Tensile Properties of Cost-Efficient Thermally Hardenable $\alpha+\beta$ Alloys from Ti-Al-Mo-Fe and Ti-Al-Mo-Cr Systems                      | Metallography, Microstructure, and Analysis, 9(6), 856-872. DOI: 10.1007 / s13632-020-00705-7  | P.E. Markovsky, S.V. Akhonin, V.A. Berezos, V.I. Bondarchuk, O.O. Stasuk, O.P. Karasevska, I.M. Gavrysh                      |
| 68 | Structure and Properties of High-Strength Titanium Alloy Ti-6.5Al-3Mo-2.5V-4Nb-1Cr-1Fe-2.5Zr Welded Joints   | Solid State Phenomena. 2021. V. 313. P. 82-93 DOI: <a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.313.82">https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.313.82</a> | Akhonin S.V., Belous V.Yu., Selin R.V., Berezos V.A.   |
| 69 | Mechanical Behaviour of Ti-15Mo Alloy Produced with Electron-Beam Cold Hearth Melting Depending on Deformation Rate and in Comparison with Other Titanium Alloys | Prog. Phys. Met., 23, No. 3: 438-475 (2022) DOI: <a href="https://doi.org/10.15407/ufm.23.03.438">https://doi.org/10.15407/ufm.23.03.438</a>                                 | P. E. Markovsky, J. Janiszewski, S. V. Akhonin, V. I. Bondarchuk, V. O. Berezos, K. Cieplak, O. P., Karasevska, M. A. Skoryk |
| 70 | Variation in the particle size of Fe-Ti-B <sub>4</sub> C powders induced by high-voltage electrical discharge  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. - 2012. - <b>51</b> . - P. 129-136.  | O . N. Sizonenko, G.A. Baglyuk, A.I. Raichenko et al.  |
| 71 | Dispersion and carburization of titanium powders by electric discharge   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2012, <b>52</b> , 247-253.   | O..N. Sizonenko, G.A. Baglyuk, E.I. Taftai et al.  |
| 72 | Effect of Process Conditions on the Structure and Properties of the Hot-Forged Fe <sub>3</sub> Al Intermetallic Alloy  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2016, <b>55</b> , 297-305.   | G.A. Baglyuk, A.I. Tolochin, A.V. Tolochina et al.   |
| 73 | Effect of high-voltage discharge on the particle size of hard alloy powders  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2011, <b>49</b> , 630-636.   | O.N. Sizonenko, G.A. Baglyuk, A.I. Raichenko et al.  |
| 74 | Thermal synthesis of Fe-B <sub>4</sub> C powder master alloys  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2009, <b>48</b> , 381-383.   | G.A. Baglyuk, S.G. Napara-Volgina, V.I. Vol'Fman et al.  |
| 75 | Powder metallurgy wear-resistant materials based on iron. Part 1. Materials prepared by sintering and infiltration   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2001, <b>40</b> , 34-39.   | G.A. Baglyuk, L.A. Posnyak.  |
| 76 | Structure and Physicomechanical Properties of the Fe <sub>3</sub> Al Intermetallic Compound Obtained by Impact Hot Compaction                                    | Materials Science. 2021, <b>56</b> (4), 499-508.   | O.I. Tolochyn, G.A. Baglyuk, O.V. Tolochyna et al.   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 77 | Influence of Sintering Temperature on the Structure and Properties of Powder Iron Aluminide Fe <sub>3</sub> Al   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. 2020, <b>59</b> , 150-159.   | O.I. Tolochyn, O.V. Tolochyna, H.A. Bagliuk et al.   |
| 78 | Properties and structure of sintered boron containing carbon steels  | Sintering–Methods and Products, InTech China. 2012, <b>12</b> , 249-266.   | G. Bagliuk.  |
| 79 | The Structure and Phase Composition Acquired by Fe–Ti–Ni–C Alloys in Thermal Synthesis   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2020. - Vol. 59. - P. 171–178 (2020).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-020-00149-2">https://doi.org/10.1007/s11106-020-00149-2</a> . | Bagliuk, G., Maksimova, G., Mamonova, A., Goncharuk D. A.                                  |
| 80 | Numerical Analysis of the Die Forging of Porous Blanks in a Die with the Implementation of Active Friction Forces.                                     | J. Non-ferrous Metals 62, 119–124 (2021).<br><a href="https://doi.org/10.3103/S1067821221010028">https://doi.org/10.3103/S1067821221010028</a> .                                       | Bagliuk G.A., Kyrlyuk S.F.   |
| 81 | Influence of Sintering Temperature on the Structure and Properties of Powder Iron Aluminide Fe <sub>3</sub> Al   | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. - Volume 59, pages 150–159, (2020).  | O.I. Tolochyn, O.V. Tolochyna, H.A. Bagliuk, Ya.I. Yevych, Yu.M. Podrezov & A.A. Mamonova. |
| 82 | Effect of Processing Parameters on the Structure and Properties of Powder Fe–Al Intermetallic Compounds Obtained by Sintering and Impulse Hot Pressing | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. - Volume 59, pages 375–385, (2020).  | O.I. Tolochyn, H.A. Bagliuk, O.V. Tolochyna, Ya. I. Yevych, Yu. M. Podrezov & I. Yu. Okun. |
| 83 | Structure and Physicomechanical Properties of the Fe <sub>3</sub> Al Intermetallic Compound Obtained by Impact Hot Compaction                          | Mater Sci (2021).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11003-021-00456-y">https://doi.org/10.1007/s11003-021-00456-y</a>   | Tolochyn, O.I., Baglyuk, G.A., Tolochyna, O.V. et al.                                      |
| 84 | Structure and Wear Resistance of Plasma-Sprayed NiCrBSiC–TiCrC Composite Powder Coatings.  | Powder Metall Met Ceram 59, 434–444 (2020).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-020-00177-y">https://doi.org/10.1007/s11106-020-00177-y</a>                                     | Umanskyi, O., Storozhenko, M., Baglyuk, G. et al.  |
| 85 | Structure and properties of chromium carbide reinforced steel matrix composites produced from powder iron-ferrochrome mixtures                         | Materials science. Non-equilibrium phase transformations. – 2021. - Year VII, Issue 1. - P. 3-5.   | Kyrlyuk E., Bagliuk G., Maslyuk V., Bondar A.  |
| 86 | Influence of Hot Forging on the Elastic Properties and Character of Anisotropy of Powder Composites with Titanium Matrix.                              | Mater Sci 57, 35–42 (2021).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11003-021-00511-8">https://doi.org/10.1007/s11003-021-00511-8</a>   | Bagliuk, G.A., Bezimyanniy, Y.G. & Stasiuk, O.O.   |
| 87 | Synthesis of Fe-Based Alloy Reinforced with Chromium Carbide Via Sintering of Iron-Ferrochrome Powder Mixture  | Powder Metallurgy Progress 06/2021; 21(1):18-26.<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.2478/pmp-2021-0003">https://doi.org/10.2478/pmp-2021-0003</a> .                                   | Kyrlyuk Ye., Bagliuk G., Mamonova A., Maslyuk V.   |
| 88 | Clad TiCrC(Ni) Composite Powders for Thermal Spraying of Coatings  | Powder Metall Met Ceram (2021).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-021-00209-1">https://doi.org/10.1007/s11106-021-00209-1</a>   | Storozhenko M.S., Umanskyi O.P., Baglyuk G.A. et al.                                       |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 89 | Electron-Beam and Plasma Oxidation-Resistant and Thermal-Barrier Coatings Deposited on Turbine Blades Using Cast and Powder Ni (Co)CrAlY (Si) Alloys Produced by Electron Beam Melting III. Formation, Structure, and Chemical and Phase Composition of Thermal-Barrier Ni(Co)CrAlY/ZrO <sub>2</sub> -Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Coatings Produced by Physical Vapor Deposition in One Process Cycle. | Powder Metall Met Ceram 61, 328–336 (2022).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-022-00320-x">https://doi.org/10.1007/s11106-022-00320-x</a> | Grechanyuk, M., Grechanyuk, I., Yevtere, Y. Baglyuk G.A., et al.         |
| 90 | The Effect of Charge Component Composition on the Structure and Properties of Titanium Matrix Sintered Composites with High-Modulus Compounds  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. - Volume 56, pages 45–52, (2017)   | G. A. Baglyuk, O. M. Ivasyshyn, O. O. Stasyuk & D. G. Savvakın.          |
| 91 | Особливості структуроутворення при спіканні порошкових сумішей системи TiH <sub>2</sub> -TiB <sub>2</sub> //   | Фізика і хімія твердого тіла. – 2017. – т.18, №1   | Івасишин О.М., Стасюк О.О., Саввакін Д.Г.                                |
| 92 | The Influence of Synthesis Temperature on the Phase Composition and Structure of Ternary Compounds Produced from TiH <sub>2</sub> -Si-C Powder Mixtures  | Powder Metallurgy and Metal Ceramics. Volume 58, pages 1–6, (2019)   | Bagliuk G. A., Suprun O. V. Mamonova A. A.                               |
| 93 | Features of structure, phase composition and properties of hot-forged high-entropy alloys of Ti-Cr-Fe-Ni-C system  | Materials science. Nonequilibrium phase transformations. 2019. – Vol. V, No. 4, P. 123-126.  | Marych M.V., Bagliuk G.A., Mamonova A.A., Molchanovska G.M., Yevich Y.J. |
| 94 | Effect of Ni addition on structure formation in-situ synthesis of TiC hardened Fe-based powdered alloy   | Material Science. Non-Equilibrium Phase Transformations, – Issue. 5/2017.  | Maximova G. A., Goncharuk D. A., Bezdorozhev O.B.                        |
| 95 | Formation of structure and properties of powdered iron aluminide Fe-14% Al at vacuum sintering and hot forging   | Machines. Technologies. Materials. - Varna, Bulgaria – 2017. – Issue 7.  | Tolochina A.V., Tolochin A.I., Gripachevsky A.N.                         |
| 96 | The influence of the Synthesis Temperature on Phase Composition and Structure of Ternary Compounds Obtained from the Powder Mixture of the TiH <sub>2</sub> -Al-C System   | Physics and Chemistry of Solid State. -2017.- Vol. 18, № 4   | Bagliuk G.A., Suprun O.V., Mamonova A.A.                                 |
| 97 | Synthesis and Properties of Ceramics in the SiC-B <sub>4</sub> C-MeB <sub>2</sub> System   | Powder Metallurgy and Met. 2000, 39(5):239-250   | Grigoriev O.N., Gogotsi Yu. G., Subbotin V.I.,                           |
| 98 | Structural state and strength of ceramics SiC-B <sub>4</sub> C-MeB <sub>2</sub> system. in Electron Microscopy and strength of materials   | IPMS Publ., Kiev, 1999, p. 129-142, (in Russian).  | Grigoriev O.N., Gogotsi Yu. G., Brodnikovsky N.P., Subbotin V.I.         |

|     |  |   |  |
|-----|--|---|--|
| 99  | Исследование процесса формирования композитов на основе алумонитрида бора в условиях горячего прессования  | Порошковая металлургия. – №5/6.-2009.-С.125-133.  | О.Н.Григорьев, Н.Д.Бега, та ін.  |
| 100 | Влияние температуры горячего прессования на фазообразование и свойства композита на основе карбонитрида бора.  | Порошковая металлургия. – №9/10.-2009.-С.100-110.   | О.Н.Григорьев, Н.Д.Бега, Т.В.Дубовик, О.Д.Щербина, В.И.Субботин, та ін.                                |
| 101 | Structure and properties of shock-resistant ceramics developed at the Institute for problems in materials science NAS of Ukraine                     | Proc. Of the Ceramic Armor Materials by Design Symp. At Pac. Rim. IV Int. conf. on Advanced Ceramics and Glass, Nov. 4-8, 2001, Wailea, Maui, Hawaii. Ceramic Transactions, Vol.134, Westerville, Ohio, 2002,pp.73-81 | Galanov B.A., Grigoriev O.N., Kartuzov V.V., Ivanov S.M.   |
| 102 | Контактная прочность и трещиностойкость хрупких материалов   | Металлофизика и новейшие технологии, - 2005, №8, С.1001-1018.   | Григорьев О.Н., Галанов Б.А., Котенко В.А. и др.   |
| 103 | Закономерности абразивного изнашивания $ZrB_2$ -содержащих электроискровых и комбинированных покрытий на титане                                      | Порошковая металлургия.-2009.-№5/6.-с.80-89.  | Подчерняева И.А., Панасюк А.Д., Панашенко В.М, О.Н.Григорьев   |
| 104 | Формирование вторичных структур на $ZrB_2$ -содержащем лазерно-искровом покрытии на титановом сплаве при изнашивании нежестко закрепленным абразивом | Доповіді НАНУ.-2009.-№9.-с.109-113.   | Григорьев О.Н., Подчерняева И.А., Панасюк А.Д., Панашенко В.М  |
| 105 | Mechanical properties of $ZnB_2 - SiC(ZrSi_2)$ ceramics  | J. Eur. Ceram. Soc., 2010; 30: 2173-2181.   | Grigoriev O.N., Galanov B.A., Kotenko V.A., Ivanov S.M., Koroteev A.V. Brodnikovsky N.P.               |
| 106 | Oxidation of $ZnB_2 - SiC - ZrSi_2$ ceramics in oxygen   | J. Eur. Ceram. Soc., 2010; 30: 2397-2405.   | Grigoriev O.N., Galanov B.A., Lavrenko V.A., Panasyuk A.D., Ivanov S.M., Koroteev A.V. and Nickel K.G. |
| 107 | The peculiarities of $ZrB_2$ - $MoSi_2$ system high-temperature (up to 1600°C) oxidation in air  | Powder metallurgy, 2012, №1/2, p.131-137 (Russian)  | Lavrenko V.A., Panasyuk A.D., Grigoriev O.N., Koroteev A.V.  |



|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| 108 | Corrosion Resistance of ZrB <sub>2</sub> -based Ultra-High_Temperature Ceramics under the Impact of Concentrated Solar Radiation                                | Powder metallurgy, 2015, №3/4, p.77-83   | Neshpor I.P., Mosina T.V., Grigoriev O.N., et.al   |
| 109 | Method to improve the oxidation resistance of ZrB <sub>2</sub> -based ceramics for reusable space systems.  | Journal of the European Ceramic Society, Volume 38, Issue 6, June 2018, Pages 2467-2476.   | Laura Silvestroni, Simone Failla, Neshpor Irina, Oleg Grigoriev  |
| 110 | Core-shell structure: An effective feature for strengthening ZrB <sub>2</sub> ceramics.   | Scripta Materialia 160 (2019) 1-4.   | L.Silvestroni, S. Failla, V. Vinokurov, I. Neshpor, O. Grigoriev   |
| 111 | ZrB <sub>2</sub> -MoSi <sub>2</sub> ceramics: Kinetics of compaction during hot pressing in CO environment, phase interactions at interfaces and static fatigue | <a href="#">Volume 44, Issue 5</a> , May 2024, Pages 2811-282  | O.N.Grigoriev, V. B. Vinokurov, L. S ilvestroni  |
| 112 | <u>ZrB<sub>2</sub> – SiC ceramics: Residual stresses and mechanical properties</u>  | <a href="#">Journal of the European Ceramic Society</a> 41. 2021 P. 4720-4727  | O.N. Grigoriev, A.V. Stepanenko, V.B. Vinokurov, I.P. Neshpor, T.V Mosina, L. Silvestroni                    |
| 113 | <u>Penetration Resistance of B<sub>4</sub>C-CaB<sub>6</sub> Based Light-weight Armor Materials</u>  | Procedia Engineering 58 (2013 ) 328 – 337  | B.A. Galanov, V.V. Kartuzov, O.N. Grigoriev, L.M. Melakh, S.M. Ivanov, E.V. Kartuzov, P. Swoboda             |
| 114 | <u>Structure, nonlinear stress–strain state and strength of ceramic multilayered composites</u>   | Composites: Part B 37 (2006) 530–541   | O.N. Grigoriev, A.V. Karoteev, E.N. Maiboroda, I.L. Berezhinsky, B.K. Serdega, D.Yu. Ostrovoi, V.G. Piskunov |
| 115 | <i>Interaction of Titanium Diboride with Iron and AISI 321H Stainless Steel.</i>  | Powder Metall Met Ceram 60, 464–471 (2021). <a href="https://doi.org/10.1007/s11106-021-00257-7">https://doi.org/10.1007/s11106-021-00257-7</a>        | Zhunkovskii, G., Grigoriev, O. & Vedel, D.   |
| 116 | Ultrahigh-Temperature HfB <sub>2</sub> -Based Ceramics: Structure, High-Temperature Strength, and Oxidation Resistance.   | <i>Powder Metall Met Ceram</i> 60, 685–697 (2022). <a href="https://doi.org/10.1007/s11106-022-00280-2">https://doi.org/10.1007/s11106-022-00280-2</a> | Vedel, D., Grigoriev, O., Mazur, P. <i>et al.</i>  |
| 117 | Structure, Strength, and Oxidation Resistance of Ultrahigh-Temperature ZrB <sub>2</sub> -SiC-WC Ceramics.   | <i>Powder Metall Met Ceram</i> 60, 60–68 (2021). <a href="https://doi.org/10.1007/s11106-021-00215-3">https://doi.org/10.1007/s11106-021-00215-3</a>   | Vedel, D., Grigoriev, O., Mazur, P. <i>et al.</i>  |

|     |   |  |   |
|-----|---|--|---|
| 118 | Mechanical and Corrosion Properties of ZrB <sub>2</sub> -SiC Composite Ceramics with Oxide Additions.   | <i>Powder Metall Met Ceram</i> 60, 626–634 (2022).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-022-00275-z">https://doi.org/10.1007/s11106-022-00275-z</a>              | Grigoriev, O., Panasyuk, A., Brodnikovskyy, M.                                    |
| 119 | The Effect of Mechanical Activation on the Compaction and Structurization of Hot-Pressed ZrB <sub>2</sub> Ceramics.   | <i>Powder Metall Met Ceram</i> 60, 69–77 (2021).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-021-00216-2">https://doi.org/10.1007/s11106-021-00216-2</a>                | Liudvinskaya, T., Mosina, T., Neshpor, I. Bagliuk G., <i>et al.</i>               |
| 120 | Contact Interaction of Zirconium Diboride with Nickel and its Alloys. I. The Features of Contact Interaction in the ZrB <sub>2</sub> -Ni System   | <i>Powder Metall Met Ceram</i> 57, 551–556 (2019).<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11106-019-00014-x">https://doi.org/10.1007/s11106-019-00014-x</a>              | Zhunkovskii, G., Mosina, T., Neshpor, I. Bagliuk G., <i>et al</i>                 |
| 121 | Crystallization of rapidly quenched ribbons based on Fe <sub>82</sub> Si <sub>2</sub> B <sub>16</sub> under isothermal annealing  | <i>J. Magn. Magn. Mater.</i> – 2006. – V.304, №2. – P. e721–e723.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jmm.2006.02.202">https://doi.org/10.1016/j.jmm.2006.02.202</a> | Zakharenko M, Babich M, Nosenko A, Nakonechna O.                                  |
| 122 | Crystallization and Magnetic Cluster Formation in Fe–Mo–Si–B Metallic Glasses.  | <i>Metallofiz. Novejshie Tekhnol.</i> – 2010. – V.32, №9. – P. 1183–1190   | Nosenko A, Babich M, Semen'ko M.  |
| 123 | Зносостійкий сплав для захисту контактних поверхонь робочих лопаток авіаційних двигунів від окислення при високих температурах  | <i>Наука та інновації</i> , 2014, Т.10.-№4. С.77-90.<br><a href="https://DOI.org/10.15407/scin10.04.022">https://DOI.org/10.15407/scin10.04.022</a>                    | Черепова Т.С., Дмитрієва Г.П., Носенко А.В., Семиргра О.М.                        |
| 124 | Soft magnetic properties of nanocrystalline Fe <sub>73</sub> B <sub>7</sub> Si <sub>16</sub> Nb <sub>3</sub> Cu <sub>1</sub> alloy after rapid heating under tensile stress                                 | <i>Nanoscale Research Letters.</i> 2015; <b>10</b> :136.<br><a href="https://DOI.org/10.1186/s11671-015-0837-z">https://DOI.org/10.1186/s11671-015-0837-z</a>          | Nosenko A, Mika T, Rudenko O, Yarmoshchuk Y, Nosenko V.                           |
| 125 | DC-bias immune nanocrystalline magnetic cores made of Fe <sub>73</sub> Nb <sub>3</sub> Cu <sub>1</sub> B <sub>7</sub> Si <sub>16</sub> ribbon with induced transverse magnetic anisotropy                   | <i>Nanoscale Research Letters.</i> 2016;11:70.<br><a href="https://DOI.org/10.1186/s11671-016-1279-y">https://DOI.org/10.1186/s11671-016-1279-y</a>                    | Nosenko A, Rudenko O, Mika T, Yevlash I, Semyrga O, Nosenko V.                    |
| 126 | Effect of mechanical stresses in rapidly heated Fe <sub>73</sub> Cu <sub>1</sub> Nb <sub>3</sub> Si <sub>16</sub> B <sub>7</sub> ribbon arising during the ring core formation on their magnetic properties | <i>Nanoscale Research Letters.</i> 2017;12:299.<br><a href="https://DOI.org/10.1186/s11671-017-2041-9">https://DOI.org/10.1186/s11671-017-2041-9</a>                   | Nosenko A, Mika T, Semyrga O, Nosenko V.  |
| 127 | Properties of the Soft-Magnetic Nanocrystalline Fe–B–P–Nb–Cr Alloys with a High Saturation Induction  | <i>Metallofiz. Noveishie Tekhnol.</i> 2017;39:5<br><a href="https://doi.org/10.15407/mfint.39.05.0645">https://doi.org/10.15407/mfint.39.05.0645</a>                   | Yarmoshchuk Ye, Mika T, Nosenko A, Zelinska G, Semen'ko M.                        |
| 128 | Modeling the Hysteresis Loop of Ultra-High Permeability Amorphous Alloy for Space Applications  | <i>Materials</i> Vol. <b>11</b> ; 2018; 2079 (1-10)<br><a href="https://doi.org/10.3390/ma1112079">https://doi.org/10.3390/ma1112079</a>                               | Nowicki M., Szewczyk R., Charubin T., Marusenkov A., Nosenko A.V., Kyrylchuk V.V. |



|     |  |   |   |
|-----|--|---|---|
| 129 | Mobile ferrograph system for ultrahigh permeability alloys   | Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems<br>Vol. 12, No.3; 2018; 40–42<br><a href="https://doi.org/10.14313/JAMRIS_3-2018/17">https://doi.org/10.14313/JAMRIS_3-2018/17</a>               | Charubin, T.,<br>Nowicki, M.,<br>Marusenkov, A.,<br>Szewczyk, R.,<br>Nosenko A.V.,<br>Kyrylchuk V.V.                          |
| 130 | Resonance Properties and Magnetic Anisotropy of Nanocrystalline Fe <sub>73</sub> Cu <sub>1</sub> Nb <sub>3</sub> Si <sub>16</sub> B <sub>7</sub> Alloy     | Ukrainian Journal of Physics<br>Vol. 64, No.10;<br>2019;<br>942–946<br><a href="https://doi.org/10.15407/ujp.e64.10.942">https://doi.org/10.15407/ujp.e64.10.942</a>  | Pogorily A.M.,<br>Polishchuk D.M.,<br>Tovstolytkin A.I.,<br>Kravets A.F.,<br>Zamorskyi V.O.,<br>Nosenko A.V.,<br>Nosenko V.K. |
| 131 | Strain Dependence of Hysteretic Giant Magnetoimpedance Effect in Co-based Amorphous Ribbon   | Materials<br>Vol. 12;<br>2019;<br>2110 (1-10)<br><a href="https://doi.org/10.3390/ma12132110">https://doi.org/10.3390/ma12132110</a>  | Nowicki M.,<br>Gazda P.,<br>Szewczyk R.,<br>Marusenkov A.,<br>Nosenko A.V.,<br>Kyrylchuk V.V.                                 |
| 132 | Soft magnetic cobalt based amorphous alloys with low saturation induction  | Journal of Magnetism and Magnetic Materials<br>515; 167328; 2020<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jmm.2020.167328">https://doi.org/10.1016/j.jmm.2020.167328</a>   | Nosenko A,<br>Kyrylchuk V,<br>Semen'ko M,<br>Nowicki M,<br>Marusenkov A,<br>Mika T, Semyrga O,<br>Zelinska G,<br>Nosenko V.   |
| 133 | Structural Investigations of Doped Eutectic Alloys Based on Nickel with Niobium Carbide  | Metallofiz. Noveishie Tekhnol. 44, No. 7, P.873-885, 2022.<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.15407/mfint.44.07.0873">10.15407/mfint.44.07.0873</a>  | Dmytriieva G,<br>Cherepova T,<br>Pryadko T,<br>Kosorukova T,<br>Nosenko A.  |
| 134 | Prospects of Application of Gas-Discharge Electron Beam Guns in Additive Manufacturing   | Elektrotechnica & Elektronika (E+E). No. 5-6/2016, p.36-42<br><a href="https://epluse.ceec.bg/wp-content/uploads/2018/08/20160506-06.pdf">https://epluse.ceec.bg/wp-content/uploads/2018/08/20160506-06.pdf</a> | Dmytro Kovalchuk, Vitalii Melnyk, Ihor Melnyk, Borys Tugai.   |
| 135 | Microstructure and Properties of 3D Ti-6Al-4V Articles Produced with Advanced Co-axial Electron Beam & Wire Additive Manufacturing Technology              | MATEC Web of Conf., Volume 321, 2020 The 14 <sup>th</sup> World Conference on Titanium (Ti 2019)<br><a href="https://doi.org/10.1051/matecconf/202032103014">https://doi.org/10.1051/matecconf/202032103014</a> | D. Kovalchuk, O. Ivasishin, D. Savvakina  |
| 136 | Effect of Heat Treatment on Microstructure and Tensile Properties of Ti-6Al-4V Alloy Produced by Coaxial Electron Beam Wire Feeding Additive Manufacturing | JOM, 2021, 73(7), pp. 2241–2249<br>DOI: 10.1007/s11837-021-04712-z  | Hu J.; Zhang J.;<br>Wei Y.; Chen H.;<br>Yang Y.; Wu S.;<br>Kovalchuk D. et al.  |

|     |   |  |   |
|-----|---|--|---|
| 137 | Tailoring equiaxed $\beta$ -grain structures in Ti-6Al-4V coaxial electron beam wire additive manufacturing   | Materialia, 2021, 20, 101202<br>DOI:<br>10.1016/j.mtla.2021.101202   | A.E. Davis; J.R. Kennedy; D. Strong; D. Kovalchuk; S. Porter; P.B. Prangnell  |
| 138 | A Coaxial Wire-Feed Additive Manufacturing of Metal Components Using a Profile Electron Beam in Space Application   | <a href="#">Journal of Materials Engineering and Performance</a> , 2022, 31(8), pp. 6069–6082 DOI:<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11665-022-06994-z">10.1007/s11665-022-06994-z</a>                  | <a href="#">Kovalchuk, D.</a> , Melnyk, V., Melnyk, I.  |
| 139 | Titanium-Based Layered Armour Elements Manufactured with 3D-Printing Approach   | Metallophysics and Advanced Technologies, 44, No. 10: 1361 (2022);<br><a href="https://doi.org/10.15407/mfi.44.10.1361">https://doi.org/10.15407/mfi.44.10.1361</a>  | P.E. Markovsky, O.M. Ivasishin, D.G. Savvakina, O.O. Stasiuk, V.I. Bondarchuk, D.V. Oryshych, <a href="#">D.V. Kovalchuk</a> , et al.   |
| 140 | Microstructure and mechanical properties of Ti-6Al-4V cruciform structure fabricated by coaxial electron beam wire-feed additive manufacturing  | Journal of Alloys and Compounds, 2023-06, Volume 960.<br>DOI:<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.170943">10.1016/j.jallcom.2023.170943</a>   | Mingzhi Wang; Jianan Hu; Jing Zhu; Kai Zhang; <a href="#">Dmytro Kovalchuk</a> et. al   |
| 141 | New Approach for Manufacturing Ti–6Al–4V+40%TiC Metal-Matrix Composites by 3D Printing Using Conic Electron Beam and Cored Wire. Pt. 1: Main Features of the Process, Microstructure Formation and Basic Characteristics of 3D Printed Material             | Progress in Physics of Metals, 24, No. 4: pp. 715–740 (2023)<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.15407/ufm.24.04.715">https://doi.org/10.15407/ufm.24.04.715</a>   | P. E. Markovsky, <a href="#">D. V. Kovalchuk</a> , S. V. Akhonin, S. L. Schwab, D. G. Savvakina, O. O. Stasiuk, D. V. Oryshych, D. V. Vedel, M. A. Skoryk, and V. P. Tkachuk. |
| 142 | New Approach for Manufacturing Ti–6Al–4V+40%TiC Metal-Matrix Composites by 3D Printing Using Conic Electron Beam and Cored Wire. Pt. 2: Layered MMC/Alloy Materials, Their Main Characteristics, and Possible Application as Ballistic Resistant Materials. | Progress in Physics of Metals, 24, No. 4: pp. 741–763 (2023)<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.15407/ufm.24.04.741">https://doi.org/10.15407/ufm.24.04.741</a>   | P. E. Markovsky, <a href="#">D. V. Kovalchuk</a> , D. G. Savvakina, et al.  |
| 143 | Ultrasonically nanostructured electric-spark deposited Ti surface layer on Ti6Al4V alloy: enhanced hardness and corrosion resistance  | International Journal of Surface Science and Engineering (IJSURFSE) 2020, Vol. 14, №1, pp..1-15<br><a href="https://doi.org/10.1504/IJSURFSE.2020.105874">https://doi.org/10.1504/IJSURFSE.2020.105874</a> | M.A. Vasylyev, B.N. Mordyuk, V.P. Bevz, S.M. Voloshko, O.B. Mordiuk   |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 144   | <a href="#">Mass transfer under the shock compression in metal systems with interlayer</a>  | Metallofizika i Noveishie Tekhnologii, 2010, Vol.32, №9, pp.1267-1275  | VF Mazanko, DS Gertzriken, VP Bevz, VM Mironov, OA Mironova                     |
| 145   | Diffusion processes at high-speed deformation of metals in a pulse electromagnetic field  | METALLOFIZIKA I NOVEISHIE TEKHNologii, 2007, Vol.29, №2, pp. 173-192   | VF Mazanko, DT Mironov, DS Hertzriken, OA Mironova, VP Bevz                     |
| 146   | Influence of simultaneous action of an electric current and plastic deformation by compression on migration of atoms in copper and nickel | METALLOFIZIKA I NOVEISHIE TEKHNologii 29 (4).2007. 483-494   | VF Mazanko, DV Mironov, DS Hertzriken, VP Bevz                                  |
| 147   | Abnormal mass transfer and occurrence of EMF in metals under pulse shock loading  | Metallofizika i noveishie tekhnologii 28.2006. 271-275   | VP Bevz, VF Mazanko, AV Filatov, SP Vorona                                      |
| 148   | Structure and wear behavior of (Ti, Cr) C-Ni detonation sprayed coatings  | Solid State Phenomena, vol. 331, Trans Tech Publications, Ltd., 29 Apr. 2022, pp. 151–156.<br><a href="https://doi.org/10.4028/p-t1o0v1">https://doi.org/10.4028/p-t1o0v1</a>                        | M.Storozhenko, O.Chernyshov, V.Bevz, D.Pakula та ін.                            |
| 149   | Phase formation at low temperatures during martensitic transformations with explosive kinetics  | METALLOFIZIKA I NOVEISHIE TEKHNologii Vol.32 (10). 20410. 1293-1299  | Yu M Koval, DS Gertsriken, VP Bevz, VM Mironov, VV Alekseeva, TV Mironova       |
| 150   | Study of the titanium-based coatings structure obtained by the cold spray deposition method   | International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering.2023. p.64-66.<br><a href="https://doi.org/10.15407/mss e2023.064">https://doi.org/10.15407/mss e2023.064</a> | Andriy Tarasiuk; Dmytro Pakula, Oleksandr Stasiuk, Denys Oryshych, Vitaliy Bevz |
| 151   | Sintered Al–Si–Ni alloy: structure and properties. I. Powder obtaining  | Metallophysics and Advanced Technologies 2023, vol. 45, No. 8, pp. 951–961<br><a href="https://doi.org/10.15407/mfi nt.45.08.0951">https://doi.org/10.15407/mfi nt.45.08.0951</a>                    | GA Bagliuk, TO Monastyrskya, VV Kaverinsky, VP Bevz, VK Nosenko, та ін.         |
| 152   | Al-Si-Ni composite with a low-temperature coefficient of linear expansion   | Materials Science. Non-Equilibrium Phase Transformations.9(2).2023. Pp.51-53   | A. Rud, T.Monastyrskya, G.Bagliuk, V.Bevz та ін.                                |
| <b>III. Статті у наукових виданнях, включених до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України</b> |   |  |   |
|   |   |  |   |

**V. Патенти України або інших країн на винахід, щодо яких претенденти є авторами/співавторами або власниками/співвласниками (з чинним за строком дії, відповідно до законодавства України )**

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1 | Спосіб обробки напиленого матеріалу на титановій основі (варіанти та компонент)   | Патент України на винахід №79864,<br><br>USA Patent:<br>US20060105194 (A1),<br>European Patent EP<br>1662019 A1,<br>Singapore Patent<br>CN1776000A,<br>Mexican Patent MX<br>PA05012417 | Кінслер М.Д.,<br>Івасишин О.М.<br>Марковський П.Е.,<br>Бондарчук В.І.<br>Сергієнко Г.А.,<br>Білоусов І.В. /<br>Ivasishin O.M.,<br>Markovsky P. E.,<br>Bondarchuk V.I.,<br>Belousov I.V.,<br>Malashenko I.S.,<br>Sergienko G.A.,<br>Kinstler M. |
| 2 | Спосіб одержання малопористих виробів на основі титанових сплавів або композитів  | патент України на винахід №125951 (реєстрація 13.07.22, заявка №а202005839 від 11.09.2020)   | О.М.Івасишин,<br>П.Є.Марковський,<br>Д.Г.Саввакін,<br>О.О.Стасюк,<br>Д.В.Оришич  |
| 4 | Спосіб отримання виробів з титанових сплавів  | Патент України на винахід №92714 (2010)  | О.М.Івасишин,<br>Д.Г.Саввакін,<br>В.А.Дузь,<br>В.С.Моксон,<br>В.В.Телін  |
| 5 | Cost-effective titanium alloy powder compositions and method for manufacturing flat or shaped articles from these powders | U.S. Patent No. 7,993,577 (2011)   | О.М.Ivasishin,<br>D.G.Savvakın,<br>V.A.Duz,<br>V.S.Moxson,<br>V.V.Telin  |
| 6 | Спосіб отримання титанових виробів (варіанти)   | Патент України на винахід №101545 (2013)   | О.М.Івасишин,<br>Д.Г.Саввакін,<br>М.М.Гуменяк  |
| 7 | Manufacture of Near-Net Shape Titanium Alloy Articles from Metal Powders by Sintering with Presence of Atomic Hydrogen    | U.S. Patent 8920712 B2 (30 Dec 2014)   | О.М. Ivasishin,<br>D.G.Savvakın,<br>V.S. Moxson,<br>V.A. Duz,<br>M.M. Gumenyak,  |
| 8 | Спосіб одержання виробів на основі титану з багатошаровою структурою  | Патент України на винахід № 114876 (від 10.08.17, бюл.№15).  | О.М.Івасишин<br>П.Є.Марковський<br>Д.Г.Саввакін<br>Я.І.Мельник<br>О.О.Стасюк   |
| 9 | Спосіб одержання зливків титанових сплавів з застосуванням двостадійного витягування                                      | Патент України №75790 С22В9/22,<br>Опубл. Бюл. №5 від 15.05.2006р  | Березос В.О.,<br>Жук Г.В.,<br>Тригуб М.П.,<br>Северин А.Ю.,<br>Варич І.Ю.  |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 10 | Спосіб попередження включень низької щільності в зливках титанових сплавів.  | Патент України №76873 С22В9/22,<br>Опубл. Бюл. №9 від 15.09.2006р.   | Северин А.Ю.,<br>Березос В.О.,<br>Жук Г.В.,<br>Тригуб М.П.   |
| 11 | Спосіб одержання легованих алюмінієм титанових зливоків  | Патент України №91251 С22В34/12,<br>Опубл. Бюл. №13 від 12.07.2010р.   | Тригуб М.П.,<br>Жук Г.В.,<br>Березос В.О.<br>Фесан А.А.<br>Самофалов О.В.  |
| 12 | Спосіб одержання зливоків титанових сплавів з якісною поверхнею.   | Патент України №100065 С21С5/56,<br>С22В 9/22, С22В 34/12<br>Опубл. Бюл. №21 від 12.11.2012р                             | Тригуб М.П.,<br>Березос В.О.,<br>Северин А.Ю.,<br>Крижановський В.А.   |
| 13 | Спосіб отримання зливка титанового сплаву пошаровою кристалізацією в електронно-променевої установці з проміжною ємністю | Патент України №100279 С21С5/56,<br>С22В34/12, С22В9/22,<br>Опубл. Бюл. №21 від 12.11.2012р.                             | Тригуб М.П.,<br>Березос В.О.<br>Северин А.Ю.,<br>Крижановський В.А.  |
| 14 | Спосіб одержання сплавів на основі титану з рівномірним вмістом кисню  | Патент України №100279 С22В9/22,<br>С22В1/02, С22В4/06,<br>Опубл. Бюл. №23 від 10.12.2012р.                              | Тригуб М.П.,<br>Корнійчук В.Д.,<br>Березос В.О.<br>Северин А.Ю.  |
| 15 | Високоміцний титановий сплав   | Патент №106916,<br>Україна, заявл.<br>21.12.2012; Опубл. Бюл.<br>№12 від 25.06.2016р.                                    | Ахонін С.В.,<br>Березос В.О.,<br>Білоус В.Ю.,<br>Пікулін О.М.,<br>Петриченко І.К.,<br>Селін Р.В.,<br>Єрохін О.Г. |
| 16 | Спосіб одержання зливоків сплавів на основі титану   | Патент України 118388,<br>С22В9/22. –№а 2017<br>01708, Зареєстровано<br>23.02.2017 р.; Опубл.<br>Бюл. №1 від 10.01.2019. | Ахонін С.В.,<br>Пікулін О.М.<br>Березос В.О.,<br>Северин А.Ю.,<br>Єрохін О.Г.                                    |
| 17 | Спосіб електроіскрового зміцнення поверхонь деталей  | Патент України на винахід № 26227<br>(10.09.2007, бюл.<br>№ 14/2007)   | Мазанко В.Ф.<br>Храновська К.М.<br>Погорелов О. Є.<br>Іващенко Є.В. Бевз<br>В.П.                                 |
| 18 | Спосіб зміцнення поверхонь тертя деталей   | Патент України на винахід № 82815<br>(11.03.2008, бюл.<br>№ 5/2008).   | Мазанко В.Ф.<br>Храновська К.М.<br>Погорелов О. Є.<br>Стаценко В.М.<br>Іващенко Є.В. Бевз<br>В.П.                |
| 19 | Спосіб тривимірного друку металевого виробу  | Патент України на винахід № 93424<br>(25.09.2014, бюл.<br>№ 18/2014).  | Васильєв М. О. Бевз<br>В. П.,<br>Храновська К.М.   |

|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
| 20 | Пристрій для виготовлення об'ємних об'єктів                             | Патент Німеччини DE 20 2015 009 856 U1 (2020.11.12)      | Д.Ковальчук та ін.   |
| 21 | Пристрій для виготовлення об'ємних об'єктів                             | Патент Німеччини 202019006017 (2024), пріоритет від 2019 | Д.Ковальчук та ін.   |
| 22 | Спосіб виготовлення тривимірних об'єктів і пристрій для його реалізації | Патент України на винахід № 112682 (2016, бюл. №19)      | Д.Ковальчук, В. Мельник, І. Мельник, Б. Тугай                    |
| 23 | Пристрій для виготовлення тривимірних об'єктів                          | Патент України на винахід № 116822 (2018, бюл. №9)       | Д.Ковальчук, В. Мельник, І. Мельник, Б. Тугай                    |
| 24 | Пристрій для виготовлення тривимірних об'єктів                          | Патент України на винахід № 122437 (2020, бюл. №21)      | Д.Ковальчук, В. Мельник, І. Мельник, Б. Тугай                    |
| 25 | Method and system for manufacturing of three dimensional objects        | Patent USA US 10695835 B2, 20 June 2020                  | D.Kovalchuk, I. Melnyk, V. Melnyk, B. Tugai                      |
| 26 | Method and system for manufacturing of three dimensional objects        | Патент Китаю ZL2015800523223 (сертифікат 3404937) 2019   | KOVALCHUK, Dmytro; MELNYK, Ihor; MELNYK, Vitali i; TUGAI , Borys |
| 27 | Method and system for manufacturing of three dimensional objects        | Патент Китаю CN106922136B (2019)                         | D.Kovalchuk, I. Melnyk, V. Melnyk, B. Tugai                      |

|  |                      |               |
|--|----------------------|---------------|
| Кількість вітчизняних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент | як науковий керівник | як виконавець |
|  | 17                   | 33            |
| Кількість закордонних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент | як науковий керівник | як виконавець |
|  | 14                   | 28            |