

ДИСЕРТАЦІЇ НА ЗДОБУТТЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ



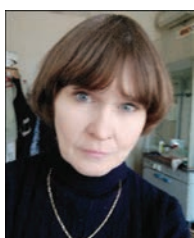
С.О. Осадчук (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистила 3 лютого 2021 р. кандидатську дисертацію на тему: «Електрохімічний давач поляризаційного опору для оцінювання корозивності атмосферного середовища».

Дисертація присвячена розробленню електрохімічного коповерхневого чотирипарного давача поляризаційного опору для оцінювання зміни корозивності атмосферного повітряного середовища відносно металоконструкцій в замкнутих об'ємах та наявності градієнта температур між металоконструкцією та оточуючим повітрям. Це дозволило адаптувати метод поляризаційного опору при зміні відносної вологості повітря від 100 до 75 % (наближеної до критичної) та температур від 24 до 70 °С в умовах утворення тонких плівок вологи товщиною

від 0,6 до 45 мкм. Швидкість корозії, визначена методом поляризаційного опору, в цих умовах змінюється від 0,44 до $2,08 \cdot 10^{-5}$ мм/рік. Нижня границя вимірювань давачем швидкості корозії 10^{-5} мм/рік.

Запропоновано методичний підхід до розроблення давачів. Теоретично обґрунтовано конструкцію електрохімічної комірки та вибір оптимальних критичних параметрів електродів та кількості електродних пар давача; можливість застосування константи методу поляризаційного опору, визначеній для об'єму електроліту для умов тонкоплівкової корозії; окреслено похибки вимірювання багатоелектродних давачів.

Розроблено та впроваджено методику моніторингу захисту металоконструкцій від атмосферної корозії на об'єктах тривалої експлуатації, яка ґрунтується на визначенні миттєвої швидкості корозії за допомогою давача нової конструкції.



Л.І. Ниркова (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистила 14 квітня 2021 р. докторську дисертацію на тему: «Теоретико-експериментальні засади оцінювання та запобігання корозійному розтріскуванню сталей магістральних газопроводів в умовах їх катодного захисту».

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну проблему. Встановлено закономірності корозійного розтріскування сталей магістральних газопроводів при їх катодному захисті, розв'язання якої розширює розуміння механізму корозійного розтріскування магістральних газопроводів, що дає можливість науково-обґрунтованого підходу до вибору способів його попередження.

Запропоновано та науково обґрунтовано методологію оцінювання схильності сталі Х70 до корозійного розтріскування при катодному захисті: введено коефіцієнт схильності до корозійного розтріскування K_s , в якому ураховано зміну відносного звужування зразка у повітрі порівняно з розчином, та критерій схильності до корозійного розтріскування $K_s \geq 1,6$, підтверджений результатами лабораторних та натурних випробувань. Виявлено комплекс чинників, що спричиняють деградацію захисних полімерних покривів (зокрема, стрічкового): наявність дефекту в покриві, контакт з корозивним середовищем та катодна поляризація. Методом інфрачервоної спектроскопії підтверджено деградацію ґрунтувального шару стрічкового покриву і доведено, що присутність продуктів деструкції по-

криву у розчині підвищує схильність трубної сталі до корозійного розтріскування.

Для сталей різної міцності запропоновано новий спосіб оцінювання їх схильності до корозійного розтріскування, заснований на аналізі довжини спадних ділянок кривих руйнування, та введено відповідний коефіцієнт K_r . За температури 50 °С встановлено вплив властивостей сталеві основи на катодне відшарування покривів. На сталі Х80 процес відшарування перебігає інтенсивніше, ніж на Х70, що обумовлено зниженням потенціалу виділення водню на сталі Х80 та будовою приповерхневого шару.

Експериментально доведено, що існує три області потенціалів, в яких корозійне розтріскування сталі Х70 відбувається за різними механізмами: при потенціалах додатніших $-0,75$ В — за механізмом локального анодного розчинення; в області потенціалів від $-0,75$ до $-1,05$ В діє змішаний механізм корозійного розтріскування (локальне анодне розчинення та водневе окрихчення перебігають одночасно); за потенціалів від'ємніше $-1,05$ В — механізм водневого окрихчення. Закономірності корозійного розтріскування підтверджені зміною корозійно-механічних властивостей сталі, оцінених коефіцієнтом K_s , та фрактографічними ознаками руйнування. Зниження катодного потенціалу до мінімального захисного $-0,75$ В (х.с.е.) сприяє збереженню захисних властивостей полімерними покриттями: новим і штучно зістареним стрічковим — в $\sim 9,4$ і $\sim 26,9$ разів, відповідно; новим гібрид-епоксидним — в $\sim 3,3$ рази; штучно зістареним — в $\sim 1,7$ разів; новим та штучно зістареним поліуретановим — в ~ 20 разів.

Розроблено та впроваджено методику визначення потенційно корозійно-небезпечних ділянок магістральних газопроводів в умовах катодного захисту на основі обчислення ймовірності корозійного розтріскування за даними проектної, виконавчої, експлуатаційної документації та ре-



В.В. Жуков (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 26 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Особливості структури та механічні властивості зварних швів сталі 14ХГНДЦ, модифікованих дисперсними частинками карбідів, оксидів та сполук на основі титану».

Дисертація присвячена встановленню закономірностей впливу модифікування дисперсними частинками оксидів, карбідів та сполук на основі титану (SiC , VC , NbC , TiC , ZrO_2 , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 , FeTi , TiN) на особливості структуроутворення та механічні властивості металу зварних швів високоміцної низьколегованої сталі 14ХГНДЦ. Досліджено структуру, розподіл та склад неметалевих включень та фазових виділень металу модифікованих зварних швів високоміцної низьколегованої сталі 14ХГНДЦ. Створена методика оцінки кінетичних параметрів структурно-фазового перетворення. Визначені кінетичні параметри: величина максимальної інтенсивності та об'ємний ефект структурно-фазового перетворення, які характеризують ступень зміни об'єму металу при перебудові кристалічної решітки в ході структурно-фазового перетворення. Визначено температури максимальної інтенсивності перетворення для металу модифікованих швів. Проведено аналіз взаємозв'язку кінетичних параметрів структурно-фазового перетворення, хімічного складу, температур перетворення аустеніту, структурно-фазового складу та механічних характеристик металу модифікованих швів сталі 14ХГНДЦ.

Визначено механізм впливу різних типів модифікаторів (карбідні, оксидні та сполуки на основі



В.Б. Порохонько (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 26 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Електрошлаковий переплав титанових сплавів під дією зовнішніх поздовжніх магнітних полів».

Дисертаційна робота присвячена визначенню закономірностей процесів плавлення, перенесення та кристалізації металу при ЕШП в умовах дії зовнішніх, постійних та імпульсних поздовжніх магнітних полів і розробці технічних рекоменда-

зультатам наземного технічного діагностування й лабораторних досліджень з подальшим ранжуванням ділянок за ступенем потенційної корозійної небезпеки. Результати роботи використані при розробленні СОУ 60.3-30019801-070, ДСТУ Н Б А.3.1-29, зміни № 1 до ДСТУ 4219.

титану) на кінетику структуроутворення металу зварних швів. Встановлено, що карбідні модифікатори впливають на кінетику перетворення та формування вторинної кристалічної структури через розчинення і зміну складу твердого розчину; оксидні модифікатори та модифікатори на основі сполук титану розчиняються та виділяються на поверхні неметалевих включень, а також у вигляді нових неметалевих включень, які впливають на структуроутворення і механічні властивості модифікованого металу зварних з'єднань. Встановлено, що модифікатори на основі сполук титану призводять до формування неметалевих включень, що утворюються всередині зерна металу з щільністю дислокацій $10^{10} \dots 10^{11} \text{ см}^{-2}$ навколо включення, підвищують значення міцності металу і знижують тріщиностійкість; оксидні неметалеві включення утворюються поблизу границь зерен металу з щільністю дислокацій $10^8 \dots 10^9 \text{ см}^{-2}$ навколо включення і підвищують значення пластичності та ударної в'язкості металу.

Дослідно-промислово перевірку можливості застосування технології модифікування зварного шва високоміцних низьколегованих сталей проведено на ПрАТ НКМЗ (м. Краматорськ) для сталей марок А514 та 16ХГМФТР. При порівнянні механічних властивостей металу швів, отриманих порошковими дротами зарубіжних (BÖHLER NiCrMo 2,5-IG, BÖHLER X 70 – IG) марок з металом, отриманим з застосуванням експериментальних порошкових дротів з дисперсними модифікаторами TiO_2 та Al_2O_3 встановлено, що використання більш дешевих вітчизняних зварювальних матеріалів дозволяє забезпечити необхідний рівень механічних властивостей металу зварного з'єднання.

цій щодо їх застосування при виплавці зливків титанових сплавів.

Шляхом фізичного моделювання досліджено особливості плавлення витратного електрода, характеру формування і відриву крапель електродного металу та їх рух в шлаковій ванні при ЕШП в умовах дії зовнішніх магнітних полів. Експерименти проводили за різними схемами із застосуванням змінного, постійного і модульованого струму плавки під дією зовнішнього постійного або імпульсного поздовжнього магнітного поля.

В результаті проведених експериментів встановлено, що під дією поздовжнього магнітного

поля тороїдальні гідродинамічні течії в шлаковій ванні трансформуються в горизонтальні обертання навколо її осі, що призводить до деформації вільної поверхні шлакової ванни та поверхні поділу шлакова–металева ванни. Величина деформації вільної поверхні ванни залежить від швидкості обертання розплаву.

Фізичним моделюванням встановлено ряд закономірностей. Зокрема, застосування поздовжнього магнітного поля індукцією 0,20...0,35 Тл призводить до збільшення частоти відриву крапель електродного металу (на 20...30 %), зменшення їх середньої маси (на 10...50 %), збільшення траєкторій їх руху (на 30...160 %) і терміну перебування в шлаковій ванні (з 0,20...0,25 до 0,4...0,8 с), а також до розосередження місць попадання крапель на дзеркало рідкої металевої ванни.

Основні результати фізичного моделювання були апробовані в умовах натурального ЕШП титану на модернізованому обладнанні під дією поздовжніх магнітних полів. Експериментально встановлено, що поздовжнє магнітне поле індукцією 0,2 Тл призводить до зменшення струму плавки на величину до 20 % і збільшення амплітуди його коливань без цілеспрямованої зміни інших параметрів процесу. У випадку застосування імпульсного поздовжнього магнітного поля зменшення струму плавки має циклічний характер, а величина цього падіння залежить від величини індукції і тривалості імпульсів магнітного поля і може сягати до 70...80 %.

За допомогою аналізу осцилограм електричних режимів ЕШП під дією зовнішнього поздовжнього магнітного поля індукцією 0,2...0,28 Тл встановлено, що частота відриву крапель електродного металу збільшується на 18...62 %, а швидкість плавлення електроду — на 3...6 %. При цьому,

середній діаметр крапель металу зменшується на 5...16 %, а їх маса на 13...41 %.

Експериментально встановлено, що поздовжні магнітні поля при ЕШП призводять до суттєвого подрібнення макроструктури титанових зливків, при одночасному погіршенні якості формування їх бокової поверхні. Визначено оптимальні величини індукції постійного та імпульсного поздовжнього магнітних полів, які забезпечують максимальну розорієнтацію та подрібнення макроструктури зливків діаметром 70...140 мм, при мінімальному погіршенні якості їх бокових поверхонь та відсутності внутрішніх дефектів. Встановлено, що для постійного магнітного поля такий діапазон індукції становить $B = 0,12...0,22$ Тл, а для імпульсного — $B = 0,18...0,3$ Тл при тривалості імпульсів $t_{\text{имп}} = 0,9...2,5$ с, та пауз — $t_{\text{п}} = 6...15$ с.

Досліджено температурні залежності електропровідності, в'язкості та інтервалу твердіння сольових композицій на основі CaF_2 . На їх основі розроблено сольовий, трикомпонентний флюс для ЕШП титану системи $\text{CaF}_2\text{SrCl}_2\text{Na}_3\text{AlF}_6$.

Розроблено технологічні рекомендації щодо обладнання, матеріалів, режимів ЕШП зливків титанових сплавів у поздовжніх магнітних полях.

Способом ЕШП в поздовжньому магнітному полі отримано зливки титанових сплавів ВТ6, ТС6 та ОТ4. Встановлено, що хімічний склад сплавів повністю відповідає вимогам діючих стандартів. При цьому метал зливків характеризується високою хімічною і фізичною однорідністю. Характеристики міцності дослідних зразків відповідають типовим значенням для даних сплавів, а характеристики пластичності і ударної в'язкості перевищують в середньому на 10...25 %.



В.О. Берзос (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 28 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Теорія і практика виробництва зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану способом електронно-променевої плавки».

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі, що полягає у розвитку теорії і практики одержання якісних зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану способом електронно-променевої плавки з проміжною ємністю.

Методами математичного моделювання досліджено тепловий стан зливків сплавів титану при ЕПП з урахуванням гідродинамічних течій та до-

сліджено процесу випаровування хімічних елементів під час ЕПП високоміцних конструкційних сплавів титану. На основі проведених розрахунків в рамках математичних моделей, визначено технологічні режими та розроблено технологію ЕПП зливків високоміцних сплавів титану, що забезпечує високу якість одержуваного металу. Проведено роботи з одержання напівфабрикатів та показано високу якість титанових сплавів, одержаних за розробленою технологією ЕПП.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у тому, що розроблено нову перспективну технологію, застосування якої для виробництва вітчизняних напівфабрикатів високоміцних сплавів на основі титану дозволить відмовитись від імпорту вартісних іноземних напівфабрикатів, та забезпечить розширення їх застосування підприємствами України.



О.М. Гніздило (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 28 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Інтенсифікація процесу плазмово-індукційного вирощування крупних профільованих монокристалів вольфраму».

Дисертаційна робота присвячена дослідженню теплофізичних і металургійних закономірностей при інтенсифікації технології плазмово-індукційного вирощування крупних профільованих монокристалів вольфраму, установленню впливу основних технологічних параметрів і режимів плазмово-індукційного процесу на їх структуроутворення, а також розробці дослідно-промислової технології з високими показниками продуктивності й економічної ефективності виробництва монокристалів.

Установлено, що в умовах підвищення інтенсифікації процесу при базовому підігріві спостерігається зростання динамічного впливу плазмової дуги на теплове поле монокристала, тому при підвищенні інтенсифікації процесу зниження температурного градієнта безпосередньо в ближній зоні границі фазового переходу рідина-кристал було досягнуто шляхом збільшення температури у верхній області злитка за рахунок потужності тепловкладення від індукційного джерела нагрівання.

Установлено за допомогою математичного моделювання, що при рівні підігріву індукційного

джерела енергії, при якому забезпечується температура площини нарощування 2273, 2773, 3273 К, можливо отримати зростання інтенсифікації процесу в 3, 8 та 18 разів при швидкостях плазмового джерела енергії 60, 160, 360 мм/хв відповідно з забезпеченням характеристик теплового поля, наближених до базового рівня та дозволяє отримати зниження витрат електромагнітної енергії, що становить у порівнянні з базовою технологією 50, 56 і 64 % чи 80, 94 і 104 кВт·год/кг.

Установлено при дослідженні структурної досконалості отриманих великих профільованих монокристалів вольфраму, що з ростом інтенсифікації процесу в межах від 17 до 70 мм/хв відбувається подрібнення субструктури при рівномірному (безградієнтному) розподілі щільності дислокаційної картини і показано, що при отриманих швидкостях злиток є монокристалічним тілом із кристалографічною орієнтацією, відповідною до орієнтації зародкового кристала, із забезпеченням розорієнтації малокутових меж, що не перевищують 2° та лежить в межах допустимих значень для металевих монокристалів.

На базі проведених досліджень розроблена технологія отримання великих монокристалів тугоплавких металів у вигляді пластин при плазмово-індукційному зонному вирощуванні, яка забезпечує високі показники продуктивності та економічної ефективності з забезпеченням монокристалічної структури злитків вольфраму.

Національна академія наук України
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона
Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики
Міжнародна Асоціація «Зварювання»

II МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ та МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

6–10 вересня 2021

Одеса, Аркадія, готель «Аркадія»

Генеральний спонсор
ПрАТ «УкрНДІНК»



Офіційний спонсор
ТОВ «НВФ «Діагностичні
прилади»



ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ
Міжнародна Асоціація «Зварювання»
вул. Казимира Малевича 11, м. Київ, 03150
тел. +38 (044) 200-82-77, (050) 352-73-50
journal@paton.kiev.ua
posypaiko.yurii@gmail.com
<http://pwi-scientists.com/ukr/nktd2021>