

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0425U000150

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 14-05-2025

Статус: Підтверджена МОН

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: наказ МОН № 1329 від 7.10.2035



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Янцевич Кароліна Віталіївна

2. Carolina Iantsevitch

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3975-7727

Вид дисертації: кандидат наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.17.14

Назва наукової спеціальності: Хімічний опір матеріалів та захист від корозії

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 04-06-2025

Спеціальність за освітою: Технічна електрохімія

Місце роботи здобувача: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії науки України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

Місцезнаходження: вул. Казимира Малевича, буд. 11, Київ, 03150, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 26.002.24

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.33, 81.33.33.13, 81.33.05

Тема дисертації:

1. Протикорозійний захист вуглецевих сталей дифузійними покриттями на основі хрому та силіцію
2. Anti-corrosion protection of carbon steels by diffusion coatings based on chromium and silicon

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена захисту металів від корозії, підвищенню надійності та довговічності сталевих обладнання шляхом нанесення дифузійних хромосиліцидних покриттів газовим методом в атмосфері хлору. В роботі наведено результати теоретичних розрахунків рівноважного складу багатокомпонентних систем за участю хрому, силіцію, вуглецю, заліза, кисню, хлору, що дало можливість визначити ймовірний склад газової та конденсованої фаз, оптимальні параметри процесу насичення сталей хромом та силіцієм. Визначено найбільш термодинамічно імовірні хімічні реакції, що мають місце при комплексному насиченні сталей силіцієм та хромом. На основі отриманих даних запропоновано і експериментально підтверджено раціональний склад вихідних реагентів, температурні інтервали проведення дифузійного насичення сталей хромом та силіцієм. Встановлено склад, структуру, мікротвердість, мікропоруватість покриттів. Встановлено, що отримані хромосиліцидні покриття володіють

високою жаростійкістю в атмосферному повітрі до 1000 °С. Процес окиснення хромосиліцидованих сталей 20, 45, У10А в інтервалі температур 800 – 1000 °С підпорядковується параболічному закону, що свідчить про дифузійний механізм корозії. Показано, що жаростійкість хромосиліцидних покриттів на сталях підвищується в ряду: сталь У10А > сталь 20 > сталь 45, що пов'язано з різною структурою та складом отриманих покриттів. Виявлено, що після окиснення в дифузійному шарі покриття на сталях 20, 40, 45 утворюється оксид хрому Cr₂O₃ та оксид силіцію SiO₂, який виконує роль бар'єрного шару. Встановлено, що отримані покриття підвищують корозійну стійкість вуглецевих сталей у багатьох водних середовищах. Корозійна стійкість хромосиліцидованих сталей і захисна дія покриттів залежить від природи розчинів, виду деполяризації корозійного процесу, часу корозійних випробувань. Вони виявляють невисоку захисну дію в умовах корозії з водневою деполяризацією (концентровані розчини сульфатної та хлоридної кислот, Z=52,3-76,1%), більш високу при корозії з кисневою (технічна вода, Z= 74,8%; 3% NaCl, Z=82,4%) та змішаною киснево-водневою (оцтова кислота, Z=84,8%) деполяризацією, найбільшу - в концентрованих розчинах нітратної кислоти Z= 99,86%). Селективність захисної дії покриттів обумовлена їхнім різним впливом на парціальні реакції корозійних процесів та різною хімічною стійкістю їхніх захисних плівок у різних розчинах. Нанесення покриттів призводить до прискорення реакції виділення водню, гальмування відновлення кисню, зниження швидкості анодного розчинення сталей в активному та пасивному стані. Запропоновано способи підвищення корозійної стійкості (Z=99,82%) вуглецевих сталей з хромосиліцидними покриттями в розчинах кислот за рахунок окиснення їхніх поверхневих шарів в атмосферному повітрі або введення у розчини кислот добавки-окисника (молібдату натрію). Вольтамперметричними дослідженнями показано, що в розчинах кислоти окисненні покриття характеризуються стійким пасивним станом у широкому інтервалі потенціалів. Триботехнічними дослідженнями встановлено, що хромосиліцидування підвищує зносостійкість сталі 45 в умовах абразивного зношування (13,0 разів) та в умовах тертя без змащувального матеріалу (7,0 разів). Наведені рекомендації щодо практичного використання хромосиліцидних покриттів.

2. The dissertation is devoted to the protection of metals from corrosion, increasing the reliability and durability of steel equipment by applying diffusion chromium silicide coatings by the gas method in a chlorine atmosphere. The paper presents the results of theoretical calculations of the equilibrium composition of multicomponent systems involving chromium, silicon, carbon, iron, oxygen, chlorine, which made it possible to determine the possible composition of the gas and condensed phases, the optimal parameters of the process of saturation of steels with chromium and silicon. The most thermodynamically probable chemical reactions that occur during the complex saturation of steels with silicon and chromium have been determined. Based on the data obtained, the optimal composition of the starting reagents and the temperature intervals for diffusion saturation of steels with chromium and silicon have been proposed and experimentally confirmed. The composition, structure, microhardness, and microporosity of the coatings were determined. It was established that the obtained chromium silicide coatings have high heat resistance in atmospheric air up to 1000 °C. The oxidation process of chromium silicide steels 20, 45, U10A in the temperature range of 800 - 1000 °C obeys a parabolic law, which indicates a diffusion mechanism of corrosion. It was shown that the heat resistance of chromium silicide coatings on steels increases in the following order: steel U10A > steel 20 > steel 45, which is associated with the different structure and composition of the obtained coatings. It was found that after oxidation on the surface of the chromium silicide coating on steel 20, 40, 45, chromium oxides Cr₂O₃ and silicon oxide SiO₂ are formed, which acts as a barrier layer. It was established that the obtained chromium silicide coatings increase the corrosion resistance of carbon steels in many aggressive aqueous environments. It was shown that the protective effect of the coatings significantly depends on the nature of the solutions and the type of depolarization of the corrosion process. They exhibit a low protective effect in conditions of corrosion with hydrogen depolarization (concentrated solutions of sulfuric and hydrochloric acids, Z=52.3-76.1%), higher in corrosion with oxygen (industrial water, Z= 74.8%; 3% NaCl, Z=82.4%) and mixed oxygen-hydrogen (acetic acid, Z=84.8%) depolarization, the highest - in concentrated solutions of nitric acid (Z= 99.86%). It has been established that the selectivity of the protective action of coatings in different solutions is due to their different effects on partial reactions of corrosion processes and the different chemical resistance of their protective layers in these solutions. The coatings

accelerate the hydrogen evolution reaction, inhibit oxygen reduction, reduce the rate of anodic dissolution of steels in the active and passive state. The methods are proposed for increasing the corrosion resistance of carbon steels with chromium silicide coatings in aqueous aggressive environments by oxidizing their surface layers in the air atmosphere or introducing an oxidizing additive (sodium molybdate) into acid solutions. Corrosion-electrochemical methods revealed that oxidation of surface layers of chromium-silicide coatings provides effective corrosion protection of steel in solutions of sulfuric and hydrochloric acids ($Z=99.92-99.98\%$). Voltammetric studies have shown that in acid solutions, oxidized coatings are characterized by a stable passive state, which indicates their high protective properties in a wide range of potentials. Tribotechnical studies established that chromium-silicide increases the wear resistance of steel 45 under conditions of abrasive wear (13.0 times) and under conditions of friction without lubricant (7.0 times). The recommendations are given for the practical use of chromium-silicide coatings.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0100U000634

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

1. Лоскутов, В.Ф., Погребова, І.С., Бобіна, М.М., Янцевич, К.В., Добровольський, В.Д., Карпец, М.В. (2007). Вибір раціонального складу вихідних реагентів та режимів ведення процесу при хромосиліціюванні вуглецевих сталей. *Фізика і хімія твердого тіла*, 8(3), 618-621.
2. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2011). Жаростійкість дифузійних хромосиліцидних покриттів, нанесених на вуглецеві сталі. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*, 2, 152-155.
3. Янцевич, К.В. (2021). Жаростійкість дифузійних покриттів на основі хрому та кремнію нанесених на вуглецеві сталі, *Технічні науки та технології*, 3(25), 61-67.
4. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2021). Вплив високотемпературного окислення на корозійну стійкість хромосиліційованої сталі 45. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*, 6 (131), 92-97.
5. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2022). Структура та зносостійкість дифузійних покриттів за участю хрому та кремнію. *Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, 4(33(72)), 6-11
6. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2023). Корозійна стійкість хромосиліцидних покриттів на сталі 45 у різних агресивних середовищах. *Вісник Херсонського національного технічного університету*, 2, 71-75.
7. Pogrebova, I.S., Iantsevitch, C.V. (2023). Corrosion resistance of diffusion coatings involving chromium and silicon on 45 steel. *Slovak international scientific journal*, 74, 14-17.
8. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2024). Фізико-хімічні умови процесу дифузійного хромосиліціювання вуглецевих криць в середовищі хлору. *Металофізика та новітні технології*, 46 (2), 189-198.
9. Бобіна, М.М., Янцевич, К.В., Погребова, І.С., Лоскутов, В.Ф., Лоскутова, Т.В. (2002). Спосіб нанесення дифузійних покриттів: деклараційний патент України на винахід 50165А. МПК С23С12/00. власник НТУУ «КПІ»; заявл. 01.11.2001; опубл. 15.10.2002, 10.
10. Лоскутов, В.Ф., Чернега, С.М., Янцевич, К.В., Погребова, І.С. (2003). Спосіб нанесення силіцидних покриттів на поверхню сталей: деклараційний патент України на винахід 62739А. МПК С23С12/00. власник НТУУ «КПІ»; заявл. 14.05.2003; публ. 15.12.2003, 12.
11. Pogrebova, I.S., Iantsevitch, C.V., Loskutova, T.V. (2001). The effect of silicided coatings alloyed by chromium on corrosion and electrochemical behavior carbon steels in solutions of acids. *У: Electrochem – 2001*, 16 -19 September, Loughborough, Great Britan, Loughborough. p. 63.
12. Loskutov, V.F., Pogrebova, I.S., Iantsevitch, C.V., Loskutova, T.V., Marinich, M.A. (2002). Corrosion and electrochemical properties alloyed by chromium silicided and carbide coatings. *У: Electrochemistry in*

Molecular and Microscopic dimension, Dusseldorf, Germany, Dusseldorf. 2002. p. 165.

- 13. Iantsevitch, C.V. (2003). Corrosion stability alloyed by chromium silicide protective coatings. У: EUROCORR -2003, 28 September-3 October 2003, Budapest, Hungary, Budapest. p. 303.
- 14. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2005). Корозійна та електрохімічна поведінка хромосиліцидних покриттів у розчинах кислот. У: Проблеми корозійно – механічного руйнування, інженерія поверхні, діагностичні системи» 21-23 вересня 2005, Львів, Україна, Львів. с. 62 – 65.
- 15. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2009). Коррозионная стойкость хромосилицидных диффузионных покрытий на углеродистых сталях и ее повышение ингибиторами. У: Молодіжному електрохімічному форумі, 22-25 вересня 2009, Харків, Україна, Харків. с.71.
- 16. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2009). Влияние хромосилицидных диффузионных покрытий на коррозионно – электрохимическое поведение углеродистых сталей в растворах азотной кислоты. У: II Міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 22-24 квітня 2009, Київ, Україна, Київ. с.115 .
- 17. Погребова, І. С., Янцевич, К.В., Лоскутова, Т. В. (2018). Комплексное насыщение стали 45 кремнием и хромом в среде хлора. У: Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 8, 6-7 грудня 2018, Київ, Україна, Київ. с.190-192.
- 18. Погребова, І. С., Янцевич, К.В. (2020). Кислотостійкість хромосиліцидних покриттів у розчинах кислот. У: Матеріали для роботи в екстремальних умовах – 10, 10-11 грудня 2020, Київ, Україна, Київ. с.157-158.
- 19. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2021). Структура та властивості хромосиліцидних покриттів на вуглецевих сталях. У: Фізика і хімія твердого тіла. Стан, досягнення і перспективи, 16-17 жовтня 2020, Луцьк, Україна, Луцьк. с.25-26.
- 20. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2021). Вплив хромосиліцидних покриттів на кислотну корозію вуглецевої сталі 20. У: Львівські хімічні читання – 2021, 31 травня – 2 червня 2021, Львів, Україна. Львів, с. М7.
- 21. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2021). Вплив окислення на корозійну поведінку хромосиліцидних покриттів. У: Електрохімія сьогодення: здобутки, проблеми та перспективи, Київ, Україна, Київ. «Гордон», с. 123.
- 22. Янцевич, К.В. (2021). Зносостійкість та корозійна стійкість комплексних хромосиліцидних дифузійних покриттів на сталі 45. У: Сучасні технології у промисловому виробництві, 20-23 квітня 2021, Суми, Україна. Суми, с. 89-90.
- 23. Pogrebova, I., Iantsevitch, C. (2022). Corrosion resistance of diffusion chromosilicide coatings obtained on steel 45. У: Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials“ (Corrosion-2022), 15-17 November 2022, Lviv, Ukraine, Lviv. p.38.
- 24. Погребова, І.С., Янцевич, К.В. (2023). Вплив неорганічних речовин на корозійну стійкість хромосиліцидних покриттів. У: Актуальні задачі хімії: дослідження та перспектив., 19 квітня 2023, Житомир, Україна, Житомир. с. 76.
- 25. Янцевич, К.В. (2023). Електрохімічні характеристики дифузійних хромосиліцидних покриттів за різної природи агресивного середовища. У: ІЗНХ -2023. 30 травня 2023, Київ, Україна, Київ. с.53.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: економія матеріалів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0100U000634

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Погребова Інна Сергіївна
2. Inna Pogrebova

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4247-3968

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Татарченко Галина Олегівна
2. Halyna Tatarchenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4685-0337

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Код за ЄДРПОУ: 02070714

Місцезнаходження: вул. Іоанна Павла II, буд. 17, Київ, 01042, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Клименко Анатолій Володимирович
2. Anatoliy Klymenko

Кваліфікація: к. т. н., с.д., 05.17.14

