

## XV МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ТА ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ» (КОРОЗІЯ-2020)

15-16 жовтня у м. Львові відбулася XV міжнародна конференція «Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів» (КОРОЗІЯ-2020), присвячена 110-річчю від дня народження академіка Г.В. Карпенка. Конференції традиційно проводяться вже понад 20 років (починаючи з 1998 р.). В цьому році вперше проведено у змішаному форматі: поряд з усними прозвучали доповіді online та offline.

Урочисте засідання конференції відкрив директор фізико-механічного Інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, академік З.Т. Назарчук. З привітанням виступив Президент Української асоціації корозіоністів, чл.-кор. НАН України В.І. Похмурський.

У доповіді, присвяченій 110-річчю з дня народження академіка В.Г. Карпенка, В.І. Похмурський відмітив, що започаткований В.Г. Карпенком напрямок наукових досліджень в галузі фізико-хімічної механіки матеріалів, зокрема корозії та корозійно-механічного руйнування металів, понад півсторіччя залишається актуальним. Цей напрямок успішно розвивають його послідовники (М.С. Хома, Г.М. Никифорчин, І.М. Дмитрах, О.Є. Андрейків та інші).

У роботі конференції взяли участь понад 120 науковців та представників промислових підприємств з 9 країн світу (Україна, Китай, Німеччина, Мексика, Польща, Словаччина, Білорусь, Казахстан, Швейцарія). На конференції заслухано 38 усних доповідей (з них 24 – у режимі *online*; 14 – у режимі *offline*); 80 доповідей представлено як стендові та заочні за такими науковими напрямами: фундаментальні аспекти корозії та корозій-

но-механічного руйнування; воднева та газова корозія; нові корозійнотривкі матеріали та покриття; інгібіторний та біоцидний захист; електрохімічний захист; методи досліджень і корозійний контроль; протикорозійний захист обладнання нафтогазової, хімічної та енергетичної промисловостей.

Фахівцями Інституту електрозварювання було представлено 7 доповідей, що транслювалися у *online* режимі. Звичайно, в короткому повідомленні неможливо дати огляд всіх розглянутих питань, тому торкнемося більшою мірою тих, які стосуються напрямків наукових досліджень Інституту електрозварювання.

Корозія металів є однією із найпоширеніших причин передчасного, часто аварійного виходу з ладу металевих конструкцій і спричиняє величезні матеріальні збитки в різних галузях промисловості. Зокрема, низка доповідей була присвячена питанням надійної експлуатації трубопровідного транспорту. Так, вплив сірководню в нафтопродуктах, який може спричинити сірководневе корозійне розтріскування під напруженням труб зі сталі 17Г1СУ, висвітлено у доповіді М. Хоми. Відмічено, що в останні роки зростає кількість відмов промислових трубопроводів. За результатами вивчення дії сірководню та тривалості його контакту зі сталлю на корозійну стійкість трубої сталі 17Mn1Si зроблено висновок, що ця сталь при концентрації сірководню 1500 мг/л має низьку корозійну стійкість, що призводить до зростання ризику руйнування труб.

У доповіді Г. Никифорчина повідомлялося, що під час експлуатації у трубопроводах можуть утворюватися розшарування, як на лінійних ді-



Відкриття конференції КОРОЗІЯ-2020 (зліва направо: Похмурський В.І., Хома М.С., Назарчук З.Т.)



Учасники конференції КОРОЗИЯ-2020

лянках, так і на згинах труб. Підкреслено, що розшарування розташовуються на ділянках з відносно слабшою текстурою, паралельно напрямку прокату, який має анізотропію мікроструктури. Розшарування зазвичай поширюється в оточуючому напрямку, що може викликати руйнування трубопроводу. Наводнювання металу зсередини труби призводить до накопичення молекулярного водню в певних місцях, наприклад, в міжзеренних включеннях і створює високий тиск, що сприяє формуванню та накопиченню мікродфектів у трубі, погіршенню її механічних властивостей, зокрема пластичності та опору крихкому руйнуванню, що, при тривалій експлуатації, може призводити до порушення цілісності протяжних ділянок.

Обговорено вплив гідратуутворення на швидкість та локалізацію корозійних процесів на промислових трубопроводах (сталі 17ГС) у хлоридних середовищах (доповідач д.т.н. Л. Побережний). У доповіді представлено механізм впливу газгидрату на корозію матеріалу трубопроводів та зроблено висновок про те, що газгидрат корозії не викликає, а лише інтенсифікує і локалізує вплив корозивних компонентів. На основі закономірності спільної дії механічних напружень, утворення хлоридів та гідратів на швидкість та локалізацію корозійного процесу, аналізі коефіцієнтів гідратуутворення для загальної та місцевої корозії, які складають відповідно 1,13 та 1,32, підтверджена гіпотеза про інтенсифікацію локальної корозії завдяки утворенню гідратів.

Проаналізовано нормативні документи у сфері захисту від корозії щодо нормованих значень показників захисних потенціалів (доповідач С. Осадчук). Показано, що у стандартах країн СНД значення мінімального захисного поляризаційного потенціалу нормуються в діапазоні від  $-0,85$  В до

$-1,05$  В, у європейських – від  $-0,65$  В до  $-0,95$  В. Натомість у європейських стандартах відсутні вимоги до верхньої границі захисного потенціалу без омичної складової, що обумовлено диференційованим підходом до його вибору з урахуванням корозійної активності оточуючих ґрунтів. Проінформовано про надання чинності зміні № 1 до ДСТУ 4219, в якій встановлено, що для сталевих трубопроводів з рівнем міцності вище 580 МПа, поляризаційні потенціали не повинні перевищувати  $-1,10$  В. При цьому захисний потенціал повинен забезпечувати технічно достатній захисний ефект, при якому швидкість залишкової корозії металу трубопроводу менше  $0,01$  мм/рік.

Доповідалося, що за результатами прискорених корозійних випробувань корозійно-механічна тривкість зварних з'єднань, отриманих високочастотним та дуговим зварюванням, практично не відрізняється (доповідач аспірант С. Прокопчук).

Для прогнозування залежності швидкості корозії сталі від температури у повідомленні д.т.н. Р. Джали запропоновано нову математичну модель, яка описує корозійне розтріскування сталевих труби біля нафтоперекачувальної станції. Модель базується на вдосконаленому співвідношенні типу Кеше для густини анодного струму, новому критерію міцності металу, методі оцінювання граничного стану сталевих трубопроводів, що знаходиться під тиском, та застосуванні оптимізації з використанням нейронної мережі. Для контролю корозійного стану підземних трубопроводів описано обладнання, однією з переваг якого є більша ефективність та інформативність при менших витратах праці.

Продемонстрована ефективність високочастотної механічної проковки (ВМП) для підвищення опору втомному руйнуванню таврових зварних

з'єднань з низьколегованої сталі 15ХСНД, що експлуатуються у помірному та морському кліматі (доповідач к.т.н. С. Соловей). Показано та ґрунтовно доведено, що використання технології ВМП є ефективним методом підвищення втомної довговічності зварних з'єднань на всіх стадіях експлуатації металевих конструкцій, у тому числі, тривало експлуатованих.

Командою мексиканських та українських науковців зроблено повідомлення щодо ефективності використання магнітного поля під час аргонодугового зварювання дуплексної нержавіючої сталі 2205 для підвищення тривкості проти локальної корозії та утворення корозійно-втомних тріщин (доповідач к.т.н. О. Білий).

Дослідження абсорбції водню зразками зі сталі 09Г2С, латуні, мельхіору та міді показало, що мідь в 17 разів менше наводнюється, ніж мельхіор та в 4,5 рази – ніж латунь, а швидкість контактної та щільної корозії сталі з цими металами практично однакова, без ознак локальної корозії. Враховуючи домінуючий вплив наводнювання на зародження тріщин в теплопередавальних трубках в процесі їх тривалої експлуатації, для промисловості рекомендовано виготовляти газоохолоджувачі турбогенератора з мідними теплопередавальними трубками (доповідач д.т.н. О. Нарівський). Для виготовлення газоохолоджувачів та холодильників масла, яке передбачає підвищення їх надійності та довговічності внаслідок зниження небезпеки розгерметизації з'єднань трубна решітка – теплопередавальні трубки, запропоновано нове технічне рішення, яке полягає у наплавленні на трубні решітки шару міді та наступному зварюванні його з мідними теплопередавальними трубками та розвальцьовуванням.

Досліджено складний антикорозійний пігмент на основі кальційвмісного цеоліту з осадженим цинком фосфат на його нанопористій поверхні (доповідач д.т.н. І. Зінь). Встановлено, що це ефективно уповільнює корозію алюмінієвого сплаву в розчині синтетичних кислотних дощів. Пігмент пригнічує підплівкову корозію металу біля дефектів алкідної фарби, що може бути перспективним інгібуючим компонентом фарби покривів для захисту конструкцій з алюмінієвих сплавів в промисловій атмосфері. Побічний продукт синтезу біодизеля – технічний гліцерин у концентрації 2,5 г/л ефективно інгібує корозію алюмінієвого сплаву в 0,1% розчині NaCl, а при підвищенні температури середовища до 353 К його захисний ефект все ще високий. Механізм пригнічення корозії обумовлений адсорбцією через функціональні гліцеринові функціональні групи на поверхні металу і утворює захисну бар'єрну плівку.

Результатами досліджень впливу термооброблення (гартування та штучне старіння) на корозійно-механічну тривкість зварного з'єднання тонколистового алюмінієвого сплаву системи Al-Mg-Si-Cu, отриманого неплавким електродом, показано, що експлуатаційні характеристики виробу в корозивному середовищі будуть визначатися тривкістю проти міжкристалітної корозії (доповідач к.х.н. Л. Ниркова).

Для ремонту корозійних зварних швів трубопроводів, що експлуатуються під водою, розроблено технологію для вологого підводного зварювання із використанням аустенітного наплавленого шару (доповідач д.т.н. С. Максимов). За результатами досліджень таких зварних з'єднань встановлено, що після корозійних випробувань у рухомому потоці та при періодичному зануренні з наступним згинанням на кут 180°, на зварних з'єднаннях з наплавленими феритним та аустенітним шарами пошкоджень у вигляді тріщини вздовж лінії сплавлення зварного шва з наплавленим шаром не утворилося, що підтверджує ефективність такої технології.

Німецькими вченими (доповідач Dr M. Wiegand) висвітлено питання щодо внутрішньої корозії трубопроводів холодного та гарячого водопостачання, опалення, у тому числі, у відносно нових будівлях, які не введені в експлуатацію. Як чинники виходу з ладу таких систем відмічені неоднорідність поверхні труб, що сприяє розвитку локальної корозії, якість води, окислювально-відновлювальний потенціал, рН, розчинений кисень, електропровідність, температура. Слід зазначити, що з аналогічними проблемами до фахівців Інституту звертаються представники різних експлуатуючих організацій, і проблема внутрішньої корозії трубопроводів є також актуальною для України.

Конференція «CORROSION-2020» сприяла конкретизації нових пріоритетних напрямків досліджень у галузі корозії та протикорозійного захисту матеріалів, а також встановленню ділових контактів між науковцями та виробничниками. Додаткова інформація про конференцію та збірка рефератів доповідей за посиланнями:

URL: <http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2020>;

URL: [http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2020/en/Book\\_abstract\\_Corrosion2020.pdf](http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2020/en/Book_abstract_Corrosion2020.pdf).

*Л.І. Ниркова, С.О. Осадчук*

