

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Винара Василя Андрійовича «Наукові основи фрикційної взаємодії металів за дії корозійного та водневого чинників»**, представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю **05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії**

Актуальність теми дисертації.

У нафтопереробній, хімічній, енергетичній, нафтогазовидобувній та інших галузях промисловості застосовують насосне, теплообмінне, спеціальне ємнісне обладнання вузли якого часто піддаються трибокорозії. Цей вид корозійного руйнування надзвичайно небезпечний, оскільки він може сприяти витоку агресивного та токсичного середовища та забрудненню навколишнього середовища, а в деяких надзвичайних випадках навіть техногенним аваріям, які можуть загрожувати здоров'ю та життю людей.

Оцінювання та прогнозування трибокорозійної тривкості фрикційних пар вузлів обладнання ускладнюється багатофакторним впливом багатьох чинників на цей процес. Зокрема, вона характеризується синергетичними ефектами між механічними, хімічними та електрохімічними процесами, які унеможливають визначення втрати маси металу сумуванням механічного зношення та корозії, визначених окремо. При цьому попередні дослідження багатьох дослідників ґрунтуються на розділенні процесів корозії та зношування, а синергетичний вплив цих процесів на втрату маси металів враховують, застосовуючи емпірично встановлені коефіцієнти. Водночас автори досліджень, вивчаючи процеси трибокорозії, не розділяють вплив анодного розчинення свіжеоновленої поверхні та катодних процесів за яких виділяється водень, що адсорбується та дифундує або переміщується разом з дислокаціями в метал. Це може впливати на електрохімічні процеси на поверхні контактуючих пар та на трансформування вторинних структур і їх впливу на механізми трибокорозії.

Таким чином, дисертаційна робота Винара В.А., яка полягає у вирішенні науково-практичної проблеми підвищення надійності та довговічності обладнання шляхом встановлення закономірностей впливу корозійного та водневого чинників на механізми трибокорозії металів із використанням електрохімічних методик, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами темами

Дисертацію виконано у відділі фізико-хімічних методів зміцнення матеріалів Фізико-механічного інституту ім. Г.В Карпенка НАН України, згідно з плановими науково-дослідними роботами, зокрема «Дослідження впливу водню на контактну взаємодію та руйнування металевих поверхонь у процесі тертя», № 0110U000430 ; «Встановлення закономірностей впливу водню на структурно-фазовий стан, властивості та трибологічну поведінку поверхонь металевих трибопар», № 0113U003420; «Встановлення закономірностей трансформації поверхневих шарів корозійнотривких сталей та композиційних матеріалів на нікелевій основі від фрикційного контакту в корозивних середовищах», № 0116U004949; «Дослідження трибокорозійної поведінки розроблених інститутом надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України матеріалів для деталей пар тертя герметичних насосів і оптимізація їх структури для підвищення корозійної тривкості», № 0113U004216; «Вивчення механізму корозії активованих механічними напруженнями легких сплавів із поверхнево модифікованими шарами та покриттями», № 0105U004303; «Дослідження механізму трибокорозії легких сплавів із захисними покриттями», № 0108U004273; «Розробка композиційних мастильних матеріалів для захисту від трибокорозії вузлів тертя, що працюють в екстремальних умовах», № 0113U004224; «Дослідження впливу електрохімічних характеристик та розміру локальних електродних ділянок на корозійне руйнування поверхні гетерогенних сплавів», № 0114U004008; «Підвищення надійності та подовження ресурсу обладнання нафтогазовидобувної, переробної та комунальної галузей за рахунок збільшення його опірності корозійно-механічному руйнуванню», №

00116U006340; «Розроблення комбінованих метало-оксидних покриттів на основі алюмінію з підвищеною зносо- та корозійною тривкістю», № 0117U000527; «Оцінювання впливу процесів корозії та новоднювання на опір корозійно-механічному руйнуванню конструкційних сталей у різних середовищах з різною концентрацією сірководню», № 0118U000463.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації та їх достовірність

Обґрунтованість та достовірність наукових положень дисертаційної роботи Винара В. А. ґрунтується на великому обсязі експериментального матеріалу, отриманого на сучасному обладнанні та ексклюзивному устаткуванні, застосовуючи загальновідомі та нестандартні методики, і багатосторонньому аналізі літературних даних за темою дослідження, які описують сучасні уявлення про трибокорозію металів, а також позитивними результатами промислової апробації ефективності плазмового наплавлення поверхонь запірної арматури, що працює у сірководневих та амонійних середовищах, та рекомендованих додатків наночасток срібла, фосфатів цинку та магнію до мастильних матеріалів, що працюють у вузлах бурових долот.

Це підтверджується також сучасними підходами для досягнення поставленої мети та використанням обґрунтованих методів для вирішення поставлених завдань: металографії, оптичної та електронної мікроскопії із локальним рентгеноспектральним мікроаналізом картин дифракції обернених електронів, локального мас-спектрального аналізу, склерометрії тощо.

Корозійні та трибокорозійні дослідження охоплювали корозійно-електрохімічні та корозійно-втомні випробування з визначенням впливу водневого чинника на процеси тертя та зношування, що дало можливість встановити механізми фрикційної взаємодії контактних поверхонь за дії корозійного та водневого чинників.

Одержані у дисертації результати узгоджуються з відомими літературними даними та теоретичними основами корозії, матеріалознавства, трибокорозії та обговорені на міжнародних конференціях.

Наукова новизна отриманих у роботі результатів

Розвинуто теорію трибокорозії трибосистем, зокрема встановлено, що під час трибокорозійних процесів знижується коефіцієнт тертя за інтенсифікації зношування внаслідок зміни властивостей поверхні під дією водню і корозивного середовища та утворювання вторинних структур у локальних об'ємах металу в зоні тертя.

Вперше встановлено, що за поляризації сплаву Д16Т в межах потенціалів корозії і свіжооновленої поверхні гальмується корозія та корозійно-механічне зношування, але зсування потенціалу у від'ємний бік сприяє інтенсифікації трибокорозійних процесів внаслідок приповерхнового підлучення середовища водневою деполяризацією. Водночас встановлений емпіричний зв'язок між втратою маси цього сплаву та струмом поляризації за потенціалу корозії під час корозійно-механічного зношування покладено в основу методу оцінювання ступеня пошкодження металів, що пасивуються при трибокорозії.

Вперше виявлено, що за абсорбції-десорбції водню у поверхневих шарах армко-заліза відбувається кристалографічна переорієнтація субзерен, а також змінюється розподіл максимальних внутрішніх напружень. Разом з тим, ідентифіковано, що механізми трибокорозії технічно чистих металів (алюміній, мідь, залізо, нікель, ніобій, цирконій, титан) за водневої деполяризації визначають властивості вторинних структур, які формуються під час фрикційної взаємодії за впливу водню, що збагатило теорію класичної трибокорозії.

Розвинуто уявлення про механізми впливу інгібіторів корозії на трибокорозійні процеси. Зокрема виявлено, що хромати пришвидшують трибокорозію сплаву Д16Т внаслідок формування крихких вторинних структур. Проте фосфати цинку підвищують тривкість сплаву до корозійно-механічного зношування внаслідок формування зносотривких вторинних структур, що утворюються під дією механічного та електрохімічного чинників.

Доведено, що наводнювання та тертя пришвидшують дифузійні процеси в аморфній нікель фосфатній структурі покриття, що сприяє формуванню у

поверхневих шарах зміцнювальної фази Ni_3P , яка підвищує його зносотривкість. Разом з тим, наводнювання зразків сприяє росту твердості термооброблених нікелевих електрохімічних композиційних покриттів системи Ni – В, що під впливом водню знижує когезію між структурними складовими покриття, погіршуючи трибокорозійну тривкість гальванічно покритих матеріалів.

Практична цінність отриманих результатів.

Розроблено та науково-обґрунтовано технологію плазмового наплавлення порошками на основі Fe – Ni поверхонь елементів запірної арматури, яка працює у сірководневих та амонійних середовищах, що дало можливість відновлювати та підвищувати працездатність цієї продукції. Результати досліджень впроваджено на ПАТ «Конотопський арматурний завод».

Розроблено мастильні матеріали, які підвищують опір зношуванню трибоспрями у вузлах бурових доліт внаслідок взаємодії доданих наночасток срібла та фосфатів цинку та магнію. Отримані мастильні матеріали пройшли випробування на ТОВ «Універсальна бурова техніка».

Розроблено та впроваджено метод зміцнення твердого сплаву системи WC – Ni карбідами хрому Cr_3C_2 , який підвищує його тривкість до корозії та опір трибокорозії в агресивних корозивних середовищах різної кислотності. Виготовлені за розробленою методикою деталі працюють в умовах корозійно-механічного зношування на державному науково-виробничому підприємстві «Алкон-твердосплав».

Розроблено спосіб визначення інтенсивності зношування схильних до пасивації матеріалів за струмами поляризації в умовах трибокорозії (патент України № 111429).

Впровадження результатів, одержаних при виконанні дисертаційної роботи, підтверджується відповідними документами, які представлені у 8 додатках.

Повнота викладення роботи у наукових працях

Основний зміст дисертації Винара В.А. викладено в 64 наукових працях, в тому числі із них 38 статей у наукових фахових виданнях України та за кордоном, з яких 14 - у наукових періодичних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних, два патенти України на корисну модель та 23 публікації у матеріалах міжнародних конференцій та симпозіумів. Опубліковані роботи у повному обсязі відображають зміст дисертації.

Мова та стиль дисертації

Дисертація написана державною мовою, граматично, ілюстрована великою кількістю графіків, діаграм та рисунків, викладених у логічній послідовності, взаємопов'язаних розділів. Тому робота легко сприймається та цілком розкриває поставлену мету. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.17.14 - Хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Недоліки та зауваження до дисертації:

1. У "Abstract" стор. 9 дисертації написано "... of the 08X18H10T alloy..." Це не правильне позначення сталі англійською мовою. Отже, потрібно записати «... of the 08Kh18N10T steel...», стор. 11 записано «their floodind» (їх наводнювання). Правильно буде «their hydrogenation».

2. На стор. 53 дисертації записано «... нержавіючих сталей AISI316L і AISI 304...». Правильно – «...корозійнотривних сталей AISI 316 L AISI 304...», оскільки термін «нержавіючі сталі» – історичний. Його застосовували для ідентифікації сталей феритного класу, легованих хромом у кількості більше 12,5 мас%.

3. На стор. 66 записано «Порівняльне дослідження впливу методів зварювання проведено в працях [251,249,259], де зазначено, що наплавлення проведено плазмпорошковим методом». Зварювання та наплавлення- різні процеси.

4. У методиці отримання композиційних твердих матеріалів системи WC-Ni, наведеній на стор. 79-81, не вказано про контроль зразків після кінцевого спікання на суцільність неруйнівними методами на можливу

наявність внутрішніх дефектів (мікропор, мікронесуцільностей), які можуть впливати на результати трибокорозійних випробувань та на висновки. Водночас тут не вказано тривалість спікання, яка разом з температурою є основною характеристикою цього процесу.

5. У методиці плазмпорошкового наплавлення стор. 84 не вказано метод механічної обробки зразків перед їх наплавленням та їх шорсткість. Це важлива характеристика, яка впливає на міцність перехідної зони між основним і наплавленим металом, що може позначитися на результатах трибокорозійних випробувань.

6. На стор. 85 дисертації наведено режими плазмпорошкового наплавлення, але не вказане перекриття між наплавленими валиками, але це важлива характеристика, яка визначає макроструктуру наплавленого металу. Тому доцільно було б привести рисунок макроструктури наплавленого металу.

7. У таблиці 2,3 дисертації «Хімічний склад порошоків, які використовують у дослідженнях» під № 1 і 2 вказані марки, промислово вироблених порошоків, а №3 - дослідний. Отже, необхідно було б вказати дисперсність дослідного порошка. Це впливає на режими плазмпорошкового наплавлення.

8. У методиці отримання композиційних твердих матеріалів системи WC-Ni п. 2.2 дисертації згадується, що твердосплавні суміші змішували на 5% розчині синтетичного каучуку у бензині згідно з технологічною інструкцією [288, 289]. Доцільно було б обґрунтувати вибір синтетичного каучуку і бензину для підготовки суміші під спікання, оскільки бензин пожежонебезпечна речовина і застосування її у промисловому виробництві потребує додаткових витрат. Тому, насамперед, чому не використовували замість каучуку і бензину, як приклад, стеаринову або ортофосфорну кислоту.

9. В дисертації є деякі неузгоджені причинно-наслідкові твердження, зокрема на стор. 55 написано «Накопичення пошкоджень зростає із кількістю циклів і дає більші втрати металу порівняно з катодними умовами». До того ж більша кількість пошкоджень не дає, а може сприяти росту витрат металу.

10. В дисертації зустрічаються деякі помилки та неточності, зокрема кальки слів з російської мови (стор. 53 «в залежності» замість «залежно», стор. 54 «в той же час» замість «водночас», стор. 63 "значний вплив режимів нанесення, а саме тиск." замість "значний вплив режимів нанесення, зокрема тиск").

Перелічені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки та значення дисертаційної роботи і рівня достовірності основних її результатів.

Висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.

Дисертаційна робота Винара Василя Андрійовича " Наукові основи фрикційної взаємодії металів за дії корозійного та водневого чинників" є завершеною науковою роботою, яка виконана належним чином на високому рівні, а отримані нові наукові результати вирішують актуальну наукову і практичну проблему підвищення якості та надійності машин і механізмів внаслідок збільшення довговічності вузлів тертя та забезпечення стабільності функціонування трибосистеми.

Автореферат повністю відображає основні положення дисертації. За актуальністю, новизною отриманих результатів їх достовірністю та практичною значимістю робота відповідає вимогам пп. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженому постановою Кабінету міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 зі змінами, затвердженими постановою Кабінету міністрів України від 19 серпня 2015 року № 656, а її автор Винар В.А. заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.14 – хімічний опір матеріалів та захист від корозії.

Офіційний опонент

доктор технічних наук,

технічний директор

ТОВ «Укрспецмаш», м. Бердянськ

О.Е. Нарівський

Підпис підтверджую

Директор ТОВ «Укрспецмаш»

С.В. Гершиков

