

Національна академія наук України

Інститут імпульсних процесів і технологій

Цикл наукових праць
на здобуття премії Президента України
для молодих вчених

**ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНИХ ПОТОКІВ ЕНЕРГІЇ
ДЛЯ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ
ПІДВИЩЕНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

1. **ЛИПЯН Євген Васильович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України

2. **ПРИСТАШ Микола Сергійович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України

3. **ТОРПАКОВ Андрій Сергійович** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України

Реферат

2020

Цикл наукових праць присвячений розробці технології отримання матеріалів із підвищеними фізико-механічними властивостями шляхом підготовки металевих порошків за допомогою високовольтного електричного розряду (ВЕР) та наступної консолідації методом іскро-плазмового спікання (ШС). Представлені результати експериментальних та теоретичних досліджень електричних та гідродинамічних параметрів ВЕР та їх зв'язку з дисперсністю, фазовим складом отриманої шихти та властивостями консолідованих з обробленої шихти метало-матричних композитів (ММК), а саме карбідосталей, алюмоматричних композитів та твердих сплавів, а також із властивостями модифікованого підготовленими порошками нікелевого сплаву СМ88У. Цикл наукових праць складається з 122 робіт, виконаних у 2010–2019 рр.

Вступ

Промисловість України, у умовах кризи гірничо-металургійного сектору останніх років, має потребу в матеріалах з високими функціональними (такими як зносостійкість) та фізико-механічними властивостями (твердість та міцність), адже саме ці характеристики забезпечують надійність роботи виробів інструментального та конструкційного призначення.

Необхідною умовою забезпечення зносостійкості матеріалу є створення в ньому гетерогенної структури, яка представляє собою пластичну матрицю з твердими включеннями. До гетерогенних матеріалів належать металоматричні композити, в тому числі карбідосталі, які отримують методами порошкової металургії.

Актуальність теми

Однією із важливих задач сучасного матеріалознавства є пошук принципів і шляхів створення нових прогресивних матеріалів. Зокрема, до таких матеріалів відносяться багатофункціональні дисперснозміцнені наноструктурованими частинками метало-матричні композити (ММК), які можуть використовуватись як інструментальні та конструкційні матеріали. Одним із ефективних шляхів суттєвого підвищення основних фізико-механічних та експлуатаційних властивостей ММК є диспергування їх структури до субмікронного або наноструктурного рівня. Такий підхід може бути реалізований як на стадії отримання шихти, так і в процесі виготовлення виробів та заготовок.

Актуальність даної теми обумовлена гострою необхідністю розробки сучасних високоефективних технологічних підходів отримання принципово нових складів зносостійких матеріалів на основі головним чином вітчизняної сировинної бази, зокрема металів групи заліза, титану та алюмінію, значні запаси яких є в Україні, що забезпечує значний рівень імпортозаміщення.

Зокрема, сучасне виробництво потребує наявності дешевих та доступних, екологічно безпечних, здатних до переробки інструментальних матеріалів для ріжучих та штампових інструментів і деталей машин, що працюють в умовах інтенсивної абразивної дії.

Виникає необхідність розробки технічно та економічно обґрунтованих ефективних технологій диспергування, активації та синтезу високомодульних наповнювачей (карбідів, зокрема TiC , та інтерметалідів) із розмірами від 10 до 600 нм, хімічний склад і розмір яких має бути збережено у консолідованому матеріалі.

Одним з ефективних методів подрібнення порошкових систем є використання високовольтного електричного розряду (ВЕР), що характеризується виділенням енергії у робочому середовищі впродовж мікросекунд, що приводить до виникнення плазмового каналу розряду та плазмових утворень між частинками оброблюваного порошку, ударних та механоакустичних хвиль з широким спектром частот, потужних гідропотоків, кавітації та електромагнітних полів. Використання в якості робочого середовища при ВЕР-обробці порошкових систем вуглеводневої рідини, зокрема, гасу, дозволяє запобігти окисленню оброблюваного порошку та синтезувати нановуглець різних алотропних модифікацій в результаті деструкції вуглеводневих ланцюжків під дією плазмового каналу розряду. Синтезовані активні наночастинки вуглецю можуть вступати у реакції карбідізації з частинками порошку. За таких умов при обробці сумішей систем $Fe-Ti$ та $Ti-Al$ у гасі можливий синтез дисперснозміцнюючих фаз карбідів, інтерметалідів, а також МАХ-фаз типу Ti_3AlC_2 та Ti_3AlC .

Для збереження ультрадисперсних структур у металоматричних композитах все ширше використовуються технологічні процеси обробки матеріалів електричним струмом високої щільності. Вони дозволяють забезпечити високі швидкості нагрівання, зменшити час витримки при максимальній температурі та отримувати компакти з більшою відносною щільністю та більш тонкою структурою, ніж при використанні традиційних методів консолідації, таких, як гаряче та ізостатичне пресування. До таких методів впливу відноситься метод іскро-плазмового спікання (ІПС), який дає змогу отримати матеріали високої щільності за короткий проміжок часу та при незначному (до 60 МПа) механічному тиску.

Однак, основні явища, які супроводжують процеси високовольтною електророзрядною обробки елементарних порошоків Fe , Ti , Al та їх сумішей систем $Ti-Al$, $Fe-Ti$ – (B) та її вплив на структуру і властивості отриманих матеріалів на сьогодні практично не вивчені.

Отже, проблематика створення перспективних технологій отримання зносостійких металоматричних композитів за рахунок використання вуглеводневої рідини та високовольтного розряду для карбідізації та диспергування вихідної порошкової суміші з подальшим іскро-плазмовим спіканням отриманої шихти, яка розглядається в даній роботі, є актуальною, як у науковому, так і в прикладному аспекті та направлена на вирішення важливої науково-технічної задачі – отримання металовмісних матеріалів з підвищеними фізико-механічними властивостями.

Метою роботи є розробка фізико-технологічних засад створення методів модифікації та синтезу функціональних матеріалів шляхом високовольтної електричної обробки та наступного іскрового плазмового спікання.

Для досягнення поставленої мети розв'язувалися наступні **завдання**:

- провести аналіз сучасного стану методів підготовки порошкових сумішей для отримання металоматричних матеріалів з підвищеними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями;

- теоретично проаналізувати умови диспергування та синтезу карбідних фаз при ВЕР в дисперсній системі «порошок-газ»;

- експериментально дослідити закономірності зв'язку зміни дисперсності, фазового складу та фізико-механічних властивостей порошків Fe, Ti, їх сумішей та сумішей з додаванням B_4C , а також суміші Al – Ti з параметрами ВЕР обробки в гасі;

- дослідити структуроутворення металоматричних композитів (зокрема, карбідосталей та твердих сплавів) систем Fe – Ti – C – (B) та Al – Ti – C при їх консолідації методом ІПС та вивчити фізико-механічні та трибологічні властивості отриманого матеріалу;

- з використанням встановлених закономірностей визначити зв'язок функціональних та фізико-механічних властивостей консолідованого матеріалу методом ІПС зі складом вихідної шихти, її дисперсністю, зміною питомого електричного опору при ВЕР обробці та режимом ІПС;

- встановити вплив модифікування порошками, обробленими ВЕР, на зміну структури і фізико-механічних властивостей жароміцного сплаву CM88Y.

Наукова новизна. На підставі проведених комплексних, систематичних та послідовних досліджень в циклі наукових праць одержано такі нові наукові результати:

1. Вперше встановлено основні закономірності диспергування порошків та синтезу твердих фаз при ВЕР обробці сумішей елементарних порошків системи Fe–Ti–C–(B) в гасі. Показано, що найбільш ефективні

режими синтезу карбідної (боридної) складової та диспергування порошків, реалізуються при швидкості зростання струму (di/dt) від 13 до 24 ГА/с, що забезпечує тиск в каналі розряду від 0,8 до 1,2 ГПа та температурі від $2 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^4$ К при густині струму в каналі розряду (j_k) від 0,6 до 0,8 кА/мм². При цьому робоча частота має обиратись згідно встановлених закономірностей седиментації частинок порошку залежно від хімічного складу оброблюваного порошку, його дисперсності та типу робочої рідини.

2. Вперше методом термодинамічного аналізу обґрунтовані умови електророзрядного синтезу фаз інтерметалідів (Fe_2Ti , $FeTi$) та карбідів металів (TiC , Fe_3C) при циклічному потраплянні вихідних порошків металів системи $Ti - Fe$ у навколоплазмову перехідну зону (температура у діапазоні від 298 до 3500 К та парціальний тиск парів елементів від 10^3 до 10^7 Па) при їх високовольтній електророзрядній обробці у гасі.

3. Обґрунтовано механізм високовольтного електророзрядного синтезу карбідних фаз у вуглеводневій рідині при ВЕР обробці металевих порошків, який включає піроліз вуглеводневих ланцюгів з утворенням активного нановуглецю різних алотропних модифікацій, атоми якого в умовах значних температур та тиску здатні до вкорінення в кристалічну ґратку металу, утворюючи карбідні сполуки.

4. Встановлено вплив попередньої ВЕР обробки порошкових сумішей на особливості структуроутворення та основні фізико-механічні властивості металоматричних композитів систем $Fe-Ti-C-(B)$ та $Al-Ti-C$, отриманих із застосуванням іскро-плазмового спікання. Показано, що ВЕР-обробка порошків системи $Fe-Ti-C-(B)$ та їх наступна консолідація методом ІПС дозволяє досягнути високих показників щільності (з пористістю до 4 %) та підвищених механічних характеристик матеріалу твердість до 68 HRC та міцність на вигин до 1350 МПа). Отримані метало-матричні композити системи $Al-Ti-C$ мають твердість за Віккерсом 8,3 ГПа та характеризуються високою зносостійкістю (відносна втрата маси складає 0,9 % на 5 км шляху).

5. Встановлено, що зміна швидкості нагрівання з 10 °С/с до 20 °С/с при ІПС консолідації композитів системи $Fe-Ti-C-B$ із введеною потужністю 4 кДж/с за рахунок інтенсифікації процесів боридоутворення дозволяє підвищити їх щільність до 98 % від теоретичної.

6. Вперше встановлено значення іскрової постійної $A_k \approx 10^6$ В²·с/м², яка характеризує стан плазми у каналі високовольтного електричного розряду у дисперсних системах «гас – порошок металу», що дозволяє обирати режими електророзрядного впливу на порошки різних металів шляхом прогнозування електричних та гідродинамічних характеристик розряду.

7. Вперше теоретично обґрунтовано циклічний вплив сили Лоренца при високовольтному електричному розряді у дисперсних системах «гас – порошок металу», яка сприяє пришвидшенню кристалізації частинок порошку, підвищенню щільності закристалізованої частинки, а подекуди деформації та деструкції частинок. Ефективність диспергування та ущільнення за рахунок впливу сили Лоренца залежить від густини струму, яка для досягнення помітного ефекту має перевищувати $5,2 \cdot 10^{11}$ А/м². Із збільшенням густини струму понад $5,2 \cdot 10^{11}$ А/м² зменшення розмірів частинок та зростання їх щільності за рахунок дії електромагнітного тиску відбуваються згідно з експоненціальною залежністю.

8. Вперше обґрунтовано зв'язок питомої енергії високовольтного електророзрядного синтезу шихти для одержання карбідотитанових твердих сплавів з кількістю карбіду титану в її складі. Питома енергія для обробки вихідних порошкових сумішей з вмістом титану $C_{Ti} = 26 \dots 90$ % складає $0,32 \cdot C_{Ti}$ МДж/кг, де C_{Ti} , % – кількість Ti у складі шихти, яка забезпечує повну карбідизацію титану. При цьому для забезпечення не менше 30 мас. % карбіду титану мінімальною потребою питомою енергією є 8,3 МДж/кг.

9. Вперше розроблено принцип електророзрядного синтезу карбідотитанових твердих сплавів у дві стадії. На першій стадії синтез відбувається за рахунок підготовки поверхні порошків, синтезу нановуглецю різних алотропних модифікацій та синтезу карбіду титану при високовольтній електророзрядній обробці при питомій енергії обробки від 4,5 до 27 МДж/кг. На другій стадії при іскро-плазмовому спіканні при температурі від 1000 до 1100 °С при часі витримки до 20 хв. відбувається синтез карбідотитанового твердого сплаву з високими фізико-механічними характеристиками.

Практичне значення результатів.

1. Дослідження процесів електророзрядної обробки порошків в гасі та ПС дозволило розробити ефективну технологічну схему та одержати вироби із високозносоустійких ММК на основі заліза.

2. Розроблені авторами нові матеріали та технологічні процеси пройшли дослідно-промислову апробацію на Експериментальному виробництві Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України:

– металоматричний композит системи Fe – Ti – C – B, виготовлений за рекомендаціями, представленими в дисертаційній роботі, було використано в ролі пластин для різання полімерної ізоляції та пробійників титанової фольги на державному підприємстві. За результатами випробувань стійкість представленого композиту була на рівні інструментальної сталі Р6М5, але за

рахунок того, що вартість матеріалу системи Fe – Ti – C – V менша, це дозволить значно збільшити прибуток виробництва з економічної точки зору.

– карбідотитановий твердий сплав, виготовлений за рекомендаціями, представленими в роботі, було використано в якості вставок для фрезувальної голівки. За результатами випробувань стійкість представленого матеріалу була на рівні твердого сплаву марки ВК8, але за рахунок того, що вартість представленого безвольфрамового твердого сплаву у 4 рази менша, з економічної точки зору вартість деталі може бути знижена на 35–50 %, що дозволить значно збільшити прибуток підприємства.

3. Результати роботи в частині досліджень впливу високовольтного електричного розряду на дисперсну систему «порошок-вуглеводнева рідина», та фізичних процесів при іскро-плазмовому спікання порошкових сумішей використовуються в навчальному процесі при викладанні курсу «Розрядно-імпульсні технології» на кафедрі імпульсних процесів і технологій Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова (м. Миколаїв), а також при викладанні курсів «Особливості виробництва порошкових матеріалів і композитів» та «Обладнання підприємств порошкової металургії» на кафедрі матеріалознавства і технології металів Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова (м. Миколаїв).

4. На ДП НВКГ «Зоря» — «Машпроект» показано, що введення синтезованого (запропонованим авторами методом) модифікатора в розплав жароміцного сплаву СМ88У у кількості 0,01 % дозволяє зменшити розмір зерна з 1 – 2 мм до 0,2 – 0,3 мм. При цьому довготривала міцність сплаву при навантаженні 280 МПа, температурі 900 °С збільшилася на 10 – 15 %, міцність на розрив при температурі 600 °С склала 110 – 113 МПа. Міцність на розрив при температурі 900 °С склала 65-69 МПа. Такий рівень властивостей отриманого сплаву дозволить ДП НВКГ «Зоря» — «Машпроект» відмовитись від імпорту жароміцного сплаву та замінити його сплавом власного виробництва.

5. Порошкова шихта, підготовлена за допомогою високовольтного електричного розряду, на підставі встановлених фізико-технічних принципів була використана для одержання безвольфрамових карбідотитанових твердих сплавів методом Electro-sinter-forging на підприємстві «EPoS s.r.l.» (м. Турін, Італія).

Економічний ефект від впровадження результатів циклу робіт ґрунтується на тому, що метод підготовки порошків за допомогою ВЕР є більш енергоефективним, ніж традиційні механічні методи, а металоматричні композити, отримані за допомогою імпульсної технології мають меншу

собівартість ніж матеріали із аналогічними властивостями, виготовлені традиційними методами, за рахунок скорочення технологічної схеми їх виробництва майже вдвічі.

Оцінка собівартості готової до спікання порошкової шихти та консолідованих із неї виробів (циліндричних деталей діаметром 10 мм і товщиною 3 мм) свідчить, що:

- собівартість готової до спікання шихти карбідосталі початкового складу 75 % Fe + 25 % Ti із урахуванням непрямих витрат склала 297,05 грн/кг;
- початкова продажна ціна шихти карбідосталі початкового складу 75 % Fe + 25 % Ti із урахуванням ПДВ склала 534,68 грн/кг;
- собівартість 1 деталі, виготовленої із карбідосталі, із урахуванням непрямих витрат склала 18,04 грн/од;
- початкова продажна ціна 1 деталі, виготовленої із карбідосталі, із урахуванням ПДВ склала 32,47 грн/од.
- собівартість готової до спікання твёрдосплавної шихти початкового складу 80 % Ti + 20 % із урахуванням непрямих витрат склала 647,47 грн/кг;
- початкова продажна ціна твёрдосплавної шихти початкового складу 80 % Ti + 20 % із урахуванням ПДВ склала 1165,81 грн/кг;
- собівартість 1 твёрдосплавної деталі із урахуванням непрямих витрат склала 20,23 грн/од;
- початкова продажна ціна 1 твёрдосплавної деталі із урахуванням ПДВ склала 36,41 грн/од.
- собівартість готової до спікання шихти алюмоматричного композиту початкового складу 85 % Ti + 15 % Al із урахуванням непрямих витрат склала 707,67 грн/кг;
- початкова продажна ціна шихти алюмоматричного композиту початкового складу 85 % Ti + 15 % Al із урахуванням ПДВ склала 1273,81 грн/кг;
- собівартість 1 деталі, виготовленої із алюмоматричного композиту, із урахуванням непрямих витрат склала 20,60 грн/од;
- початкова продажна ціна 1 деталі, виготовленої із алюмоматричного композиту, із урахуванням ПДВ склала 37,09 грн/од.

Використання отриманих карбідосталей системи Fe–Ti–C–V для виробництва інструментів дозволяє знизити вартість деталі на 35 – 50 % та збільшити її ресурс на 50 %. Економічний ефект від впровадження запропонованих матеріалів становить:

- 53 % для карбідосталі початкового складу 75 % Fe + 25 % Ti;
- 28 % для твёрдого сплаву початкового складу 80 % Ti + 20 % Fe;
- 67,5 % для алюмоматричного композиту початкового складу 85 % Ti + 15 % Al.

Основні науково-технічні результати циклу наукових праць:

1. Теоретично встановлено необхідні умови для диспергування порошків та синтезу твердих фаз при ВЕР обробці сумішей елементарних порошків системи Fe–Ti–C–(B) в гасі. Показано, що найбільш ефективні режими диспергування порошків та синтезу карбідної (боридної) складової, реалізуються при швидкості зростання струму (di/dt) від 13 до 24 ГА/с, що забезпечує тиск в каналі розряду від 0,8 до 1,2 ГПа та температуру від $2 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^4$ К при густині струму в каналі розряду (j_k) від 0,6 до 0,8 кА/мм². При цьому робоча частота має обиратись згідно встановлених закономірностей седиментації частинок порошку залежно від хімічного складу оброблюваного порошку, його дисперсності та типу робочої рідини.

2. Експериментально встановлені закономірності зв'язку параметрів ВЕР обробки сумішей 75 % Fe + 25 % Ti ($W_{num}=25$ МДж/кг, $di/dt \geq 13$ ГА/с, $j_k \geq 0,7$ кА/мм²) та 75 % Fe + 20 % Ti + 5 % B₄C ($W_{num}=25$ МДж/кг, $di/dt \geq 16$ ГА/с, $j_k \geq 0,8$ кА/мм²) зі зміною дисперсності від 80 мкм до 3 мкм та фазовим складом отриманої шихти (синтезуються тверді фази карбідів TiC_{0,92}, боридів заліза, титану, а також інтерметалідів розміром від 10 до 600 нм).

3. Обґрунтовано механізм високовольтного електророзрядного синтезу карбідних фаз при ВЕР обробці у вуглеводневій рідині, що включає її деструкцію з утворенням активного нановуглецю різних алотропних модифікацій, атоми якого в умовах значних температур та тиску здатні до вкорінення в кристалічну ґратку металу, утворюючи карбідні сполуки. Кількість вуглецю розраховується за вмістом карбідоутворюючого елементу та забезпечується інтегральною енергією обробки.

4. На основі встановлених закономірностей зв'язку зміни дисперсності та фазового складу сумішей порошків (75 % Fe + 25 % Ti, 75 % Fe + 20 % Ti + 5 % B₄C) з параметрами ВЕР обробки в гасі та подальшою консолідацією методом ІПС отримано ММК з високою стійкістю до абразивного зношування, твердістю та міцністю. Карбідосталі системи Fe–Ti–C на основі загартованої вуглецевої сталі мають твердість від 45 до 56 HRC, міцність на вигин від 850 до 1050 МПа, зносостійкість при абразивному терті на 18-20% вищу від швидкорізальної сталі Р6М5. Карбідосталі системи Fe–Ti–B–C мають твердість від 60 до 68 HRC, міцність на вигин від 1100 до 1350 МПа, стійкість до абразивного тертя на 15 – 25 % вищу, ніж у швидкорізальної сталі Р6М5.

5. ММК системи Fe–Ti–C (з вмістом TiC не менше 60 %) був використаний в якості вставок для фрезувальної голівки. За результатами випробувань стійкість представленого композиту була на рівні твердого

сплаву ВК6 що дозволяє знизити вартість деталі на 35 – 50 %. Зносостійкий ММК системи Fe–Ti–В–С з твердістю 68 HRC був використаний для виготовлення вставок пробійника листового металу (замість матеріалу Р6М5), що збільшило ресурс інструменту на 35 %.

Кількість публікацій за темою дослідження: 122 (50 статей у реферованих журналах, з яких 11 опубліковано у виданнях, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та/або Scopus, 7 патентів на винаходи, 10 патентів на корисну модель), 55 тез доповідей міжнародних наукових конференцій. Згідно з базою даних Scopus загальна кількість посилань на публікації авторів, представлені в роботі, складає 11, h-індекс (за роботою) = 2; згідно з базою даних Google Scholar загальна кількість посилань – складає 67, h-індекс (за роботою) = 5.

Також за тематикою циклу захищено 3 кандидатських дисертації.

Автори:

к.т.н., с.н.с.

Є. В. Липян

к.т.н., с.н.с.

М. С. Присташ

к.т.н., с.н.с.

А. С. Торпаков

Вчений секретар

Інституту імпульсних процесів і технологій

НАН України, канд. техн. наук

_____ Сінчук А. В.

**Перелік публікацій, що входять до циклу наукових праць
«Використання висококонцентрованих потоків енергії для створення
функціональних матеріалів із підвищеними властивостями»**

Статті:

1. Effect of high-voltage discharge on the particle size of hard alloy powders / O. N. Sizonenko, G. A. Baglyuk, A. I. Raichenko, G. P. Bogatyreva, N. A. Oleinik, E. I. Taftai, **E. V. Lipyanyan**, **A. S. Torpakov** // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2011. – Vol. 49, No. 11/12. – P. 630–636. – ISSN 1068-1302 (Print), ISSN 1573-9066 (Online). – DOI : 10.1007/s11106-011-9280-6.
2. Variation in the particle size of Fe–Ti–B₄C powders induced by high-voltage electrical discharge / O. N. Sizonenko, G. A. Baglyuk, A. I. Raichenko, E. I. Taftai, **E. V. Lipyanyan**, A. D. Zaichenko, **A. S. Torpakov**, E. V. Guseva // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2012. – Vol. 51, No. 3/4. – P. 129–136. – ISSN 1068-1302 (Print), ISSN 1573-9066 (Online). – DOI : 10.1007/s11106-012-9407-4.
3. Dispersion and carburization of titanium powders by electric discharge / O. N. Sizonenko, G. A. Baglyuk, E. I. Taftai, A. D. Zaichenko, **E. V. Lipyanyan**, **A. S. Torpakov**, A. A. Zhdanov, **N. S. Pristash** // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2013. – Vol. 52, No. 5/6. – P. 247-253. – ISSN 1068-1302 (Print), ISSN 1573-9066 (Online). – DOI : 10.1007/s11106-013-9520-z.
4. High voltage electric discharge in liquid as a method of preparation of blend for carbide steels / O. N. Sizonenko, E. G. Grigoriev, A. D. Zaichenko, **A. S. Torpakov**, **E. V. Lipyanyan**, **N. S. Pristash**, V. A. Tregub // Machines, Technologies, Materials. – 2013. – Vol. 7, No. 10. – P. 19–22. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).
5. Plasma technologies for obtainment of composite materials dispersion hardened by nanostructured particles / O. Sizonenko, **A. Torpakov**, A. Zaichenko, V. Tregub, **N. Pristash** // Machines, Technologies, Materials. – 2015. – Vol. 9, No. 1. – P. 32–35. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).
6. Plasma methods of obtainment of multifunctional composite materials, dispersion-hardened by nanoparticles / O. N. Sizonenko, E. G. Grigoryev, A. D. Zaichenko, **N. S. Pristash**, **A. S. Torpakov**, **Ye. V. Lipyanyan**, V. A. Tregub, A. G. Zholnin, A. V. Yudin, A. A. Kovalenko // High Temperature Materials and Processes. – 2017. – Vol. 36, No. 9. – P. 891–896. – ISSN 0334-6455 (Print), ISSN 0334-6455 (Online). – DOI : 10.1515/htmp-2016-0049.
7. Pulsed-discharge technology of metal-matrix composite materials obtainment / O. Sizonenko, A. Zaichenko, **A. Torpakov**, **Ye. Lipyanyan**, S. Prokhorenko // Materials Science. Non-equilibrium phase transformations. – 2015. – Vol. 1, No. 1. – P. 15–18. – ISSN 2367-749X (Print), ISSN 2534-8477 (Online).
8. Влияние электроразрядного воздействия на композицию порошков Fe–Ti–B₄C / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай,

А. С. Торпаков, А. А. Жданов, А. Д. Зайченко, **Е. В. Липян** // Наукові нотатки : міжвузівський зб. (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – Вип. 31. – С. 333-343.

9. Электроразрядный синтез наноразмерных металл-углеродных композиционных порошков / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, Д. А. Гончарук // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии : щоквартальний зб. наук. праць. – К. : РВВ ІМФ, 2012. –Т. 10, вип. 1. – С. 135-144. – ISSN 1816-5230.

10. Особенности структурных и физико-химических превращений, инициируемых высоковольтными электрическими разрядами в композиции порошков Fe–Ti–C / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, А. А. Жданов, **Н. С. Присташ** // Электрические контакты и электроды. Труды Института проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины. Серия: Композиционные, слоистые и градиентные материалы и покрытия. – К. : ИПМ, 2012. – С. 161-168.

11. Некоторые особенности электроразрядной обработки порошка титана / О. Н. Сизоненко, В. А. Трегуб, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, А. А. Жданов, **Н. С. Присташ**, **Е. В. Липян** // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Техніка і електрофізика високих напруг. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2013. – № 27 (1000). – С. 149-154. – ISSN 2079-0740.

12. Разрядно-импульсная технология обработки порошков / А. Д. Зайченко, О. Н. Сизоненко, Е. М. Шерегий, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, **Н. С. Присташ**, В. А. Трегуб // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Техніка і електрофізика високих напруг. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2014. – № 50 (1092). – С. 151-160. – ISSN 2079-0740.

13. Особенности электроразрядной обработки смесей на основе порошков Fe и Ti различного состава / О. Н. Сизоненко, Э. И. Тафтай, **Н. С. Присташ**, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. А. Жданов // Вісник українського матеріалознавчого товариства. – 2013. – Вип. 6. – С. 104-111. – ISSN 2310-9688.

14. Отримання карбідосталей системи Fe–Ti–B–C з використанням високовольтного розряду в рідині для підготовки шихти / О. М. Сизоненко, Є. Г. Григор'єв, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Є. В. Липян**, **М. С. Присташ**, В. О. Трегуб // Наукові нотатки : міжвузівський зб. (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк : ЛНТУ, 2013. – Вип. 42. – С. 254-261.

15. Влияние высоковольтной обработки порошковых композиций состава Fe–Ti–C и Fe–Ti–B–C на изменение их электрического сопротивления / О. Н. Сизоненко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Н. С. Присташ**,

А.Д. Зайченко // Труды института проблем Материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины. Серия “Композиционные, слоистые и градиентные материалы и покрытия”. Электрические контакты и электроды. – Киев: Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, 2014. – С. 129-133. – ISSN 2311-0627.

16. Dispersion of particles in the emulsion by the electric current / O. N. Sizonenko, A. I. Raichenko, **A. S. Torpakov**, A. V. Derevianko // High Temperature Materials and Processes. 2015. – Vol. 34, No. 7. – P. 689–696. – ISSN 2191-0324 (Online), ISSN 0334-6455(Print). – DOI : 10.1515/htmp-2014-0131.

17. Влияние состава рабочей среды на амплитуду волны давления высоковольтного электрического разряда / **А. С. Торпак**, О. Н. Сизоненко, Е. М. Шерегий, С. В. Прохоренко, Э. И. Тафтай // Вестник национального технического университета "ХПИ". Сборник научных трудов. Тематический выпуск № 20 (1129) "Техника и электрофизика высоких напряжений" – Харьков, 2015. – С.138-148. – ISSN 2079-0740.

18. Термодинамический анализ гетерогенных химических реакций в системе «смесь порошков Fe – Ti – углеводородная жидкость» под воздействием высоковольтных электрических разрядов / **Е. В. Липян**, О. Н. Сизоненко, **А. С. Торпак**, А. А. Жданов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія : Техніка та електрофізика високих напруг : зб. наук. праць. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2015. – № 51 (1160). – С. 59-65. – ISSN 2079-0740.

19. Сизоненко, О. Н. К вопросу об оптимизации параметров высоковольтной импульсной обработки порошков / О. Н. Сизоненко, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпак** // Наукові нотатки : міжвуз. зб. (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк : ЛНТУ, 2015. – Вип. 50. – С. 203-207. – ISBN 978-617-672-039-3.

20. Анализ физико-технических процессов при высоковольтной электроразрядной обработке металлических порошков / О. Н. Сизоненко, В. А. Трегуб, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпак** // Вісник українського матеріалознавчого товариства. – 2015. – Вип. 8. – С. 10–21. – ISSN 2310-9688.

21. Применение импульсной электроразрядной обработки для изготовления карбидосталей, модифицированных алмазным микропорошком / О. Н. Сизоненко, **Е. В. Липян**, **Н. С. Присташ**, А. А. Коваленко, Н. А. Олейник // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. тр. – К. : ИСМ, 2015. – Вып. 18. – С. 378-383. – ISSN 2223-3938.

22. Electric discharge synthesis of titanium carbide / O. Syzonenko, E. Shregii, S. Prokhorenko, **A. Torpakov**, **Ye. Lypian**, V. Trehub, B. Cieniek // Machines. Technologies. Materials. – 2016. – Vol. 10, No. 8. – P. 34–37. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

23. Plasma methods of obtainment of multifunctional composite materials, dispersion-hardened by nanoparticles / O. N. Sizonenko, E. G. Grigoryev,

A. D. Zaichenko, **N. S. Pristash**, **A. S. Torpakov**, **Ye. V. Lipyan**, V. A. Tregub, A. G. Zholnin, A. V. Yudin, A. A. Kovalenko // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 130, No. 1. – 012048. – ISSN 1757-899X. – DOI : 10.1088/1757-899x/130/1/012048.

24. **Торпаков, А. С.** Влияние состава рабочей среды на скорость фронта волны давления высоковольтного электрического разряда / **А. С. Торпаков**, О. Н. Сизоненко, Э. И. Тафтай // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія : Техніка та електрофізика високих напруг : зб. наук. праць. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2016. – № 14 (1186). – С. 97–101. – ISSN 2079-0740.

25. The influence of the heating rate in the process of spark-plasma sintering on the kinetics of compaction, structure formation and properties of the materials of Fe – Ti – C – B system / O. N. Sizonenko, A. D. Zaichenko, **N. S. Pristash**, **A. S. Torpakov** // Materials Science. Non-Equilibrium Phase Transformations. – 2016. – Vol. 2, No. 4. – P. 3–5. – ISSN 2367-749X (Print), ISSN 2534-8477 (Online).

26. Сизоненко, О. Н. Влияние скорости нагрева в процессе искроплазменного спекания на кинетику уплотнения и структурообразование порошка железа / О. Н. Сизоненко, **Н. С. Присташ**, А. А. Коваленко // Наукові нотатки : міжвузівський зб. (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк : ЛНТУ, 2016. – Вип. 53. – С. 126–129.

27. Сизоненко, О. Н. Влияние скорости нагрева в процессе искроплазменного спекания на кинетику уплотнения, структурообразование и свойства материалов системы Fe - Ti - C - (B) / О.Н. Сизоненко, А.Д. Зайченко, **Н.С. Присташ** // Вісник українського матеріалознавчого товариства. – 2016. – Вип. 9. – С. 107-112. – ISSN 2310-9688.

28. Влияние высоковольтного электрического разряда на изменение композиции поверхности дисперсных порошков 60Fe50TiC и свойств спеченных материалов / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, А. И. Ивлиев, **Е. В. Липян** // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Тематичний випуск : Техніка і електрофізика високих напруг : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – № 39. – С. 177–184. – ISSN 2079-0740.

29. Высоковольтный электрический разряд в жидкости как метод воздействия на основные характеристики микропорошков кубического нитрида бора / Г. П. Богатырева, А. Л. Майстренко, О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, Ю. В. Нестеренко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко // Прогресивні технології і системи машинобудування : міжнар. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – Вип. 40. – С. 27–32. – ISSN 2073-3216.

30. Влияние высоковольтных импульсных разрядов на морфометрические характеристики алмазных микропорошков / О. Н. Сизоненко, Г. П. Богатырева, А. Л. Майстренко, Э. И. Тафтай, Г. А. Петасюк, Н. А. Олейник, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко //

Вісник українського матеріалознавчого товариства. – 2010. – Вип. 3. – С. 23–32. – ISSN 2310-9688.

31. Высоковольтный электрический разряд в жидкости как метод воздействия на основные характеристики микророшков синтетического алмаза / Г. П. Богатырева, А. Л. Майстренко, О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, Г. А. Петасюк, В. С. Шамраева, Ю. В. Нестеренко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. трудов. – К. : ИСМ, 2010. – Вып. 13. – С. 302–307. – ISBN 966-96209-4-5.

32. Влияние воздействия высоковольтным электрическим разрядом на изменение гранулометрического состава алмазных порошков / О. Н. Сизоненко, Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, А. Д. Зайченко, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков** // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Тематичний випуск : Техніка та електрофізика високих напруг : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – № 49. – С. 145–150. – ISSN 2079-0740.

33. Влияние обработки высоковольтным электрическим разрядом на морфометрические характеристики алмазных порошков / Г. П. Богатырева, О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. А. Петасюк, Г. Д. Ильницкая, В. С. Шамраева, Г. А. Базалий, Э. И. Тафтай, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян** // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения : сб. науч. трудов. – К. : ИСМ, 2011. – Вып. 14. – С. 272–277. – ISBN 966-96209-4-5.

34. Effect of high-voltage electrical discharge treatment of diamond powders on their mechanical characteristics / O. N. Sizonenko, N. A. Oleinik, G. A. Petasyuk, G. D. Il'nitskaya, G. A. Bazalii, V. S. Shamraeva, E. I. Taftai, **A. S. Torpakov**, A. D. Zaichenko, **E. V. Lipyan** // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2013. – Vol. 52, Issue 7/8. – P. 365–369. – ISSN 1068-1302. – DOI : 10.1007/s11106-013-9535-5.

35. Новое в изготовлении микророшков синтетического алмаза с повышенной абразивной способностью / О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, Г. А. Петасюк, Г. А. Базалий, В. С. Шамраева, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, **Е. В. Липян** // Наукові нотатки : міжвузівський зб. (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Луцьк : ЛНТУ, 2013. – Вип. 41, ч. 2. – С. 159–163.

36. Прогнозування ефективності застосування фізичних методів для розкриття продуктів синтезу алмазу / А. Л. Майстренко, О. М. Сизоненко, Н. О. Олійник, Г. А. Базалій, **А. С. Торпаков**, **Є. В. Липян** // Наукові нотатки : міжвуз. зб. (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк : ЛНТУ, 2016. – Вип. 54. – С. 193–197. – ISSN 2415-3966.

37. Effect of physicochemical characteristics of diamond micropowders on the effectiveness of their separation in magnetic field / N. A. Oleinik, G. D. Il'nitskaya, O. N. Sizonenko, G. A. Petasyuk, G. A. Bazalii, V. S. Shamraeva, N. N. Tsyba,

A. S. Torpakov, E. V. Lypian // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2016. – Vol. 55, No 7/8. – P. 397–405. – ISSN 1068-1302. – DOI : 10.1007/s11106-016-9819-7.

38. Method of preparation of blend for aluminium matrix composites by high voltage electric discharge / O. Syzonenko, E. Sheregii, S. Prokhorenko, **A. Torpakov, Ye. V. Lypian** // Machines, Technologies, Materials. – 2017. – Vol. 11, No. 4. – P. 171–173. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

39. Electric discharge method of obtainment of titanium carbide hard metals / O. Syzonenko, E. Sheregii, S. Prokhorenko, **Ye. Lypian, A. Torpakov, B. Cieniek** // Machines, Technologies, Materials. – 2017. – Vol. 11, No. 7. – P. 346–349. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

40. **Липян, Е. В.** Электроразрядная подготовка шихты для получения карбидтитановых твердых сплавов / **Е. В. Липян, О. Н. Сизоненко.** – Наукові нотатки : міжвуз. зб. (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – Вип. 59. – С. 350–357. – ISSN 2415-3966.

41. The impact of electric field distribution during Ti – Al – C system blend preparation on physical-mechanical properties of consolidated materials / O. Sizonenko, A. Zaichenko, **Ye. Lypian, M. Prystash, A. Torpakov, V. Trehub** // Machines. Technologies. Materials. – 2018. – Vol. 12, No. 2. – P. 86–89. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

42. The influence of high-voltage electrical discharge on dispersion and structure of B₄C powder / O. M. Syzonenko, P. I. Loboda, A. D. Zaichenko, Ye. V. Solodkyi, **M. S. Prystash, A. S. Torpakov, V. O. Trehub** // Journal of Superhard Materials. – 2017. – Vol. 39, No. 4. – P. 243–250. – ISSN 1063-4576. – DOI : 10.3103/S1063457617040049.

43. The impact of current shape during the consolidation process on physico-mechanical properties of functional Fe–Ti–C–B materials / O. Syzonenko, A. Zaichenko, A. Kovalenko, **N. Prystash, A. Torpakov** // Materials science. Non-equilibrium phase transformations. – 2017. – Vol. 4, No. 4. – P. 130–133. – ISSN 2367-749X (Print), ISSN 2534-8477 (Online).

44. Peculiarities of Fe powder consolidation in conditions of spark-plasma sintering / O. Syzonenko, **M. Prystash, A. Torpakov** // Machines. Technologies. Materials. – 2018. – Vol. 12, No. 1. – P. 41–44. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

45. The metal-matrix composites reinforced by the fullerenes / S. Prokhorenko, O. Syzonenko, **A. Torpakov, D. Zak, Y. Lypian, R. Wojnarowska-Nowak, J. Polit, E. M. Sheregii** // AIP Advances. – 2018. – Vol. 8, No. 8. – 085317. – ISSN 2158-3226. – DOI : 10.1063/1.5031195.

46. High-energy synthesis of metalomatrix composites hardened by MAX phases of Ti–Al–C system / O. Syzonenko, **M. Prystash, A. Zaichenko, A. Torpakov, Ye. Lypian, A. Rud, I. Kirian, A. Lakhnik, E. Sheregii, S. Prokhorenko, R. Wojnarowska-Nowak, R. Kandrotaitė Janutiene** // Machines, Technologies, Materials. – 2018. – Vol. 12, No. 10. – P. 395–397. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

47. Reinforced with fullerenes composites based on metallic matrices / O. Sizonenko, S. Prokhorenko, **A. Torpakov**, D. Zak, **Y. Lypian**, R. Wojnarowska-Nowak, J. Polit, E. M. Sheregii // *Machines, Technologies, Materials*. – 2018. – Vol. 12, No. 10. – P. 427–430. – ISSN 1313-0226 (Print), ISSN 1314-507X (Online).

48. Вплив викодисперсного модифікатора на структуру та властивості нікелевого сплаву CM88Y / А. Д. Зайченко, О. О. Жданов, **А. С. Торпаков**, О. М. Сизоненко // *Металознавство та обробка металів*. – 2018. – № 4'2018 (88). – С. 55–58.

49. Функциональные свойства карбидосталей с включениями микропорошка алмаза / О. Н. Сизоненко, **Н. С. Присташ**, **Е. В. Липян**, А. А. Коваленко, Н. А. Олейник // *Порошковая металлургия : респ. межведомств. сб. науч. тр.* – Минск : Беларуская навука, 2018. – Вып. 41. – С. 72–79. – ISSN 0134-9597.

50. Mechanochemical synthesis and structure of metal-carbon composites based on the MAX phases / A. D. Rud, A. M. Lakhnik, I. M. Kirian, O. N. Sizonenko, A. D. Zaychenko, **N. S. Pristash**, N. D. Rud // *Materials Today: Proceedings*. – 2018. – Vol. 5, No. 12, Part 3. – P. 26084–26088. – ISSN 2214-7853. – DOI : 10.1016/j.matpr.2018.08.034.

Матеріали та тези доповідей в збірниках міжнародних наукових конференцій:

51. Влияние высоковольтного электрического разряда на изменение дисперсности порошков твердых сплавов / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков** // *Материаловедение тугоплавких соединений : труды II междунар. самсоновской конф. (Киев, 18–20 мая 2010 г.)*. – К. : ИПМ, 2010. – С. 151.

52. Влияние высоковольтного электрического разряда на изменение физико-механических свойств твердых сплавов / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков** // *Актуальные проблемы прочности : тезисы докладов 49-й междунар. конф. (Киев, 14–18 июня 2010 г.)*. – К. : ИПМ, 2010. – С. 88.

53. Исследование влияния высоковольтных электрических разрядов на композицию порошков Fe–Ti–C / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко, Е. В. Гусева // *Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий : тезисы докладов 6-й междунар. конф. (Понизовка, АР Крым, 20–24 сентября 2010 г.)*. – К. : ИПМ, 2010. – С. 141.

54. Электроразрядный синтез наноразмерных металл-углеродных композиционных порошков / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко,

Д. А. Гончарук // Наноструктурные материалы–2010: Беларусь–Россия–Украина (НАНО-2010): тезисы II междунар. науч. конф. (Киев, 19–22 октября 2010 г.). – Киев : ИМ НАНУ, 2010 – С. 365. – ISBN 978-966-02-5783-2.

55. Влияние электроразрядного воздействия на дисперсность и фазовый состав порошков Fe–Ti–B₄C / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко, **Н. С. Присташ** // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах : материалы XV междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 15–19 августа 2011 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2011. – С. 125–128. – ISBN 978-966-8889-33-2.

56. Исследование влияния электроразрядной обработки порошков твердых сплавов на особенности структуры и свойств консолидированных материалов / О. Н. Сизоненко, А. И. Райченко, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, А. В. Деревянко // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах : материалы XV междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 5–19 августа 2011 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2011. – С. 129–132. – ISBN 978-966-8889-33-2.

57. Peculiarities of Fe–Ti–B₄C powder mixture electric discharge treatment / O. N. Syzonenko, H. A. Bahliuk, A. A. Mamonova, E. I. Taftaj, **A. S. Torpakov**, **Y. V. Lypian**, A. D. Zaichenko, O. O. Zhdanov // HighMatTech : Proceedings of the 3-rd International conference (Kiev, Ukraine, October 3–7, 2011). – Kiev : IPMS, 2011. – P. 211.

58. Электроразрядная обработка порошков твердых сплавов с целью изменения структуры и свойств консолидированных материалов / **Е. В. Липян**, О. Н. Сизоненко, А. И. Райченко, Э. И. Тафтай, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, А. В. Деревянко // Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології (СММТ–2011) : тези II всеукр. конф. молодих вчених (Київ, 16–18 листопада 2011 р.). – Київ : ІМ НАНУ, 2011. – С. 44. – ISBN 978-966-02-6159-4.

59. Використання високовольтного електричного розряду для створення дисперснозміцнених карбідосталей / А. Д. Зайченко, О. М. Сизоненко, **А. С. Торпаков**, **Є. В. Липян**, Е. І. Тафтай // Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології (СММТ–2011) : тези II всеукр. конф. молодих вчених (Київ, 16–18 листопада 2011 р.). – Київ : ІМ НАНУ, 2011. – С. 35. – ISBN 978-966-02-6159-4.

60. Электроразрядный синтез мелкодисперсного карбида титана / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. А. Мамонова, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко // Материаловедение тугоплавких соединений : труды III междунар. самсоновской конф. (Киев, 23–25 мая 2012 г.). – К. : ИПМ, 2012. – С. 67.

61. Диспергирование и карбидизация порошка Ti при электроразрядной обработке / О. Н. Сизоненко, Г. А. Баглюк, А. И. Райченко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко, Е. В. Гусева // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали 3-ї міжнар. наук.-

техніч. конф. (Миколаїв, 4-6 жовтня 2012 р.). – Миколаїв: НУК, 2012. – С. 190–191.

62. Peculiarities of electric discharge dispersion of Fe, Ti powders and of Fe–Ti–B₄C mixture / O. M. Syzonenko, G. A. Bahlyuk, E. I. Taftai, **Y. V. Lypian, A. S. Torpakov**, A. D. Zaichenko, **M. S. Prystash** // Materials and Coatings for Extreme Performances: Investigations, Applicants, Ecologically Safe Technologies for Their Production and Utilization (MEE) : Proceedings of the 7-th International conference (Katsively, Ukraine, September 24–28, 2012). – Kiev : IPMS, 2013. – P. 101.

63. Electric discharge method for titanium powder carbidization / O. N. Sizonenko, G. A. Bahlyuk, E. I. Taftai, **Y. V. Lypian, A. S. Torpakov**, A. D. Zaichenko, A. A. Zhdanov, **M. S. Prystash** // Materials and Coatings for Extreme Performances: Investigations, Applicants, Ecologically Safe Technologies for Their Production and Utilization (MEE) : Proceedings of the 7-th International conference (Katsively, Ukraine, September 24–28, 2012). – Kiev : IPMS, 2013. – P. 102.

64. Спарк-плазменное спекание металл-углеродных порошковых композиций / М. С. Юрлова, Е. Г. Григорьев, Е. А. Олевский, О. Н. Сизоненко, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпак** // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах : материалы XVI междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 19–22 августа 2013 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 144 – 147. – ISBN 978-966-8889-41-7.

65. Синтез композиционных металл-углеродных порошков при высоковольтных электрических разрядах / О. Н. Сизоненко, Е. Г. Григорьев, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпак**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко, **Н. С. Присташ**, А. А. Жданов // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах : материалы XVI междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 19–22 августа 2013 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 164–167. – ISBN 978-966-8889-41-7.

66. Получение карбидосталей системы Fe–Ti–B–C с использованием высоковольтного разряда в жидкости для подготовки шихты / О. Н. Сизоненко, Е. Г. Григорьев, Г. А. Баглюк, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпак**, **Е. В. Липян**, **Н. С. Присташ**, В. А. Трегуб // Импульсные процессы в механике сплошных сред : материалы X междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 19–22 августа 2013 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 142-145. – ISBN 978-966-8889-42-4.

67. Особенности электроразрядного измельчения и изменения фазового состава смесей порошков на основе железа и титана / О. Н. Сизоненко, Э. И. Тафтай, **Н. С. Присташ**, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпак**, **Е. В. Липян**, А. А. Жданов // Импульсные процессы в механике сплошных сред : материалы X междунар. науч. конф. (19–22 августа 2013 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 129-133. – ISBN 978-966-8889-42-4.

68. Разработка метода электроразрядной подготовки композиций порошков для получения твердых сплавов / О. Н. Сизоненко, А. И. Райченко,

Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян, А. С. Торпаков**, А. Д. Зайченко, А. В. Деревянко // Импульсные процессы в механике сплошных сред : материалы X междунар. науч. конф. (19–22 августа 2013 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 134-137. – ISBN 978-966-8889-42-4.

69. The influence of powders preparation for consolidation by high voltage electric discharges on the properties of carbide-steels / O. N. Sizonenko, E. G. Grigoriev, A. D. Zaichenko, **A. S. Torpakov, E. V. Lipyian, N. S. Pristash** // HighMatTech : Proceedings of the 4-th International conference (Kiev, Ukraine, October 7–11, 2013). – Kiev : IPMS, 2013. – P. 133.

70. Electric current dispersion of particles in emulsion / O. N. Sizonenko, A. I. Raichenko, A. V. Derevyanko, **A. S. Torpakov** // HighMatTech : Proceedings of the 4-th International conference (Kiev, Ukraine, October 7–11, 2013). – Kiev : IPMS, 2013. – P. 143.

71. Electric discharge synthesis of ultrafine titanium carbide / **Y. V. Lypian**, O. M. Syzonenko, **A. S. Torpakov**, A. D. Zaichenko, **M. S. Prystash** // Nanotechnology and nanomaterials (NANO–2013): Abstract book of International research and practice conference (Bukovel, Ukraine, August 25 – September 1, 2013). – Lviv, 2013. – P. 318. – ISBN 978-966-8364-83-9.

72. Искро-плазменное спекание порошковых металломатричных композиций / О. Н. Сизоненко, Е. Г. Григорьев, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков, Н. С. Присташ**, М. С. Юрлова // Международная конференция «Порошковая металлургия: Современное состояние и будущее» Тезисы докладов.- Киев, 22 – 25 апреля 2013 г., С. 43.

73. Карбидостали, дисперсноупрочненные тугоплавкими соединениями TiC, TiB, TiB₂ / О. Н. Сизоненко, Е. Г. Григорьев, А. Д. Зайченко, **Н. С. Присташ, Е. В. Липян, А. С. Торпаков**, М. С. Юрлова // Материаловедение тугоплавких соединений : труды IV междунар. самсоновской конф. (Киев, 21–23 мая 2014 г.). – К. : ИПМ, 2014. – С. 86.

74. Fe–Ti Compositions Consolidated by Spark Plasma Sintering and High Voltage Consolidation Technique / E. Grigoryev, E. Olevsky, M. Yurlova, O. Sizonenko, E. Krikun, A. Novoselov, A. Zaichenko, **A. Torpakov** // 134rd Annual Meeting & Exhibition “TMS2014”. February 16 – 20 2014 San-Diego, California, USA.

75. **Липян, Е. В.** Разрядно-импульсная технология подготовки порошков к консолидации / **Е. В. Липян** // Зварювання та споріднені технології : матеріали VIII міжнар. конф. молодих учених та спеціалістів (Ворзель, Україна, 20–22 травня 2015 р.). – К. : ПОД ІЕЗ, 2015. – С. 168.

76. **Липян, Е. В.** Анализ влияния высоковольтных электрических разрядов на изменение фазового состава в системе «железо–титан–керосин» / **Е. В. Липян** // Зварювання та споріднені технології : матеріали VIII міжнар. конф. молодих учених та спеціалістів (Ворзель, Україна, 20–22 травня 2015 р.). – К. : ПОД ІЕЗ, 2015. – С. 215.

77. **Липян, Е. В.** Усовершенствование разрядно-импульсной технологии обработки порошков / **Е. В. Липян**, О. Н. Сизоненко, **А. С. Торпаков** // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології

та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2015) : матеріали 6-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 24–25 вересня 2015 р.). – Херсон : ХДМА, 2015. – С. 203-204.

78. Physical-technical processes in technology of metal powders electric discharge treatment / O.N. Sizonenko, V.A. Tregub, **E. V. Lipyayn, A. S. Torpakov** // HighMatTech : Proceedings of the 5-th International Conference (Kiev, Ukraine, October 5–8, 2015). – Kiev : IPMS, 2015. – P. 101.

79. **Липяй, Е. В.** Способ управления процессом высоковольтной электроразрядной обработки порошков / **Е. В. Липяй, О. Н. Сизоненко, А. С. Торпак** // Матеріали і покриття в екстремальних умовах: дослідження, застосування, екологічно чисті технології виробництва і утилізації виробів (МЕЕ–2016) : тези доповідей 9-ї міжнарод. конф. (Київ, Україна, август 2016 г.). – К. : ИПМ, 2016. – С. 104.

80. **Липяй, Е. В.** Оптимизация режимов высоковольтной импульсной обработки порошков / **Е. В. Липяй, О. Н. Сизоненко** // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2016) : матеріали 7-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 22–23 вересня 2016 р.). – Херсон : ХДМА, 2016. – С. 193.

81. **Торпак, А. С.** Экспериментальное исследование скорости фронта волны давления при высоковольтном электрическом разряде в дисперсной системе «порошок Ti – жидкость» / **А. С. Торпак, О. Н. Сизоненко, Э. И. Тафтай** // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2016) : матеріали 7-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 22–23 вересня 2016 р.). – Херсон : ХДМА, 2016. – С. 211.

82. Влияние высоковольтной обработки порошковых смесей системы Al–Ti на изменение их морфологии и фазового состава / **А. С. Торпак, О. Н. Сизоненко, Е. В. Липяй, Е. В. Солодкий** // Матеріали для роботи в екстремальних умовах–6 : матеріали міжнар. наук. конф. (Київ, 1–2 грудня 2016 р.). – Київ : НТТУУ «КПІ», 2016. – С. 78–81.

83. Сизоненко, О. Н. Применение высококонцентрированных потоков энергии для получения износостойких материалов на основе Fe и Ti / О.Н. Сизоненко, **Н.С. Присташ, В.А. Трегуб** // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2015) : матеріали 6-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 24–25 вересня 2015 р.). – Херсон : ХДМА, 2015. – С. 217.

84. Сизоненко, О. Н. Исследование физических процессов при высоковольтной электроразрядной обработке дисперсных систем «металлический порошок-керосин» / О.Н. Сизоненко, **Н. С. Присташ, В. А. Трегуб** // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2015) : матеріали 6-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 24–25 вересня 2015 р.). – Херсон : ХДМА, 2015. – С. 228-229.

85. Сизоненко, О. Н. Анализ физических процессов высоковольтной электроразрядной обработки порошка титана в керосине / О. Н. Сизоненко,

Н. С. Присташ, В.А. Трегуб // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2016): матеріали 7-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 22–23 вересня 2016 р.). – Херсон : ХДМА, 2016. – С. 212.

86. **Присташ, Н. С.** Влияние скорости нагрева в процессе искроплазменного спекания на твердость и износостойкость борсодержащих карбидосталей / **Н. С. Присташ**, А. Д. Зайченко, А. А. Коваленко // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування (СЕУТТОО–2016): матеріали 7-ї міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 22–23 вересня 2016 р.). – Херсон : ХДМА, 2016. – С. 198.

87. Механохимический синтез и искроплазменное спекание метастабильных соединений Al-Mg / А.Д. Рудь, А.М. Лахник, О.Н. Сизоненко, А.Д. Зайченко, **Н.С. Присташ**, Ю.С. Лепеева, Н.Д. Рудь // Матеріали для роботи в екстремальних умовах–7: матеріали міжнар. наук. конф. (Київ, 30 листопада – 2 грудня 2017 р.). – Київ : НТТУУ «КПІ», 2017. – С. 75–77.

88. Высоковольтный электрический разряд в жидкости как метод воздействия на основные характеристики микропорошков кубического нитрида бора / Г. П. Богатырева, А. Л. Майстренко, О. Н. Сизоненко, Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, Ю. В. Нестеренко, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Зайченко // Машиностроение и техносфера XXI века: сб. трудов XVII междунар. науч.-технич. конф. (Севастополь, 13–18 сентября 2010 г.): в 4 т. – Донецк : ДонНТУ, 2010. – Т. 1. – С. 98–104. – ISSN 2079-2670.

89. Изменение дисперсного состава, морфометрических характеристик и абразивной способности микропорошков алмаза высоковольтным электрическим разрядом / О. Н. Сизоненко, Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник, Г. А. Петасюк, В. С. Шамраева, Э. И. Тафтай, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян** // Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий (МЕЕ–2010): тезисы докладов 6-й междунар. конф. (Понизовка, АР Крым, 20–24 сентября 2010 г.). – К. : ИПМ, 2010. – С. 161.

90. Морфометрические характеристики алмазных порошков, обработанных высоковольтными импульсными разрядами / О. Н. Сизоненко, Г. П. Богатырева, Н. А. Олейник, Г. А. Петасюк, Э. И. Тафтай, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян** // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах: материалы XV междунар. науч. конф. (15–19 августа 2011 г.). – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2011. – С. 133–136. – ISBN 978-966-8889-33-2.

91. Effect of treatment of high voltage electrical discharge to change the composition of diamond powders granulometric / O. N. Sizonenko, G. P. Bogatyreva, N. A. Oliinyk, G. D. Initskaya, **E. V. Lipyanyan**, **A. S. Torpakov** // HighMatTech: Proceedings of the 3-rd International conference (Kiev, Ukraine, October 3–7, 2011). – Kiev : IPMS, 2011. – P. 221.

92. The influence of high voltage electric discharge treatment on the change of structural and physical-mechanical characteristics of diamond micropowders / O. N. Syzonenko, H. P. Bohatyreva, N. O. Oliynik, H. D. Ilnytska, H. A. Bazalii, V. S. Shamraeva, E. I. Taftai, **Y. V. Lipyanyan**, **A. S. Torpakov** // *Materials and Coatings for Extreme Performances: Investigations, Applicants, Ecologically Safe Technologies for Their Production and Utilization (MEE–2012) : Proceedings of the 7-th International conference (Katsively, Ukraine, September 24–28, 2012)*. – Kiev : IPMS, 2013. – P. 116.

93. Влияние импульсной обработки высоковольтными электрическими разрядами микропорошков синтетического алмаза на улучшение их качества / О. Н. Сизоненко, Г. Д. Ильницкая, Н. А. Олейник, Г. А. Базалий, Э. И. Тафтай, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков** // *Импульсные процессы в механике сплошных сред : материалы X междунар. науч. конф. (Коблево, Украина, 19–22 августа 2013 г.)*. – Николаев : Миколаївська обл. друкарня, 2013. – С. 138–141. – ISBN 978-966-8889-42-4.

94. On the obtaining micropowders synthetic diamonds with improved quality / O. N. Sizonenko, N. A. Oliinyk, G. D. Ilnitskaya, G. A. Bazaliy, **E. V. Lipyanyan**, **A. S. Torpakov** // *HighMatTech : Proceedings of the 4-th International conference (Kiev, Ukraine, October 7–11, 2013)*. – Kiev : IPMS, 2013. – P. 152.

95. Исследование физических процессов при высоковольтной электроразрядной обработке дисперсных систем “металлический порошок-керосин” / **Н. С. Присташ**, В. А. Трегуб, О. Н. Сизоненко // *Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 6-тої Міжнародної науково-практичної конференції – Херсон: ХДМА, 2015 – С. 228 – 229.*

96. Применение высококонцентрированных потоков энергии для получения износостойких материалов на основе Fe и Ti / **Н. С. Присташ**, В. А. Трегуб, О. Н. Сизоненко // *Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 6-тої Міжнародної науково-практичної конференції – Херсон: ХДМА, 2015 – С. 217.*

97. Создание новых марок порошков синтетического алмаза / Н. А. Олейник, Г. Д. Ильницкая, Г. А. Петасюк, Г. А. Базалий, В. С. Шамраева, О. Н. Сизоненко, **Е. В. Липян** // *HighMatTech : тезисы докладов 5-й междунар. конф. (Киев, 5–8 октября 2015 г.)*. – К. : ИПМ, 2015. – С. 110.

98. Рідиннофазе активування та модифікування поверхні вуглецевих нанопорошків / Г. Д. Ильницкая, Н. А. Олейник, О. М. Сизоненко, Г. А. Базалий, **Е. В. Липян**, **А. С. Торпаков** // *Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий (MEE–2016) : тезисы докладов 9-й междунар. конф. (Киев, Украина, август 2016 г.)*. – К. : ИПМ, 2016. – С. 63.

99. High voltage electric discharge treatment of Al–Ti system powder mixtures / **A. Torpakov**, O. Syzonenko, **Ye. Lypian**, V. Trehub, Ye. Solodkyi // *Welding and Related Technologies (WRTYS) : Abstracts of the 9th International conference of young scientists on welding and related technologies (Kyiv, Ukraine, 23–26 May 2017)*. – Kyiv : PWI NASU, 2017. – P. 146.

100. **Lypian, Ye.** Obtaining of titanium carbide hard metals from powder mixture after high voltage electric discharge impact / **Ye. Lypian** // *Welding and Related Technologies (WRTYS) : Abstracts of the 9th International conference of young scientists on welding and related technologies (Kyiv, Ukraine, May 23–26, 2017)*. – Kyiv : PWI NASU, 2017. – P. 210.

101. Электроразрядный метод получения металломатричных композитов / О.Н. Сизоненко, А.Д. Зайченко, **Н.С. Присташ**, **Е.В. Липян**, **А.С. Торпаков** // *Новые материалы и технологии: Порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Материалы 13-й Международной научно-технической конференции (Минск, 16-18 мая 2018 г.)*. – С. 378 – 381.

102. Высокoэнергетический синтез металломатричных композитов, упрочненных МАХ-фазами системы Ti–Al–C / О. Н. Сизоненко, **Н. С. Присташ**, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Рудь // *Сучасні технології обробки матеріалів : матеріали всеукр. наук. конф. (Миколаїв, 1–2 листоп. 2018 р.)*. – Миколаїв : Миколаїв. обл. друк., 2018. – С. 50.

103. **Липян Е. В.** Влияние высоковольтной разрядно-импульсной подготовки шихты на функциональные свойства карбидотитановых твердых сплавов / **Е. В. Липян**, О. Н. Сизоненко // *Материаловедение тугоплавких соединений : тр. 6-й междунар. самсоновской конф. (Киев, 22–24 мая 2018 г.)*. – К. : ИПМ, 2018. – С. 116.

104. **Липян Е. В.** Влияние высоковольтной разрядно-импульсной подготовки шихты на функциональные свойства карбидотитановых твердых сплавов / **Е. В. Липян**, О. Н. Сизоненко // *Сучасні технології обробки матеріалів : матеріали всеукр. наук. конф. (Миколаїв, 1–2 листоп. 2018 р.)*. – Миколаїв : Миколаїв. обл. друк., 2018. – С. 22.

105. Высокoэнергетический синтез металломатричных композитов, упрочненных МАХ-фазами системы Ti–Al–C / О. Н. Сизоненко, **Н. С. Присташ**, А. Д. Зайченко, **А. С. Торпаков**, **Е. В. Липян**, А. Д. Рудь // *Сучасні технології обробки матеріалів : матеріали всеукр. наук. конф. (Миколаїв, 1–2 листоп. 2018 р.)*. – Миколаїв : Миколаїв. обл. друк., 2018. – С. 50.

Патенти на винахід:

106. Пат. 97890 Україна, МПК (2012.01) C01B 31/30 (2006.01), B01J 3/06 (2006.01), B22F 9/14 (2006.01), B82B 3/00. Спосіб одержання карбідів металів перехідної групи / Сизоненко О. М., Тафтай Е. І., Райченко О. І., Баглюк Г. А., **Торпаков А. С.**, **Липян Є. В.**, Зайченко А. Д. ; заявник і

патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201011723 ; заявл. 01.10.10 ; опубл. 26.03.12, Бюл. № 6. – 6 с.

107. Пат. 98520 Україна, МПК (2006.01) В02С 19/18, В22F 9/14. Спосіб одержання тонкодисперсних металевих порошків / Сизоненко О. М., Тафтай Е. І., Райченко О. І., Баглюк Г. А., **Торпаков А. С., Липян Є. В.,** Зайченко А. Д. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201008652 ; заявл. 12.07.10 ; опубл. 25.05.12, Бюл. № 10. – 8 с.

108. Пат. 111396 Україна, МПК (2016.01) В82В 3/00, В22F 9/14 (2006.01), В01J 3/08 (2006.01), С01В 31/30 (2006.01). Спосіб одержання карбідів металів перехідної групи / Сизоненко О. М., Зайченко А. Д., **Торпаков А. С., Липян Є. В., Присташ М. С.,** Трегуб В. О. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201407246 ; заявл. 27.06.14 ; опубл. 25.04.16, Бюл. № 8. – 6 с.

109. Пат. 111411 Україна, МПК (2016.01) В02С 19/18 (2006.01), В22F 9/14 (2006.01), В22F 3/14 (2006.01), С01В 31/30 (2006.01), С22С 21/00, С22С 1/04 (2006.01). Спосіб одержання металоматричних композиційних матеріалів / Сизоненко О. М., **Липян Є. В.,** Зайченко А. Д., **Торпаков А. С., Присташ М. С.,** Трегуб В. О. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201409976 ; заявл. 11.09.14 ; опубл. 25.04.16, Бюл. № 8. – 5 с.

110. Пат. 111684 Україна, МПК (2016.01) В22F 9/00, В22F 9/14 (2006.01), В02С 19/18 (2006.01). Спосіб одержання тонкодисперсних порошків / Сизоненко О. М., **Липян Є. В., Торпаков А. С.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201504033 ; заявл. 27.04.15 ; опубл. 25.05.16, Бюл. № 10. – 6 с.

111. Пат. 116409 Україна, МПК (2006.01) В22F 9/04, В22F 9/14, В02С 19/18. Спосіб одержання тонкодисперсних порошків / Сизоненко О. М., Зайченко А. Д., **Липян Є. В., Торпаков А. С.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201606969 ; заявл. 29.06.16 ; опубл. 12.03.18, Бюл. № 5. – 6 с.

112. Пат. 118912 Україна (винахід), МПК (2006.01) С22С 29/10, В02С 19/18, В22F 9/14, В22F 3/12. Спосіб одержання карбідотитанових твердих сплавів / Сизоненко О. М., **Липян Є. В.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № а201707839 ; заявл. 26.07.17 ; опубл. 11.02.19, Бюл. № 3.

Патенти на корисну модель:

113. Пат. 55934 Україна, МПК (2009.01) В02С 19/00, В22F 9/00. Спосіб одержання тонкодисперсних металевих порошків / Сизоненко О. М., Тафтай Е. І., Райченко О. І., Баглюк Г. А., **Торпаков А. С., Липян Є. В.,** Зайченко А. Д. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201008713 ; заявл. 12.07.10 ; опубл. 27.12.10, Бюл. № 24. – 6 с.

114. Пат. 58797 Україна МПК (2011) B01J 3/06, B82B 3/00. Спосіб отримання карбідів металів перехідної групи / Сизоненко О. Н., Тафтай Э. И., Райченко А. И., Баглюк Г. А., **Торпаков А. С., Липян Є. В.**, Зайченко А. Д. – № u201011724; заявл. 04.10.2010; опубл. 26.04.2011, Бюл. № 8.– 6 с.

115. Пат. 95795 Україна, МПК (2015.01) C01B 31/30 (2006.01), B01J 3/06 (2006.01), B22F 9/14 (2006.01), B82B 3/00. Спосіб одержання карбідів металів перехідної групи / Сизоненко О. М., Зайченко А. Д., **Торпаков А. С., Липян Є. В., Присташ М. С.**, Трегуб В. О. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201407247 ; заявл. 27.06.14 ; опубл. 12.01.15, Бюл. № 1. – 6 с.

116. Пат. 97319 Україна, МПК (2015.01) C22C 1/04 (2006.01), C22C 21/00. Спосіб одержання металоматричних композиційних матеріалів / Сизоненко О. М., **Липян Є. В.**, Зайченко А. Д., **Торпаков А. С., Присташ М. С.**, Трегуб В. О. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201409975 ; заявл. 11.09.14 ; опубл. 10.03.15, Бюл. № 5. – 5 с.

117. Пат. 102344 Україна, МПК (2015.01) B22F 9/00, B22F 9/14 (2006.01), B02C 19/18 (2006.01). Спосіб одержання тонкодисперсних порошків / Сизоненко О. М., **Липян Є. В., Торпаков А. С.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201504032 ; заявл. 27.04.15 ; опубл. 26.10.15, Бюл. № 20. – 6 с.

118. Пат. 113307 Україна, МПК (2006.01) B22F 9/14, B02C 19/18. Спосіб одержання тонкодисперсних порошків / Сизоненко О. М., **Липян Є. В., Торпаков А. С., Зайченко А. Д.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201606967 ; заявл. 29.06.16 ; опубл. 25.01.17, Бюл. № 2. – 5 с.

119. Пат. 49908 Україна, МПК (2006.01) C01B 31/06. Спосіб видобування синтетичних алмазів / Богатирьова Г. П., Майстренко А. Л., Сизоненко О. М., Олійник Н. О., Ільницька Г. Д., Петасюк Г. А., Нестеренко Ю. В, Тафтай Е. І., **Торпаков А. С., Липян Є. В.** ; заявники і патентовласники Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, Богатирьова Г. П., Майстренко А. Л., Сизоненко О. М., Олійник Н. О., Ільницька Г. Д., Петасюк Г. А., Нестеренко Ю. В, Тафтай Е. І., **Торпаков А. С., Липян Є. В.** ; пат. повірений Шахова Т. П. – № u200913965 ; заявл. 30.12.09 ; опубл. 11.05.10, Бюл. № 9. – 4 с.

120. Пат. 49909 Україна, МПК (2006.01) B24D 3/06, C01B 31/06. Спосіб виготовлення мікропорошків надтвердого матеріалу / Богатирьова Г. П., Майстренко А. Л., Сизоненко О. М., Олійник Н. О., Ільницька Г. Д., Петасюк Г. А., Нестеренко Ю. В, Тафтай Е. І., **Торпаков А. С., Липян Є. В.** ; заявники і патентовласники Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, Богатирьова Г. П., Майстренко А. Л., Сизоненко О. М., Олійник Н. О., Ільницька Г. Д., Петасюк Г. А., Нестеренко Ю. В, Тафтай Е. І.,

Торпаков А. С., Липян Є. В.; пат. повірений Шахова Т. П. – № u200913969 ; заявл. 30.12.09 ; опубл. 11.05.10, Бюл. № 9. – 5 с.

121. Пат. 121019 Україна, МПК (2006.01) В22F 3/16, С22С 1/02, С22С 1/04, С04В 35/478, С04В 35/56. Спосіб виготовлення МАХ-матеріалу на основі потрійних карбідів титану і алюмінію / Сизоненко О. М., **Липян Є. В.**, Зайченко А. Д., **Торпаков А. С.**, **Присташ М. С.**, Трегуб В. О. ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201705521 ; заявл. 06.06.17 ; опубл. 27.11.17, Бюл. № 22. – 4 с.

122. Пат. 123714 Україна (корисна модель), МПК (2006.01) С22С 29/10, В02С 19/18, В22F 9/14, В22F 3/12. Спосіб одержання карбідотитанових твердих сплавів / Сизоненко О. М., **Липян Є. В.** ; заявник і патентовласник Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України. – № u201707842 ; заявл. 26.07.17 ; опубл. 12.03.18, Бюл. № 5.

Автори:

к.т.н., с.н.с.

Є.В. Липян

к.т.н., с.н.с.

М.С. Присташ

к.т.н., с.н.с.

А.С. Торпаков

Вчений секретар

Інституту імпульсних процесів і технологій

НАН України, канд. техн. наук

_____ Сінчук А. В.