

## РЕФЕРАТ

### наукової роботи

**«Функціональні мікро- і наноструктуровані багат шарові матеріали»,  
що подана Майзеліс Антоніною Олександрівною,  
Пінчук Наталією Володимирівною та Волощук Валентиною Василівною  
на здобуття премії Президента України для молодих вчених**

**Актуальність теми.** Для виходу промисловості України на сучасний світовий рівень, що відповідає шостому технологічному устрою, необхідним є розвиток технологій одержання нано- та мікроструктурованих матеріалів з керованими фізико-хімічними властивостями, які знижують ресурсоемність при виробництві та експлуатації матеріалів. Для вирішення сучасних матеріалознавчих завдань необхідні матеріали з високими експлуатаційними характеристиками. Захисні покриття та матеріали з підвищеними міцнісними характеристиками в широкому інтервалі робочих температур дозволяють істотно розширити сферу застосування виробів і наблизитись до розв'язання цього питання.

«Структурна інженерія», як одна із складових частин цієї роботи, дозволяє більш точно оцінювати і варіювати властивості матеріалів на мікро- та макрорівнях, моделювати та створювати нові матеріали із заданими функціональними характеристиками. В залежності від складу та мікроструктури вони можуть мати набір заданих властивостей, таких як корозійна стійкість, висока міцність, зносостійкість, пластичність, висока твердість тощо. Новий клас матеріалів має більш високу міцність і термодинамічну стійкість в порівнянні з традиційними багатокомпонентними багатофазними сплавами.

Обсяги світового ринку в напрямку створення нано- та мікроструктурованих матеріалів оцінюються загалом близько 90 млрд. дол. США. Для прикладу світовий ринок виробництва гальванічних покриттів оцінюється у більше ніж 6 млрд. дол. США із сукупним середньорічним темпом зростання більше 4%, а виробництво електрокаталітичних матеріалів, наприклад, для паливних елементів, оцінюється у 33 млрд. дол. США з сукупним середньорічним темпом зростання у 15%. Обсяг світового ринку функціональних керамічних матеріалів становить понад 50 млрд. дол., при цьому основна частка використання електротехнічної кераміки припадає на країни з

високорозвиненою економікою. Перспективність налагодження виробництва конкурентоздатних виробів міжнародного рівня в зазначених галузях в Україні зумовлює поєднання доступності сировинних компонентів і їх невисокої вартості з високим кваліфікаційним рівнем вітчизняних науковців. Зниження матеріало- та енергоємності виробництва при таких об'ємах є суттєвим стимулом для розвитку більш ефективних технологій та створення матеріалів з керованими функціональними властивостями. Найбільш поширеними методами формування мікро- та наноструктурованих поверхонь та поліфазних матеріалів є термічний, вакуумно-дуговий та електрохімічний. Однак у літературі практично відсутня інформація про фазовий склад тонких шарів сплавів багат шарових захисних покриттів і про каталітично активні покриття з шарами різного складу, що періодично чергуються і формуються зазначеними методами. Тому формування нанорозмірних покриттів, мікро- та наноструктурованих поверхонь, що забезпечують задані функціональні властивості, є важливою науково-практичною задачею сучасного матеріалознавства.

**Мета дослідження.** Метою роботи є розробка фізичних і електрохімічних способів формування мікро- і наноструктурованих матеріалів з підвищеними функціональними властивостями.

**Об'єкт досліджень.** Закономірності утворення мікро- та наноструктурованих одно- та поліфазних матеріалів на основі сплавів, сполук нітридів, гідроксидів і оксидів та їх функціональні властивості.

**Основними науковими та практичними результатами роботи є такі:**

1. Отримано теоретичні закономірності синтезу нано- і мікроструктурованих матеріалів на основі сплавів, нітридів, гідроксидів і оксидів, проаналізовано взаємозв'язок «умови синтезу – склад і мікроструктура – функціональні властивості», запропоновано оптимальні параметри синтезу матеріалів з підвищеними функціональними властивостями та ресурсозберігаючі технології реалізації процесів.

2. Розроблено загальні принципи керування функціональними властивостями Cu, Sn, Ni, Zn-вмісних мультишарових поверхневих матеріалів при електроосажденні шляхом періодичної зміни густини струму або потенціалу.

3. Аналіз XRD мультишарових покриттів  $[(M_1-M_2)_{\text{баз}}/(M_1-M_2)_{\text{дод}}]_n$ , де  $M_1-M_2$  – сплави Cu-Zn, Cu-Sn, Zn-Ni, показав наявність значної кількості інтерметалідів у

покриттях з розміром областей когерентного розсіювання для основних фаз 9-10 нм. Методом SEM показано, що покриття мають рівномірну та дрібнокристалічну структуру поверхні з щільною упаковкою зерен та за відсутності пор. Доведено, що показники корозійної стійкості і мікротвердості розроблених покриттів у 1,5-2,6 разів перевищують показники одношарових покриттів базовими сплавами, які осаджені у тих же електролітах. Мікротвердість залежить від архітектури покриттів; максимальну мікротвердість забезпечують покриття з товщиною бішарів 20-125 нм.

4. Встановлено, що одержані неплатинові мультишарові каталітично активні електродні матеріали  $[(\text{Ni-Cu})/(\text{M}_i\text{-M}_i(\text{OH})_2)]_n$ ,  $[(\text{Ni-Zn-Cu})/(\text{M}_i\text{-M}_i(\text{OH})_2)]$ ,  $[(\text{Ni-Cu})/(\text{M}_i\text{-M}_i(\text{OH})_2\text{-M}_i\text{OOH})]_n$  і  $[(\text{Sn-Sb})/(\text{M}_i\text{-M}_x\text{O}_y)]$  більш механічно і корозійно стійкі та мають більш високу каталітичну активність в тестових реакціях виділення водню і окислення органічних речовин, ніж електроди з покриттями відповідними сплавами. SEM аналіз ідентифікував ієрархічно розвинену поверхню електродів, що складається з дендритів, покритих конгломератами глобулярної форми.

5. Показано, що максимальні рівні твердості з допустимими макронапруженнями нітридних покриттів виконуються при умовах, коли процеси накопичування дефектів, обумовлені тиском азотної атмосфери та постійним потенціалом, співставленні з процесами релаксації, внаслідок дії імпульсного потенціалу.

6. Показано, що твердість нітридних покриттів обумовлена типом аксіальної текстури, параметрами субструктури, а також макронапруженнями. Максимум твердості формується при величині імпульсного впливу  $-850\dots-1000$  В.

7. За результатами моделювання встановлено, що з ростом енергії імпульсів збільшується глибина проникнення іонів, змінюється розподіл вакансій по глибині шару. Показано, що міжфазна границя між шарами зберігається, хоча максимальна глибина проникнення іонів при 2000 В становить  $63 \text{ \AA}$  для Zr та  $52 \text{ \AA}$  для Ti.

8. Виявлено, що зменшення міжфазного інтервалу, тобто збільшення щільності міжфазних границь в багатошарових композитах приводить до зростання твердості до 45 ГПа з достатнім рівнем макронапружень. Це спостерігається при  $U_c = -140$  В,  $p_N = 0,4$  Па.

**9.** Показано, що при комплексному використанні великого постійного та імпульсного потенціалів зміщення, як на поверхні та і у самому покритті, відсутня краплинна фаза.

**10.** В широкому інтервалі низьких температур (4,2 – 345 К) виявлена висока межа плинності  $\sigma_{0,2} \sim 1,1$  ГПа у зразків високоентропіного сплаву  $\text{Ti}_{30}\text{Zr}_{25}\text{Hf}_{15}\text{Nb}_{20}\text{Ta}_{10}$  з ОЦК решіткою у початковому стані при  $T = 300$  К (для традиційних сплавів  $\sigma_{0,2} \sim 0,6$  ГПа), що пов'язано з сильними спотвореннями кристалічної решітки через наявність у сплаві елементів з різним атомним радіусом. Виявлено, що після відпалу спостерігається зниження межі плинності до 0,9 ГПа при  $T = 300$  К, що може бути пов'язаним зі зниженням залишкових напружень.

**11.** Виявлено двократне збільшення межі плинності зі зниженням температури деформування від 345 К до 4,2 К (до 2,25 ГПа при  $T = 4,2$  К), що вказує на термічно активований характер пластичної деформації сплаву системи  $\text{TiZrHfNbTa}$ .

**12.** Температурні залежності межі плинності в зразках з віссю стиснення як уздовж, так і впоперек напрямку прокатки, практично збігаються, що вказує на відсутність впливу текстури сплаву  $\text{Ti}_{30}\text{Zr}_{25}\text{Hf}_{15}\text{Nb}_{20}\text{Ta}_{10}$ , отриманої після прокатки, на його механічні властивості.

**13.** Встановлено, що в інтервалі температур 77 – 345 К спостерігається висока (понад 30 %) пластичність сплаву, яка монотонно зменшується з подальшим зниженням температури, досягаючи при 4,2К величини  $\sim 1\%$ .

**14.** Знайдено, що для сплаву системи  $\text{TiZrHfNbTa}$  при значенні одновісної пластичної деформації при стисканні  $\varepsilon \approx 2\%$  величина активаційного об'єму термоактивованого руху дислокацій монотонно зменшується зі зниженням температури від  $49 b^3$  при  $T = 345$  К до  $6 b^3$  при  $T = 33$  К, що є характерним для термічно активованої пластичності.

**15.** На основі вивчення впливу температури кінцевого випалу (1250– 1400 °С) на фазовий склад і мікроструктуру керамічних матеріалів системи  $\text{BaO-SrO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  встановлено, що для формування щільноспеченої мікроструктурованої кераміки заданого фазового складу (твердий розчин  $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) необхідною

і достатньою є температура 1350 °С, вище якої спостерігається рекристалізація означеного твердого розчину.

**16.** Встановлено оптимальні значення технологічних параметрів для отримання кращих фізико-механічних та електрофізичних властивостей мікро-структурованого керамічного матеріалу системи BaO-SrO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>.

**Наукова новизна** роботи полягає в тому, що вперше:

– запропоновано електрохімічне формування багатошарових матеріалів шляхом періодичної зміни густини струму або потенціалу в полілігандних електролітах з чергуванням шарів сплавів системи Cu-Sn-Ni-Zn різного фазового складу;

– запропоновано визначення параметрів кінетики контактного обміну між металевою поверхнею та електролітом з використанням нелінійної поляризації за експериментальними даними;

– створено алгоритм розрахунку хімічного і фазового складу багатофазних плівок сплавів Zn-Ni, Cu-Zn і Cu-Sn на підставі аналізу анодних вольтамперограм розчинення плівок цих сплавів;

– доведено, що покриття  $[(M_1-M_2)_{\text{баз}}/(M_1-M_2)_{\text{дод}}]_n$  мають більший вміст інтерметалідів і менший вміст вільного електронегативного металу в порівнянні з шарами  $(M_1-M_2)_{\text{баз}}$  і  $(M_1-M_2)_{\text{дод}}$  тієї ж товщини, за рахунок зміни фазового складу шарів зі зменшенням їх товщини та часткового розчинення найбільш електронегативних фаз з шарів  $(M_1-M_2)_{\text{дод}}$  в процесі осадження шарів  $(M_1-M_2)_{\text{баз}}$ ;

– встановлено, що мікротвердість покриттів  $[(\text{Cu-Zn})_{\text{баз}}/(\text{Cu-Zn})_{\text{дод}}]_n$ ,  $[(\text{Cu-Sn})_{\text{баз}}/(\text{Cu-Sn})_{\text{дод}}]_n$ ,  $[(\text{Zn-Ni})_{\text{баз}}/(\text{Zn-Ni})_{\text{дод}}]_n$ , осаджених з полілігандних електролітів, екстремально залежить від їх архітектури за рахунок зміни складу сплавів з товщиною шарів, створення більш дрібних зародків при почерговому формуванні шарів, наявності мінімальної товщини суцільних шарів і погіршення структури додаткових шарів з ростом товщини;

– пріоритетно показано перевагу електрохімічно отриманих багатошарових матеріалів  $[(\text{Ni-Cu})/(M_i-M_i(\text{OH})_2)]_n$ ,  $[(\text{Ni-Zn-Cu})/(M_i-M_i(\text{OH})_2)]_n$ ,  $[(\text{Ni-Cu})/(M_i-M_i(\text{OH})_2-M_i\text{OOH})]_n$  і  $[(\text{Sn-Sb})/(M-M_x\text{O}_y)]_n$  перед одношаровими покриттями у тестових реакціях виділення водню і окислення органічних речовин за рахунок більшої кількості

адсорбційних місць на їх поверхні, наявності бар'єрних шарів для розчинення і більш розвиненої поверхні; розроблено параметри створення ієрархічно розвинених міцних структур з мікророзмірним каркасом зі сплаву і наноструктурованою поверхнею;

– запропоновані фізичні механізми при формуванні багат шарових покриттів, коли відбуваються радіаційне пошкодження і одночасно процес релаксації дефектів будови, які реалізуються під дією теплових потоків;

– на підставі дослідження комплексного впливу постійного ( $U_c$ ) та імпульсного ( $U_i$ ) потенціалів зміщення в порівнянні з дією лише  $U_c$ , або  $U_i$  і показано, що в багатопараметричній задачі максимум властивостей відповідає зіставленості процесів накопичуванню пошкоджень та їх релаксації;

– встановлено, що текстурний стан та дефекти особливо впливають на механічні властивості покриттів, а нано- та мікротвердість багат шарових нітридних композитів досягає рівня 42 – 45 ГПа;

– з використанням засобів моделювання (програма TRIM) глибини проникнення та кількості вакансій при всіх каскадних пошкодженнях показано, що по глибині шару через радіаційну пошкоджуваність змінюється розподіл вакансій, але перемішування шарів для багат шарових композитів не відбувається, хоча глибина проникнення іонів Zr більша ( $h = 63 \text{ \AA}$ ), ніж у іонів Ti ( $h = 52 \text{ \AA}$ ), що пов'язане з атомарними розмірами та масою цих двох елементів.

– встановлено, що в дослідженому багатокомпонентному високоентропійному сплаві  $Ti_{30}Zr_{25}Hf_{15}Nb_{20}Ta_{10}$  з ОЦК решіткою при одновісній деформації спостерігається висока межа плинності  $\sigma_{0,2} \sim 1,1 \text{ ГПа}$  для зразків у початковому стані.

– визначені мікромеханізми, що визначають пластичну деформацію сплавів системи TiZrHfNbTa з ОЦК решіткою в області низьких температур, та розраховані активаційні параметри для термоактивованого руху дислокацій при деформації  $\varepsilon \approx 2\%$ , які становлять від  $49b^3$  при  $T = 345\text{K}$  до  $6b^3$  при  $T = 33\text{K}$ .

– експериментально підтверджено можливість використання мікроструктурованої кераміки заданого цельзіанового та славсонітового складу для створення покриттів та деталей в галузі електротехніки та авіації, які характеризуються низькими показниками діелектричних характеристик ( $\varepsilon = 4,5 \div 4,7$ ;  $\text{tg}\delta =$

0,0060÷0,0078), як радіопрозорого матеріалу в широкому діапазоні радіочастот 25,8 – 37,5 ГГц.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано в НТУ "ХПІ" у межах держбюджетних тем МОН України, присвячених створенню нових поверхневих і електродних нано- та мікроструктурованих матеріалів, а також радіопрозорих керамічних матеріалів на основі алюмосилікатних систем (№№ ДР 0112U000402, 0113U000440, 0115U000535, 0115U000508, 0117U004886, 0118U002044, 0119U002564, 0120U103979).

**Практична значимість.** Практичне значення одержаних результатів для альтернативної енергетики, машинобудівної та хімічної галузей полягає у тому, що:

– використання полілігандних систем при електроосаженні мультишарових покриттів  $[(M_1-M_2)_{\text{баз}}/(M_1-M_2)_{\text{дол}}]_n$  забезпечує більш широкий спектр фазового складу шарів сплавів, що, на відміну від відомих покриттів на основі сплавів Cu-Zn [*J. Alloy Compd.*, 2019, 792, 770-779], Cu-Sn [*Thin Solid Films*, 2019, 669, 85-95; *Wear*, 2019, 426, 258-264] і Zn-Ni [*Process Saf. Environ.*, 2020, 141, 366-379; *Surface and Coatings Technology*, 2019, 359, 206-215], призведе до зменшення струму корозії покриттів у 1,5-2 рази і підвищення їх мікротвердості на 10-40 %, внаслідок чого сприяє збільшенню строку експлуатації виробів або дозволяє знизити товщину покриття у 1,3-5 разів;

– наявність мультишарової структури електрокаталітичного нікель-мідного покриття забезпечує його високу корозійну та механічну стійкість, що сприяє збереженню каталітичної активності поверхні при більш тривалій експлуатації в порівнянні з відомими у світі одношаровими покриттями сполуками міді та нікелю [*Int. J. Hydrogen Energ.*, 2021, 46(56), 28527-28536]; електрод  $[(Ni-Cu-(M_3))/(M_1-M_1(OH)_2)]_n$  для виділення водню дозволяє підвищити продуктивність електролізу в 1,4...1,6 рази; електроди  $[(Ni-Cu)/(M-M(OH)_2-MOON)]_n$  та  $[(Sn-Sb)/(M-M_xO_y)]_n$ , конкурентно спроможні на ринку безплатинових електродних матеріалів для окислення органічних речовин для окислення органічних речовин, у тому числі в паливних елементах, за рахунок підвищених показників каталітичної активності, зниження матеріалоємності і підвищення стійкості в процесі експлуатації.

– використання нелінійної поляризації за заданими експериментально даними, на відміну від використання лінійної поляризації [*Electrochim. Acta*, 2017, 255, 1-8], значно (в залежності від умов експерименту, на 5-80 %) підвищує точність визначення параметрів контактного обміну в електролітах і дозволяє прогнозувати його наслідки.

– вакуумно-дугові багат шарові покриття TiN/ZrN, які поєднують високі значення твердості, зносостійкості, є перспективними для застосування в медицині, в атомній та ін. галузях промисловості України в якості захисних, надтвердих покриттів. Крім того, запропоновані фізичні уявлення, які впливають на структуру, субструктуру та механічні властивості покриттів, дозволяють цілеспрямовано розробляти конкретні технології отримання високотвердих та зносостійких структур різних металів, заздалегідь оцінювати рівень значень твердості та залишкових напружень.

– високоентропійні сплави системи TiZrHfNbTa можуть бути використані в ядерній промисловості. Великий опір високому опроміненню і висока корозійна стійкість роблять їх потенційними кандидатами для облицювальних матеріалів, що використовують для ядерного палива і посудин високого тиску, а також можна використовувати в якості оболонок для мобільних об'єктів і транспортної промисловості.

– в авіакосмічній галузі отримані сплави можуть використовуватися в якості теплових бар'єрів для зверхзвукових літаків, лопаток для газових турбін або як захисний шар для збереження властивостей матеріалу при більш високих температурах на довший час.

– розроблені мікроструктуровані радіопрозорі керамічні матеріали на основі системи BaO – SrO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> використовуються при створенні носових антенних обтічників авіаційних ракет «повітря-повітря», «повітря-поверхня» та ракет для зенітно-ракетних комплексів. Крім того виготовляються різноманітні складові частини комплексів авіаційного та протитанкового озброєння з підвищеною термостійкістю, у тому числі труби, стрижні, пластини, оглядові вікна тощо.

Науково-технічна новизна розробок підтверджена 5 патентами України на винаходи і 1 патентом України на корисну модель.



## **Апробація результатів дослідження та впровадження**

Основні положення та результати роботи доповідались та обговорювались на міжнародних та всеукраїнських конференціях, серед яких: VII International Conference for Young Scientists "Low Temperature Physics" ICYS LTP 2016 (м. Харків), V International Scientific Conference "Engineering. Technologies. Education. Security" (м. Велико-Тирново, Болгарія, 2017), "Nanotechnology and Nanomaterials (NANO)" (м. Львів: 2017, 2018, 2019, 2020, 2021), «International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)» (м. Одеса, 2019), "Grabchenko's International Conference on Advanced Manufacturing Processes (InterPartner-2019)" (м. Одеса, 2019), Ukrainian Conference with International Participation Chemistry, Physics and Technology of Surface (м. Київ: 2019, 2020, 2021), International Meeting "Clusters and nanostructured materials (CNM-5)" (м. Ужгород, 2018) та інші.

Переваги механічних, антикорозійних та електрокаталітичних властивостей багат шарових наноструктурованих покриттів в порівнянні з одношаровими покриттями підтверджено актами їх випробування на Харківському машинобудівному заводі «ФЕД», НВП «Екополімер». Технології формування функціональних покриттів випробувані на дослідних партіях і рекомендовані до впровадження ДНВП «Об'єднання Комунар».

Запропоновану методику визначення параметрів контактного обміну впроваджено у співпраці з науково-дослідною лабораторією електрохімічних методів дослідження Львівського університету імені Івана Франка в програмному забезпеченні потенціостатів MTech PGP-550S.

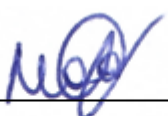
Керамічні матеріали, розроблені на основі цельзіану та славсоніту, апробовано в промислових та напівпромислових умовах на державному підприємстві «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля» (м. Дніпро, Дніпропетровська обл.) та на Костянтинівському державному науково-виробничому підприємстві «Кварсит» ДК «Укроборонпром» (м. Костянтинівка, Донецька обл.).


Результати роботи використано в навчальному процесі кафедри технічної електрохімії, кафедри матеріалознавства, кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей НТУ «ХП».


**Кількість публікацій за темою роботи** – 142 публікації. Серед них: 1 монографія, 5 розділів монографій, 37 публікацій, проіндексованих Scopus та/або WoS (23 з них – у журналах з імпаکت-фактором), 21 стаття у фахових наукових виданнях, 5 патентів України на винаходи та 1 патент України на корисну модель. Загальний індекс цитування публікацій у базі Scopus складає 161, h-індекс – 8; у базі Web of Science – 116, h-індекс – 6; у базі Google Scholar – 251, h-індекс – 9.

**Висновки.** Таким чином, наукова робота «Функціональні мікро- і наноструктуровані багат шарові матеріали» має суттєві науково-прикладні результати, які є новими, актуальними, становлять інтерес як з фундаментальної, так і з прикладної точки зору та є важливими для подальшого розвитку сучасної науки і сучасних технологій в Україні.

Претенденти:

 /Антоніна МАЙЗЕЛІС/

 /Наталія ПІНЧУК/

 /Валентина ВОЛОЩУК/

## Перелік наукових публікацій претендентів

### Монографії:

1. Електроосадження покриттів металами, сплавами і оксидами в багатофункціональних гальванічних ваннах: монографія / **А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний. – Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2018. – 229 с.

### Розділи монографій:

2. Maizelis A.A. Cathode processes of hydrogen evolution on vanadium-containing materials / **A.A. Maizelis**, N.O. Rudenko, O.V. Voronina, O.M. Finogenov, B.I. Bairachnyi in: Promising materials and processes in Applied Electrochemistry: monograph. Kyev.:KNUTD, 2017. – Chapter 1.7. – P. 56-60.
3. Maizelis A.A. Dynamics of redox processes in the electrolyte for electrodeposition of Cu-Sn alloy / **A.A. Maizelis**, G.V. Ovcharenko in: Promising materials and processes in Applied Electrochemistry: monograph. Kyev.:KNUTD, 2017. – Chapter 2.4. – P. 98-103.
4. Майзеліс А.О. Вдосконалений метод розрахунку параметрів кінетики контактного обміну / **А.О. Майзеліс** in: Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry: monograph. Kyiv.:KNUTD, 2019. – Chapter 2.4. – P. 87-95.
5. **Волощук В.В.** До питання про створення радіопрозорих керамічних матеріалів на основі системи  $RO - Al_2O_3 - SiO_2$  / [Лісачук Г.В., Зінченко С.В., Пітак Я.М. та ін.] // Науково-технічні підходи до вирішення актуальних проблем розбудови сектору безпеки і оборони: колективна монографія / за заг. ред. проф. А.П. Марченка. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2021. – С. 95–128.
6. Theoretical prerequisites for creation of radio-transparent ceramic materials based on the system  $BaO - SrO - Al_2O_3 - SiO_2$  / [G. V. Lisachuk, R. V. Kryvobok, E. V. Chefranov, **V.V. Voloshchuk**] // Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural sciences: Collective monograph. – Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2021. – Vol. 2. – С. 282–318.

### Статті, що індексуються Scopus та/або WoS:

7. The effect of architecture of the Cu/(Ni-Cu) multilayer coatings on their microhardness / **A.A. Maizelis**, B.I. Bairachnyi, L.V. Trubnikova, B.A. Savitsky / Functional Materials. – Kharkiv. – ISMA STC “Institute of Single Crystals”. – 2012. – Vol. 19. – № 2. – P. 238–244.
8. Andreev A. A., Volosova M. A., Gorban V. F., Grigoriev S. N., **Kidanova (Pinchuk) N. V.**, Sobol O. V., Stolbovoy V. A., Filchikov V. Ye. The use of pulsed ion stimulation to modify the stressed structure state and mechanical properties of vacuum-arc TiN coatings. Metallofizika i noveishie tekhnologii. 2013. Vol. 35 Iss. 7. Page 953-963.
9. Sobol' O. V., Andreev A. A., Stolbovoy V. A., Gorban V. F., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A. Using a bias potential in a constant and pulse modes for structural engineering vacuum arc nanocrystalline coatings of zirconium nitride. Journal of Nano- and Electronic Physics. 2014. Vol. 6, Iss. 4. Art. numb. 04013.
10. Sobol' O. V., Andreev A. A., Stolbovoy V. A., Gorban' V. F., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A. Structural engineering of multilayer TiN/CrN system obtained by the vacuum arc evaporation. Journal of nano- and electronic physics. 2015. Vol. 7, Iss. 1. Page 01034-1–01034-6.
11. Sobol, O. V., Andreev A. A., Stolbovoy V. A., Gorban V. F., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A. The effects of nitrogen atmosphere pressure, constant and high-voltage pulse potentials of the substrate on the structure and properties of vacuum-arc ZrN coatings. Problems of Atomic Science and Technology. 2015. Vol. 96, Iss. 2, Page 105–110.
12. Sobol' O. V., Andreev A. A., Stolbovoy V. A., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A. Regularities of structure formation of coatings CrN, obtained by vacuum arc evaporation in

- a nitrogen atmosphere. Journal of nano- and electronic physics. 2015. Vol. 7, Iss. 1. Page 01026-1–01026-4.
13. Sobol' O.V., Andreev A.A., **Pinchuk N. V.** The effect of high-voltage pulse potential applied to the substrate on the phase composition and structure of the vacuum-arc TiN coatings. Journal of nano- and electronic physics. 2015. Vol. 7, Iss. 2. Page 01042-1–01042-4.
  14. Sobol' O. V., Andreev A. A., Gorban V. F., Stolbovoy V. A., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A. Influence of the thickness of the bilayer TiN/ZrN on structure and properties of the multilayer coating obtained by vacuum-arc evaporation. Problems of Atomic Science and Technology. 2015. Vol. 96, Iss. 2. P. 124–129.
  15. Maizelis A.A. Electrochemical Formation of Multilayer SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>x</sub>O<sub>y</sub> Coating in Complex Electrolyte / **A. Maizelis**, B. Bairachniy // Nanoscale Research Letters. – 2017. – V.12. – 119.
  16. Maizelis A.A. Electrochemical Formation of Multilayer Metal and Metal Oxide Coatings in Complex Electrolytes / **A. Maizelis**, B. Bairachniy // Springer Proceedings in Physics / O. Fesenko, L. Yatsenko. – Switzerland, 2017. – Chapter 41. – P. 557-572.
  17. The Effect of Ligands on Contact Exchange in the NdFeB–Cu<sup>2+</sup>–P<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>4-</sup>–NH<sub>4</sub><sup>+</sup> System / [**A.A. Maizelis**, G.G. Tul'skii, V.B. Bairachnyi, L.V. Trubnikova] // Russian Journal of Electrochemistry. – 2017. – V. 53 (4) . – P. 417–423.
  18. Maizelis A. Voltammetric Analysis of Phase Composition of Zn-Ni Alloy Thin Films Electrodeposited from Weak Alkaline Polyligand Electrolyte / **A. Maizelis**, B. Bairachny // Journal of nano- and electronic physics. – 2017. - Vol. 9. – No. 5. – 05010.
  19. Corrosion Behavior of Electrode Materials in the Production of Hydrogen / [B.I. Bairachnyi, S.G. Zhelavs'kyi, **A.O. Maizelis**, O.V. Voronina] // Materials Science. – 2017. – Vol. 53. – Issue 3. – P. 324-329.
  20. Maizelis A.A. Voltammetric Analysis of Phase Composition of Zn-Ni Alloy Thin Films Electrodeposited under Different Electrolyze Modes / **A.A. Maizelis** // IEEE 7<sup>th</sup> International Conference on Nanomaterials: Applications and Properties, September 10–15, 2017: Proceedings. – Sumy: Sumy State University, 2017. – P. 02NTF13-1–02NTF13-5.
  21. Mechanical properties and thermally activated plasticity of the Ti<sub>30</sub>Zr<sub>25</sub>Hf<sub>15</sub>Nb<sub>20</sub>Ta<sub>10</sub> high entropy alloy at temperatures 4.2–350 K/ Podolskiy A.V., Tabachnikova E.D., **Voloshuk V.V.**, Gorban V.F., Krapivka N.A., Firstov S.A. // Materials Science and Engineering A, 2018, Volume 710, Pages 136–141.
  22. Maizelis A.A. Contact Displacement of Copper at Copper Plating of Carbon Steel Parts / **A.A. Maizelis**, B.I. Bairachnyi, G.G. Tul'skii // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2018. – Vol. 54. – No. 1. – P. 12–19.
  23. Maizelis A.A. Corrosion electrochemical behavior of low-alloy steel in alkaline medium / **A.A. Maizelis**, B.I. Bairachniy // Chemistry and Chemical Technology. – 2018. – Vol. 12. – No. 2. – P. 258-262.
  24. Maizelis A.A. Copper nucleation on nickel from pyrophosphate-based polyligand electrolyte / **A.A. Maizelis**, B.I. Bairachniy // Springer Proceedings in Physics / O. Fesenko, L. Yatsenko. – Switzerland, 2018. – Chapter 28. – P. 443-457.
  25. Maizelis A.A. Electrooxidation of ethanol on nickel-copper multilayer metal hydroxide electrode / **A.A. Maizelis** // Springer Proceedings in Physics / O. Fesenko, L. Yatsenko. – Switzerland, 2019. – Chapter 4. – P. 59-68.
  26. To the problem of the creation of high-temperature radio-absorbing composite ceramic materials / G. Lisachuk, R. Kryvobok, O. Lapuzina, M. Maystat, N. Kryvobok, **V. Voloshuk**, I. Gusarova // Proceedings of the 2018 IEEE 8th International Conference on Nanomaterials: Applications & Properties (NAP-2018), September 9–14. Zatoka, Ukraine, 2018. Part 1. P. 01SPN41.
  27. Maizelis A.O. Corrosion of neodymium magnets in polyligand solutions / **A. Maizelis**, B. Bairachniy // Materials Science. – 2019. – Vol. 54. – Issue 4. – P. 519-525.

28. Maizelis A.A. Multilayer nickel-copper anode for direct glucose fuel cell / A.A. Maizelis // Journal of Electrochemical Energy Conversion and Storage. – 2019. – V. 16. – P. 041003.
29. Maizelis A. Contact exchange in tetrafluoroborate-EDTA electrolyte for Cu-Sn alloy deposition / **A. Maizelis** // Materials Today: Proceedings. – 2019. – V. 6. – P. 134-139.
30. **Voloshchuk V.V.** Technological parameters of ceramics creation on the basis of slavsonite / [Lisachuk G.V., Kryvobok R.V., Chefranov E.V. et al.] // *Építőanyag – Journal of Silicate Based and Composite Materials*. 2019. Vol. 71, No. 2. P. 46–51.
31. Maizelis A. Formation of multilayer metal-hydroxide electrode with developed surface for alkaline water electrolysis / **A. Maizelis**, B. Bairachniy // Materials Today: Proceedings. – 2019. – V. 6. – P. 226-230.
32. Maizelis A. Multilayer nickel-copper metal hydroxide coating as cathode material for hydrogen evolution reaction / **Maizelis A.**, Bairachniy B.// in: Advances in Thin Films, Nanostructured Materials, and Coatings / A.D. Pogrebnyak, V. Novosad. – Singapore, 2019. – P. 97-107.
33. **Pinchuk N.**, Sobol' O. Simulation of the influence of high-voltage pulsed potential supplied during the deposition on the structure and properties of the vacuum-arc nitride coatings // Advances in design, simulation and manufacturing II : proceedings of the 2nd international conference on design, simulation, manufacturing: the innovation exchange (DSMIE 2019), 11–14 June 2019. Lutsk, 2019. P. 447–455.
34. Maizelis A. Electrochemical non-enzymatic detection of glucose at nanostructured multilayer electrode / **A. Maizelis** // IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 16–18, 2019. – IEEE, 2019. – P. 404–408.
35. **Pinchuk N.**, Sobol' O. Effects of high-voltage potential bias in pulsed form on the structure and mechanical characteristics of multilayer and multielement coatings obtained by vacuum arc evaporation // Grabchenko's international conference : Advanced manufacturing processes (InterPartner–2019), 10–13 September 2019. Odessa, 2020. P. 451–460.
36. Maizelis A. Protection of NdFeB magnets by multilayer coating / **A. Maizelis**, B. Bairachniy // IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 16–18, 2019. – IEEE, 2019. – P. 596–599.
37. Maizelis A. Dissolution of Zinc-Enriched Phases During Layer-by-Layer Deposition of Cu-Zn Thin Films / **A. Maizelis**, I. Patsay // IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 22-24, 2020. – IEEE, 2020. – P. 311–314.
38. Sobol O. V., **Pinchuk N. V.**, Meylekhov A. A., Subbotina V. V., Osman Dur, Stolbovoy V. A., Kovteba D. V. Structural engineering of multi-period (TiMo)N/ZrN vacuum arc coatings. Functional Materials. 2020. Vol. 27, Iss. 4. P. 736–743.
39. Tokarieva I. Nucleation in the Process of Cu-Sn Alloy Nanoscale Films Electrodeposition / I. Tokarieva, **A. Maizelis** // IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), April 22-24, 2020. – IEEE, 2020. – P. 178–181.
40. **Pinchuk N. V.**, Sobol' O. V., Subbotina V. V., Zelenskaya G. I. Influence of the bias potential applied in the process of deposition in constant and pulsed form on the structure, substructure, stress-strain state and hardness of TiN vacuum-arc coatings. Functional Materials. 2020. Vol. 27, Iss. 3. P. 595–604.
41. **Maizelis A.** Nickel-copper hydroxide multilayer coating as anode material for methanol electro-oxidation // Springer Proceedings in Physics / O. Fesenko, L. Yatsenko. – Switzerland, 2020. – Chapter 3. – P. 35-45.
42. Lisachuk G.V., Kryvobok R.V., Zakharov A.V., Fedorenko O.Yu., **Voloshchuk V.V.**, Zhadko M.A., Sarai V.V.: Rheological properties of a slip based on synthesized slavsonite and properties of ceramic materials based on it *Építőanyag – Journal of Silicate Based and Composite Materials*, Vol. 73, No. 2 (2021), P. 68–71.

43. Maizelis A. Quantitative analysis of chemical and phase composition of zn–ni alloy coating by potentiodynamic stripping / **A. Maizelis**, Z. Kolupaieva // *Electroanalysis*. – 2021. – V. 33(2). – P. 515–525.

**Статті у фахових виданнях України:**

44. Майзеліс А.А. Влияние архитектуры мультислойных покрытий Cu/(Ni-Cu) на их пористость / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный, Л.В. Трубникова // *Східно-Европейський журнал передових технологій*. – Х.: ПП «Технологічний центр». – 2012. – № 2/5 (56). – С. 4–6.
45. Равномерность мультислойных Cu/(Ni-Cu) покрытий по толщине / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный, Л.В. Трубникова, В.Н. Иващенко, В.М. Сорочинский // *Східно-Европейський журнал передових технологій*. – Х.: ПП «Технологічний центр». – 2012. – № 4/5 (58). – С. 21–24.
46. Майзеліс А.А. Циклическая вольтамперометрия на никеле в пирофосфатно-аммонийном электролите / **А.А. Майзеліс**, Л.В. Трубникова, В.М. Сорочинский // *Вісник НТУ «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – № 32. – С.10 – 14.
47. Корозійна стійкість покриттів сплавом цинк-нікель, осаджених з амонійно-гліцинатного електроліту / Л.В. Трубнікова, В.М. Артеменко, А.В. Кулик, **А.О. Майзеліс** // *Вісник НТУ «ХПІ»*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – № 32. – С.14 – 18.
48. Буферне свойства растворов, содержащих  $Ni(NH_3)_n^{2+}$ , в присутствии дополнительного лиганда / [Д.В. Северин, О.В. Назаренко, **А.А. Майзеліс**, В.М. Артеменко, Л.В. Трубникова] // *Східно-Европейський журнал передових технологій*. – Х.: ПП «Технологічний центр». – 2013. – № 2/6 (62). – С. 19–21.
49. Соболев О. В., Андреев А. А., Григорьев С. Н., Волосова М. А., Столбовой В. А., Фильчиков В. Е., **Киданова (Пинчук) Н. В.**, Антоненкова Г. В., Черкасова Н. Ю. Влияние постоянного отрицательного потенциала смещения на структуру, субструктуру и напряжённо-деформированное состояние TiN-покрытий. *Металлофиз. новейшие технол.* 2013. Т. 35, № 7. С. 943–951.
50. Майзеліс А.А. Циклическая вольтамперометрия в системе  $Cu^{2+}-NH_4^+(NH_3)-P_2O_7^{4-}$  / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный, Л.В. Трубникова // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2013. – № 4. – С. 161–164.
51. Влияние медного подслоя на прочность сцепления гальванического покрытия с углеродистой сталью / [**А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный, В.Ю. Зайцева, Л.В. Трубникова, З.А. Майзеліс] // *Прогресивні технології і системи машинобудування*. – 2014. – №1(47). – 183-189.
52. Майзеліс А.А. Электрохимическое формирование композиционно-модулированного покрытия  $SnO_2-Sb_xO_y$  / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2015. – № 6/4 (26). – 59–61.
53. Maizelis A.A. Formation of the organic-inorganic proton exchange membrane / **A.A. Maizelis**, B.I. Bairachniy, G.G. Tul'skiy // *Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi*. – 2016. – Issue 2(49). – P. 117-121.
54. Artemenko V.M. Influence of organic ligandes on the kinetics of copper electrodeposition from mono- and polyligand electrolytes / V.M. Artemenko, **A.A. Maizelis** // *Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi*. – 2017. – Issue 1(51). – P. 110-116.
55. Майзеліс А.О. Властивості покриттів сплавом цинк-нікель, осаджених при надграничних густинах струму/ **А.О. Майзеліс**, В.М. Артеменко, А.І. Любімов // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Хімія, хімічні технології та екологія. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 49 (1270). – С. 49–53.
56. Майзеліс А.О. Умови формування цинк-нікелевого сплаву з аміакатно-гліцинатного електроліту низької концентрації / **А.О. Майзеліс**, В.М. Артеменко // *Вісник НТУ*

- «ХПІ». Серія: Хімія, хімічні технології та екологія. – Х. : НТУ «ХПІ», 2018. – № 39(1315). – С. 19–22.
57. Майзеліс А.О. Вплив умов формування мультишарових покриттів  $(\text{Zn-Ni})_1/(\text{Zn-Ni})_2$  на їх механічну та корозійну стійкість / **А.О. Майзеліс** // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – Том 30 (69). – № 4, Ч. 2 – С. 61–66.
58. Майзеліс А.О. Зниження виносу іонів цинку і нікелю промивними водами гальванічних ліній з утилізацією у вигляді додаткових шарів покриттів / **А.О. Майзеліс** // Екологічні науки. – 2019. – № 4(27). – С. 15–20.
59. **Волощук В.В.** Дослідження впливу технологічних параметрів на властивості цельзіан-славсонітової кераміки / [Я.М. Пітак, Г.В. Лісачук, Р.В. Кривобок та ін.] // Наукові дослідження з вогнетривів та технічної кераміки. – 2019. – № 119. – С. 82 – 88.
60. Майзеліс А.О. Електроосадження мультишарових покриттів  $(\text{Cu-Sn})_1/(\text{Cu-Sn})_2$  з пірофосфатно-трилонатного електроліту / **А.О. Майзеліс** // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2019. – Том 30 (69). – № 5, Ч. 2. – С. 69–75.
61. Майзеліс А.О. Хімічна стабільність пірофосфатно-трилонатного електроліту / **А.О. Майзеліс** // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2020. – Том 31 (70). – № 3, Ч. 2 – С. 1–6.
62. **V.V. Voloshchuk** Development technology of electrical conductance ceramics / [G.V. Lisachuk, M.V. Ved, R.V. Kryvobok et al.] // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – 2020. – № 6 (1360). – С. 12-16.
63. Майзеліс А.О. Застосування полілігандної системи для електроосадження сплаву цинк–олово / **Майзеліс А.О.**, Артеменко В.М. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. – 2020. – Т. 31(70). – С. 167-172.
64. Майзеліс А.О. Вплив умов осадження багатошарових покриттів на їх мікротвердість / **А.О. Майзеліс, Н.В. Пінчук, В.В. Волощук** // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2021. – Том 32 (71). – № 5 – С. 223–228.

#### Статті у закордонних виданнях:

65. Майзеліс А.А. Антикоррозионные и механические свойства многослойных  $\text{Cu}/(\text{Ni-Cu})$  покрытий / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачный, Л.В. Трубникова // Сборник статей «Свиридовские чтения». – Минск : БГУ. – 2012. – Вып. 8. – С. 108–116.
66. Andreev A. A., Sobol' O. V., Serdyuk I. V., **Pinchuk N. V.**, Metel A. A., Fedorov S. V., Cherkasova N. Y. Regularities of the influence of the structural state of vacuum-arc-deposited TiN coatings on their resistance to abrasion. Journal of Friction and Wear. 2014. Vol. 35, Iss. 6. P. 497–500.
67. Maizelis A.A. Electrochemical treatment of waste in the form of copper coating on non-conductive substrate to obtain marketable products / **А.А. Maizelis**, B.I. Bairachnyi // International journal for science, technics and innovations for the industry. Machines, technologies, materials. – 2017. – Issue 7. – P. 360-363.
68. Serhiienko O.Z. Electrodeposition of Cu-Zn alloys from pyrophosphate-citrate electrolyte / O.Z. Serhiienko, V.M. Artemenko, **А.О. Maizelis** // Colloquium-journal. – 2019. – №13 (37). – Part 1. – P. 13–15.

#### Патенти України на винаходи та корисні моделі:

69. Пат. на винахід № 113524 Україна, МПК C25 D 3/56, 5/10, C01G 53/04, 3/02, H01M 4/86 (2013.01) Спосіб електроосадження каталітично активного мультишарового нікель-мідного покриття / **А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний, Л.В. Трубнікова; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № а201402364; заяв. 07.03.2014; опубл. 10.02.2017, Бюл. №3.
70. Патент на корисну модель 136860 Україна, МПК C04B 35/115 (2006.01) C04B 35/47 (2006.01) C04B 35/528 (2006.01) C04B 35/66 (2006.01) C04B 35/82 (2006.01). Маса для

- виготовлення радіопрозорої кераміки / [Лісачук Г.В., Кривобок Р.В., **Волощук В.В.** та ін.] заявник і патентовласник НТУ «ХПІ». – № u201902810 ; заявл. 21.03.2019; опубл. 10.09.2019, Бюл. № 17.
71. Пат. на винахід №121730 Україна, МПК C25B 1/04, C25D 3/56, C25D 5/10, C25D 5/18. Спосіб виготовлення катода для лужного електролізу води / **А.О. Майзеліс**; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № a201905356; заяв. 20.05.2019; опубл. 10.07.2020, Бюл. №13.
72. Пат. на винахід № 114051 Україна, МПК (2016.01) C 25 D 3/12, 3/56, 3/58, 5/10, 5/16, 5/18, 5/34, 7/00, 7/10. Спосіб електроосадження нікель-мідного покриття на магніт NdFeB / **А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № a201602481; заяв. 14.03.2016; опубл. 10.04.2017, Бюл. №7.
73. Пат. на винахід №115709 Україна, МПК (2016.01) C 25 D 3/12, 3/56, 3/58, 5/10, 5/18. Спосіб електроосадження мультишарового нікель-мідного покриття / **А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № a201602676; заяв. 17.03.2016; опубл. 11.12.2017, Бюл. №23.
74. Пат. на винахід № 120903 Україна, МПК G01N 27/26, G01N 27/42. Спосіб визначення хімічного і фазового складу покриттів сплавами цинк-нікель / **А.О. Майзеліс**, В.М. Артеменко; заявник та патентовласник НТУ "ХПІ". – № a201901611; заяв. 18.02.2019; опубл. 25.02.2020, Бюл. №4.

#### **Матеріали та тези доповідей:**

75. Трубникова Л.В. Извлечение меди и никеля из сточных вод, содержащих ионы аммония и пирофосфата [електронний ресурс] / Л.В. Трубникова, Б.И. Байрачний, **А.А. Майзеліс** // Сотрудничество для решения проблемы отходов: Матер. IX Междунар. конф., (Харьков, 28–29 марта 2012 г.). – Харьков: Экоинформ. – 2012. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM).
76. Maizelis A.A. The influence of architecture of the Cu/(Ni-Cu) multilayer coatings on their corrosion and mechanical properties / **А.А. Maizelis**, B.I. Bairachniy, L.V. Trubnikova // Sviridov Readings 2012: book of abstracts of 4-th International Conference on Chemistry and Chemical Education, 9-13 April, 2012. – Minsk: «Publishing Center of BSU», 2012. – P. 58.
77. Электрохимическое окисление метанола на никель-медной поверхности / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачний, В.И. Булавин, Л.В. Трубникова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XX міжнар. наук.-практ. конф., 01–03 червня 2012 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – С. 259.
78. **Кіданова (Пінчук) Н. В.**, Фільчиков В. Є., Соболев О. В. Фазовий склад, структура і напружений стан вакуумно-дугових покриттів TiN, отриманих під впливом високовольтних імпульсів // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XX Міжнар. наук. практ. конф., 15–17 травня 2012 р. : тези доп. Харків, 2012. С. 20.
79. Электрохимическое формирование Cu/(Ni-Cu) многослойных покрытий / **А.А. Майзеліс**, Б.И. Байрачний, Булавин В.И., Трубникова Л.В. // X Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань хімії, 17–19 квітня 2012 р. : тези доп. – Х. 2012. – С. 53.
80. Сорочинский В.М. Электрохимическое поведение никеля в пирофосфатно-аммонийном электролите / В.М. Сорочинский, **А.А. Майзеліс** // X Всеукраїнська конференція молодих вчених та студентів з актуальних питань хімії, 17–19 квітня 2012 р.: тези доп. – Харків, 2012. – С. 44.
81. Андреев А. А., Соболев О. В., Столбовой В. А., **Кіданова (Пінчук) Н. В.** Закономерности формирования фазово-структурного состояния TiN-MoN многослойных вакуумно-дуговых покрытий // Материаловедение тугоплавких



- соединений : труды III-й международной Самсоновской конф., 23–25 мая 2012 г. : тез. докл. Киев, 2012. С. 156.
82. Кулик А.В. Влияние условий формирования покрытий сплавом Zn-Ni на их защитные свойства / А.В. Кулик, В.М. Артеменко, **А.А. Майзеліс** // Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів, 27–29 березня 2013 р.: матер. конф. у 4-х ч. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – С. 19-20.
  83. **Пинчук Н. В.**, Фільчиков В. Є., Соболев О. В., Осипенко Ю. Л. Субструктурні характеристики вакуумно-дугових покриттів TiN, отриманих при різному тиску азоту в робочій камері // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXI Міжнар. наук. практ. конф., 29–31 травня 2013 р. : тези доп. Харків, 2013. С. 45.
  84. Назаренко О.В. Электролитическое формирование сплавов на основе олова и никеля / О.В. Назаренко, В.М. Артеменко, **А.А. Майзеліс** // Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів, 27–29 березня 2013 р.: матер. конф. у 4-х ч. – Харків : НТУ «ХПІ», 2013. – С. 30-31.
  85. Електричні параметри оксидних систем титану та міді / [Ю.А. Желавська, Б.І. Байрачний, **А.О. Майзеліс** и др.] // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXII міжнар. наук.-практ. конф., 15–17 жовтня 2014 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – С. 282.
  86. Зайцева В.Ю. Контактний обмін в системі «вуглецева сталь – пірофосфатно-аміакатний електроліт міднення» / В.Ю. Зайцева, **А.О. Майзеліс**, З.О. Майзеліс // Хімічні Каразінські читання – 2014: VI всеукр. наук. конф. студ. та асп., 22–24 квіт. 2014 р.: тези доп. – Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2014. – С. 307.
  87. Олійник І.А. Дослідження внутрішніх напружень покриттів нікелем / І.А. Олійник, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс** // VIII Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів НТУ «ХПІ», 22–24 квітня 2014 р.: матер. конф. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – Ч. 3. – С. 61.
  88. **Пинчук Н.В.** Моделирование процесса ионно-плазменной имплантации под влиянием высоковольтного импульсного потенциала при формировании структуры вакуумно-дуговых покрытий нитрида титана / [Мейлехов А.А., Соболев О.В., Андреев А.А. и др.] // Актуальные проблемы прочности : материалы 55-й Международной конференции, 9–13 июня 2014 г. Харьков, 2014. С. 93.
  89. Северин Д.В. Дослідження буферної ємності комплексних електролітів для осадження нікелю та його сплавів / Д.В. Северин, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс** // VIII Університетська науково-практична студентська конференція магістрантів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», 22–24 квітня 2014 р.: матер. конф. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – Ч. 3. – С. 66.
  90. Твердофазні електроліти у водневій енергетиці / [Б.І. Байрачний, С.Г. Желавський, **А.О. Майзеліс**, І.А. Токарева] // XIX Українська конференція з неорганічної хімії за участю закордонних учених, 7–11 вер. 2014 р.: тези доп. – Одеса: ФХІ ім О.В. Богатського НАН України, 2014. – С. 115.
  91. **Пинчук Н. В.** Влияние рабочего давления азотной атмосферы, постоянного и высоковольтного импульсного потенциалов на структуру и свойства вакуумно-дуговых покрытий ZrN / [Андреев А. А., Соболев О. В., Столбовой В. А. и др.]// Наноструктурные материалы–2014: Беларусь–Россия–Украина «НАНО–2014» : IV Международная научн. конф.. 7–10 октября 2014 г. : тез. докл. Минск, 2014. С. 173.
  92. Maizelis A.A. The electrochemical formation of SnO<sub>2</sub>-Sb<sub>x</sub>O<sub>y</sub> coatings / [**A.A. Maizelis**, В.І. Bairachniy, E.S. Pistunova, L.V. Trubnikova] // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXII міжнар. наук.-практ. конф., 15–17 жовтня 2014 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – С. 291.
  93. **Pinchuk N.V.** Effect of pressure working environment and high pulse stimulation on the structure, substructure and mechanical characteristics of vacuum-arc ZrN coatings / [O. V.

- Sobol', A. A. Andreev, V. F. Gorban' et al.] // The international summer school nanotechnology: from fundamental research to innovations and International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2014): 23-30 August 2014, Yaremche-Lviv, 2014. P. 279.
94. Соболь О. В., Пінчук Н. В. Вплив технологічних параметрів при осадженні на структуру та субструктурні характеристики вакуумно-дугових покриттів ZrN // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXII Міжнар. наук. практ. конф., 21-23 травня 2014 р. : тези доп. Харків, 2014. С. 44.
  95. Мембранний електроліз води з використанням твердого електроліту / [В. Вороніна, Б.І. Байрачний, А.О. Майзеліс та ін.] // Сучасні проблеми електрохімії: освіта, наука, виробництво: збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – С. 240.
  96. Mechanical properties of the  $Ti_{30}Zr_{25}Hf_5Nb_{20}Ta_{10}$  high entropy alloy at temperatures 77-300 K / Волощук В.В., Табачникова О.Д., Подольський О.В.// XII Міжнародна наукова конференція «Фізичні явища в твердих тілах» (1-4 грудня 2015 року). – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – с. 96.
  97. Мультишаровий мідно-нікелевий електрод для метанольного паливного елемента / [А.О. Майзеліс, Б.І. Байрачний, Л.В. Трубінова, В.І. Булавін] // VII Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасні технології», 27-29 квітня 2015 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2015. – С. 81-82.
  98. Структура, субструктура и физико-механические свойства многослойных покрытий системы TiN/ZrN, полученных методом вакуумно-дугового испарения / [О.В. Соболь, Н.В. Пинчук, А.А. Постельник, и др.] // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXIII Міжнар. наук. практ. конф., 20-22 травня 2015 р. : тези доп. Харків, 2015. С. 352.
  99. Аспекты выбора электролитов и оборудования для нанесения цинковых покрытий / [В.М. Артеменко, А.А. Майзеліс, Л.П. Шевченко, В.И. Сендецкая] // Современные электрохимические технологии и оборудование: междунар. науч.-техн. конф., 24-25 ноября 2016 г.: матер. докл. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 300-304.
  100. Азаренкова И.В. Особенности осаждения меди из простых и комплексных электролитов / И.В. Азаренкова, В.М. Артеменко, А.А. Майзеліс // X Міжнародна науково-практична студентська конференція магістрантів НТУ «ХПІ», 05-08 квітня 2016 р.: матер. конф. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – Ч. 2. – С. 210.
  101. Low temperature mechanical properties of the  $Ti_{30}Zr_{25}Hf_5Nb_{20}Ta_{10}$  high entropy alloy / Voloschuk V.V., Tabachnikova E.D., Podolskiy O.V., Gorban V.F.// VII International Conference for Young Scientists "Low Temperature Physics" ICYS LTP 2016, June 6 - 10, Kharkiv, 2016. P. 177.
  102. Maizelis A.A. Electrochemical formation of layered metal oxide coatings / A.A. Maizelis, B.I. Bairachny, A.A. Kovalova // XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry, 26-30 Sept. 2016: abstracts. – Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2016. – V. 2a. – P. 384.
  103. Maizelis A. Nucleation of Cu in the process of nanostructured Cu/(Ni-Cu) multilayer coating formation / A. Maizelis, B. Bairachny // 3rd International School and Conference on Optoelectronics, Photonics, Engineering and Nanostructures, March 28-30 2016: St Petersburg: Academic University Publishing, 2016 – P. 58.
  104. Formation of the organic-inorganic proton exchange membrane / A.A. Maizelis, B.I. Bairachny, A.A. Kovalova // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXIV міжнар. наук.-практ. конф., 18-20 травня 2016 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 220.
  105. Maizelis A.A. Electrochemical formation of multilayer metal and metal-oxide coatings in complex electrolytes / A.A. Maizelis, B.I. Bairachniy // Nanotechnology and

- Nanomaterials NANO-2016: 4th International research and practice conference, August 24–27, 2016. – Lviv, Ivan Franko National University of Lviv, 2016. – P. 156.
106. Розробка і дослідження матеріалів для альтернативної енергетики / [І.А. Токарева, Ю.А. Желавська, **А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний, Г.Г. Тульський] // VI Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 20–22 квітня 2016 р.: тези доп. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 120.
  107. Maizelis A.A. Voltammetric analysis of phase composition of Zn-Ni alloy thin films electrodeposited from weak alkaline polyligand electrolyte / **A.A. Maizelis**, В.І. Bairachny // XVI International Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (dedicated to memory Professor Dmytro Freik), Ivano-Frankivsk, May 15-20, 2017: materials, 2017. – 194.
  108. Механічні властивості високоентропійного сплава  $Ti_{30}Zr_{25}Hf_{15}Nb_{20}Ta_{10}$  / **В.В. Волощук**, О.Д. Табачникова // X Міжнародна науково-практична студентська конференція магістрантів (05–08 квітня 2016 року): матеріали конференції: у 3-х ч. – Ч. 2 / за ред. проф. Є.І. Сокола. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – с. 17
  109. Электроосаждение сплава Cu-Sn из полилигандных электролитов / [**А.А. Майзеліс**, А.И. Пилипенко, Т.А. Белоус, Г.В. Овчаренко] // Современные электрохимические технологии и оборудование: международная научно-техническая конференция, 28-30 ноября 2017 г.: материалы конф. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 185-189.
  110. **Майзеліс А.А.** Электроосаждение функциональных цинк-никелевых пленок / [В.М. Артеменко, Б.И. Байрачный, А.И. Любимов и др.] // Современные электрохимические технологии и оборудование: международная научно-техническая конференция, 28-30 ноября 2017 г.: материалы конф. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 190-193.
  111. Maizelis A. Copper-containing waste treatment to obtain marketable products / **A. Maizelis**, В. Bairachny // Engineering. Technologies. Education. Security: V International Scientific Conference, May 31–June 3 2017: Proceedings. – Veliko Tarnovo, Bulgaria: Scientific Technical Union Of Mechanical Engineering, 2017. – С. 176-177.
  112. Maizelis A.A. Electrodeposition of bronze coatings from pyrophosphate-trilonate electrolyte / **A.A. Maizelis**, G.V. Ovcharenko // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXV міжнар. наук.-практ. конф., 17–19 травня 2017 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – С. 279.
  113. Любимов А.И. Влияние природы электролита и режима электролиза на свойства никелевых покрытий / А.И. Любимов, В.М. Артеменко, **А.А. Майзеліс** // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної студентської конференції магістрантів НТУ «ХПІ», 18-21 квітня 2017 р., Харків. – Ч. 2. – с. 177-178.
  114. Прогляда С.А. Підвищення захисних властивостей електролітичних покриттів / С.А. Прогляда, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс** // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної студентської конференції магістрантів НТУ «ХПІ», 18-21 квітня 2017 р., Харків. – Ч. 2. – с. 189.
  115. Maizelis A.A. Electrochemical studies of thin films of Cu, Zn, Ni and their alloys as layers in multilayer coatings / **A.A. Maizelis**, В.І. Bairachny // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2017): International research and practice conference, 23-26 August 2017: Abstract book. – Kiev: Burlaka, 2017. – P. 204.
  116. Майзеліс А.О. Електрохімічне формування покриттів нікель-ванадій та оксидів титану для електродних матеріалів / [**А.О. Майзеліс**, Б.І. Байрачний, І.А. Токарева, Ю.А. Желавська] // Проблеми корозійно-механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи «КМН-2017»: відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, 27-29 вересня 2017 р.: матеріали. – Львів, 2017. – С. 149-151.
  117. Майзеліс А.О. Кінетичні закономірності контактного обміну у процесі бронзування / **А.О. Майзеліс**, Г.В. Овчаренко // Проблеми корозійно-механічного руйнування,

- інженерія поверхні, діагностичні системи «КМН-2017»: відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, 27-29 вересня 2017 р.: матеріали. – Львів, 2017. – С. 152-155.
118. Майзеліс А.А. Электроокисление органических веществ на мультислойных металлоксидных электродах / **А.А. Майзеліс** // Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности: международная научно-практическая конференция, 17-18 октября 2017 г.: тезисы. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. – С. 215-217.
  119. Москаленко А.О. Електролітичні покриття сплавами на основі олова / А.О. Москаленко, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс** // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної студентської конференції магістрантів НТУ «ХП», 17-20 квітня 2018 р., Харків. – Ч. 3. – с. 77-78.
  120. Майзеліс А. Можливості анодної вольтамперометрії при аналізі плівок сплавів / **А. Майзеліс**, Б. Байрачний // VIII Український з'їзд з електрохімії: збірник наукових праць, 4–7 червня 2018 р., Львів. – Ч. 2. – С. 306-308.
  121. **Voloschuk V.V.** Ceramic materials with adjustable radiophysical properties on the basis of the system RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> / [G.V. Lisachuk, R.V. Kryvobok, O.Yu. Fedorenko et al.] // Materials of the International Meeting "Clusters and nanostructured materials (CNM-5)". October 22 – 26. Uzhgorod, Ukraine, 2018. P. 43.
  122. Майзеліс А.А. Співосадження міді та олова у трилонатно-тетрафторборатному електроліті / **А.А. Майзеліс**, Б.І. Байрачний // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXVI міжнар. наук.-практ. конф., 16–18 травня 2018 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХП», 2018. – С. 264.
  123. **В.В. Волощук** Створення нових функціональних матеріалів для надвисокочастотної техніки / [Г.В. Лісачук, Р.В. Кривобок, А. П. Гребенюк та ін.] // Тези доповідей II науково-практичної конференції «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи», 4 жовтня. Київ. – 2018 р. С. 65
  124. Maizelis A.A. Electrooxidation of ethanol on nickel-copper multilayer metal hydroxide electrode / **A.A. Maizelis** // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2018): International research and practice conference, 27-30 August 2018: Abstract book. – Kiev: Burlaka, 2018. – P. 209.
  125. Застосування подвійних сплавів на основі цинку в гальваностегії / П.М. Ляхов, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс** // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXVII міжнар. наук.-практ. конф., 15–17 травня 2019 р.: тези доп. – Харків: НТУ «ХП», 2019. – С. 293.
  126. Electrodeposition of brass from polyligand electrolyte based on pyrophosphate / [O. Serhienko, V. Artemenko, K. Rutkovska, **A. Maizelis**] // Young scientists conference on material science and surface engineering (MSSE-2019), 25-27 Sept. 2019: Abstract book. – Lviv: ФМІ ім. Г.В. Карпенка, 2019. – P. 114-115.
  127. Вплив технологічних параметрів на електродинамічні властивості цельзіан – славсонітової кераміки / [**Волощук В.В.**, Майстат М.С., Пітак Я.М., Кривобок Р.В.] // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15-17 травня 2019 р.: у 4 ч. Ч. II / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХП». - Ч. II. С. 295
  128. **Майзеліс А.О.** Пірофосфатно- цитратні електроліти для осадження покриттів сплавами Zn-Ni, Zn-Sn, Cu-Zn / [О.З. Сергієнко, В.М. Артеменко, К.С. Рутковська та ін.] // Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій: Міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 листоп. 2019: матер. конф. – ХНУМГ імені О.М. Бекетова, 2019. – Р. 155.
  129. Вплив технологічних параметрів на властивості кераміки на основі цельзіану та славсоніту / Я.М. Пітак, **В.В. Волощук**, М.С. Майстат // XIII Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні

- дослідження молодих науковців» (19–22 листопада 2019 року): матеріали конференції / за ред. проф. Є.І. Сокола. – Харків : НТУ «ХПІ». С. 459.
130. **Пинчук Н. В.**, Соболев О. В. Компьютерное моделирование импульсной стимуляции на структуру и свойства вакуумнодуговых покрытий TiN // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXVII Міжнар. наук. практ. конф., 15–17 травня 2019 р. : тези доп. Харків, 2019. С. 313.
  131. Майзеліс А.А. Электроосаждение сплава Zn-Sn из полилигандного электролита / **А.А. Майзеліс**, В.М. Артеменко // Современные электрохимические технологии и оборудование: междунар. науч.-техн. конф., 13–17 мая 2019 г.: матер. докл. – Минск: БГТУ, 2019. – С. 74–78.
  132. Maizelis A.A. Voltammetric analysis of phase composition of Zn-Ni-Cu alloy thin films / **A.A. Maizelis**, Z.I. Kolupaieva, B.I. Bairachniy // XVII International Freik conference physics and technology of thin films and nanosystems, May 20-25, 2019: Abstract book – Ivano-Frankivsk, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2019. – P. 35.
  133. Maizelis A.A. Nanostructured multilayer metal hydroxide coatings as cathode and anode materials / **A.A. Maizelis** // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2019): International research and practice conference, 27-30 August 2019: Abstract book. – Kiev: Burlaka, 2019. – P. 140.
  134. Maizelis A. Corrosion resistance of  $[(\text{Zn-Ni})_1/(\text{Zn-Ni})_2]_n$  coatings in comparison with Zn-Ni alloy coatings / **A. Maizelis**, B. Bairachnyi // "Problems of corrosion and corrosion protection of structural materials": book of abstracts of XV International Conference, October 15–16, 2020, Lviv. – p. 11-16.
  135. Maizelis A. Analysis of nanoscale films of alloys of Cu-Sn-Ni-Zn system by stripping voltammetry / **A. Maizelis** // Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2020): International research and practice conference, 26-29 August 2020: Abstract book. – Kiev: Burlaka, 2020. – P. 90.
  136. Гаврилова А.А. Закономірності виділення бінарних сплавів системи Cu-Ni-Zn-Sn з полілігандних електролітів / [А.А. Гаврилова, О.З. Сергієнко, В.М. Артеменко, **А.О. Майзеліс**] // «Сучасні проблеми хімії»: тези XXI Міжнародної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 20-22 травня 2020 р., Київ. – с. 72.
  137. **Voloshchuk V.V.** Radio-transparent ceramic materials based on celsian -slavsonite ceramics / [G.V. Lisachuk, R.V. Kryvobok, Ye.V. Chefranov et al.] // The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2020): Abstract Book of participants of the International research and practice conference, 26 – 29 August 2020, Lviv. Edited by Dr. O. Fesenko. – Kyiv: LLC «Computer-publishing, information center», 2020. – P. 355.
  138. Майзеліс А.О. Стрипінг-вольтамперометрія в аналізі хімічного та фазового складу плівок сплавів / **А.О. Майзеліс** // «Прикладні аспекти електрохімічного аналізу»: тези VII наукового семінару студентів, аспірантів і молодих учених, 15-16 жовтня 2020 р., Львів. – с. 27.
  139. **Волощук В.В.** Дослідження цельзіан-славсонітової кераміки / [Я. М. Пітак, Р.В. Кривобок, Є.В. Чефранов та ін.] // Міжнародна науково-технічна конференція «Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів» АТ «УКРНДІ ВОГНЕТРИВІВ ім. А.С. Бережного»: тез. доп. Х.: ДІСА ПЛЮС, 2020. С. 52-53.
  140. **Пинчук Н. В.**, Соболев О. В. Вплив подачі високовольтного потенціалу в імпульсній формі на структуру та властивості вакуумно-дугових покриттів TiN // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXVIII Міжнар. наук. практ. конф., 13–15 травня 2020 р.: тези доп. Харків, 2020. С. 294.
  141. **Волощук В.В.** Исследования влияния температуры обжига на свойства цельзиан-славсонитовой керамики / [Г.В. Лисачук, О.Ю. Федоренко, Р.В. Кривобок та ін.] // Инновационные силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы и изделия:

свойства, строение, способы получения : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 3 декабря 2020 г. [Электронный ресурс] / гл. ред. И. В. Войтов ; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 95-99.

142. **Пінчук Н. В.**, Соболев О.В. Особливості формування вакуумно-дугових покриттів TiN в залежності від постійного потенціалу зміщення та температури підкладки // Наукові підсумки 2020 року: IX Наукова конференція, 29 грудня 2020 р. Харків, 2020. С. 17.