

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0823U101961

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-12-2023

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України від 22.02.2024 № 20



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лісовий Павло Едуардович

2. Pavlo E. Lisovyi

Кваліфікація: 132

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 132

Назва наукової спеціальності: Матеріалознавство

Галузь / галузі знань: механічна інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 132 Матеріалознавство

Дата захисту: 07-02-2024

Спеціальність за освітою: зварювальні установки

Місце роботи здобувача: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): 3343

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 81.35.13

Тема дисертації:

1. Стійкість низьколегованих трубних сталей ферито-перлітного класу та їх зварних з'єднань у нейтральному ґрунтовому середовищі за катодної поляризації
2. The durability of low-alloy ferrite-pearlite class pipe steels and their welded joints in a neutral soil environment under cathodic polarization

Реферат:

1. В дисертаційній роботі виконано актуальне науково-практичне завдання – визначено стійкість сталей ферито-перлітного класу, з яких побудовані магістральні газопроводи України, 09Г2С, 17Г1С, 10Г2ФБ та зварних з'єднань, проти корозійного розтріскування у ґрунтовому середовищі з рН, наближеним до нейтрального (модельному ґрунтовому електроліті NS4), за катодної поляризації в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів від $-0,750$ до $-1,050$ В. Газотранспортна система України включає мережу магістральних газопроводів довжиною приблизно 40 тисяч км, в основному підземного прокладання. Для захисту від ґрунтової корозії застосовують комплексний протикорозійний захист (захисними полімерними покриттями та електрохімічний – наведенням катодної поляризації). Це дає змогу знизити швидкість корозії сталі до технічно допустимого рівня (менше 0,01 мм/рік). В основоположному документі щодо захисту магістральних трубопроводів від корозії ДСТУ 4219 встановлено діапазон захисних потенціалів від $-0,850$ В

до -1,150 В (відносно мідносульфатного електроду порівняння, що відповідає потенціалам від -0,750 до -1,050 В відносно хлоридсрібного електроду). Але досвід експлуатації показує, що навіть при підтримуванні потенціалу в цьому діапазоні не виключена імовірність розвитку різних видів корозії, найнебезпечнішим з яких є корозійне розтріскування. Імовірно, що й рівень потенціалу катодного захисту також по-різному впливатиме на розвиток цього явища. Проблема корозійного розтріскування гостро стоїть в світі з 60-х років минулого сторіччя, і наслідки техногенних аварій на газопроводах, спричинені корозійним розтріскуванням, торкаються безпеки людей та екології на значних територіях. Частка аварій, спричинена корозійним розтріскуванням досягає 40%. Враховуючи небезпеку та масштабність корозійного розтріскування, важливість детальнішого вивчення корозійного розтріскування магістральних газопроводів зі сталей ферито-перлітного класу в умовах катодного захисту є актуальною. Мета роботи – визначити стійкість сталей ферито-перлітного класу, з яких побудовані магістральні газопроводи України, 09Г2С, 17Г1С, 10Г2ФБ та зварних з'єднань, проти корозійного розтріскування у ґрунтовому середовищі з рН, наближеним до нейтрального (модельному ґрунтовому електроліті NS4), за катодної поляризації в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів від -0,750 до -1,050 В відносно хлоридсрібного електроду порівняння.

Наукова новизна одержаних результатів. 1. Розширено уявлення про стійкість сталей ферито-перлітного класу 09Г2С, 17Г1С та 10Г2ФБ проти корозійного розтріскування у ґрунтовому середовищі, з рН, наближеним до нейтрального (модельному ґрунтовому електроліті NS4), за катодної поляризації, яке полягає у тому, що залежно від рівня катодної поляризації в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів від -0,750 до -1,05 В корозійне розтріскування відбувається за механізмами локального анодного розчинення, водневого розтріскування або змішаним, а діапазони потенціалів дії зазначених механізмів відрізняються для сталей різного хімічного складу. 2. Вперше встановлені границі діапазонів потенціалів, за яких відбувається зміна механізму корозійного розтріскування сталей ферито-перлітного класу модельному ґрунтовому електроліті NS4 в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів. Для сталей 09Г2С, 17Г1С та 10Г2ФБ змішаний механізм реалізується в діапазонах: від -0,850 В до -1,000 В, від -0,800 В до -0,980 В, від -0,750 до -1,050 В, відповідно. За потенціалів позитивніших нижньої границі діє механізм локального анодного розчинення, від'ємніше верхньої границі – водневого розтріскування. 3. Вперше встановлено, що зварні з'єднання зі сталі 10Г2ФБ не схильні до корозійного розтріскування за водневим механізмом в нормованому ДСТУ 4219 діапазоні захисних потенціалів від -0,750 до -1,05 В у модельному ґрунтовому електроліті NS4. Руйнування зварного з'єднання відбувається по основному металу, що доведено металографічними дослідженнями та узгоджується з випадками корозійного розтріскування на магістральних газопроводах. 4. Вперше встановлена правомірність застосування коефіцієнту схильності до корозійного розтріскування KS, введеного для основного металу, для порівняльного оцінювання стійкості бездефектних зварних з'єднань.

2. The actual scientific and practical problem is performed in the dissertation work - the resistance of ferrite-pearlite class steels, which are used in the main gas pipelines of Ukraine, 09G2S, 17G1S, 10G2FB, and welded joints, against stress-corrosion cracking in a near-neutral pH soil environment (model soil electrolyte NS4) under cathodic polarization in the standardized DSTU 4219 range of protective potentials from -0.750 to -1.050 V was determined. The gas transportation system of Ukraine includes a network of main gas pipelines approximately 40.000 km long, mostly underground. To protect them from soil corrosion, complex anti-corrosion protection is used (protective polymer coatings and electrochemical protection - applying the cathodic polarization). This makes it possible to reduce the corrosion rate of steel to a technically acceptable level (less than 0,01 mm/year). In the fundamental document on the protection of main pipelines from corrosion, DSTU 4219, the range of protective potentials from -0,850 V to -1,150 V (relative to the copper sulfate reference electrode, which corresponds to potentials from -0,750 to -1,050 V relative to the silver chloride electrode) is established. But operational experience shows that even when the potential is maintained in this range, the possibility of the development of various types of corrosion is not excluded, the most dangerous of which is stress-corrosion cracking. It is likely that the level of cathodic protection potential will also have a different effect on the development of this phenomenon. The problem of stress-corrosion cracking has been acute in the world since the 60s of the last century, and the consequences of man-made accidents on gas pipelines caused by stress-corrosion cracking affect

the safety of people and the environment in large areas. The part of accidents caused by stress-corrosion cracking reaches 40 %. Considering the danger and scale of stress-corrosion cracking, the importance of a more detailed study of the stress-corrosion cracking of main gas pipelines made of ferrite-pearlite-class steels under cathodic protection conditions is relevant. The purpose of the work is to determine the resistance of the ferrite-pearlite classes of steels, which are used in the main gas pipelines of Ukraine, 09G2S, 17G1S, 10G2FB, and welded joints, against corrosion cracking in a soil environment with a pH close to neutral (model soil electrolyte NS4), under cathodic polarization conditions in the normalized DSTU 4219 range of protective potentials from 0,750 to -1,050 V relative to the silver chloride reference electrode. Scientific novelty of the obtained results. 1. The concept of the resistance of ferrite-pearlitic steels of the 09G2S, 17G1S, and 10G2FB classes against stress-corrosion cracking in a near-neutral pH soil environment (model soil electrolyte NS4) under cathodic polarization has been expanded, which consists in the fact that depending on the level of cathodic polarization in the normalized DSTU 4219 range of protective potentials from -0,750 to -1,05 V, stress-corrosion cracking occurs by the mechanisms of local anodic dissolution, hydrogen cracking, or mixed, and the potentials ranges of these mechanisms differ for steels of different chemical composition. 2. For the first time, the limits of the potential ranges at which the stress-corrosion cracking mechanism of ferrite-pearlite class steels in the model soil electrolyte NS4 in the normalized DSTU 4219 range of protective potentials changes. For steels 09G2S, 17G1S and 10G2FB, the mixed mechanism is implemented in the ranges: from -0,850 V to -1,000 V, from -0,800 V to -0,980 V, from -0,750 to -1,050 V, respectively. At potentials more positive than the lower limit of that ranges, the mechanism of local anodic dissolution operates, and at potentials more negative than the upper limit of that ranges – hydrogen cracking occurs. 3. It was established for the first time that welded joints of 10G2FB steel are not susceptible to stress-corrosion cracking by the hydrogen mechanism in the range of protective potentials from -0,750 to -1,05 V normalized by DSTU 4219 in the NS4 solution. The breaking of the welded joint occurs on the base metal, which is proven by metallographic studies and is consistent with cases of stress-corrosion cracking on main gas pipelines. 4. For the first time, the legality of using the coefficient of susceptibility to stress-corrosion cracking K_S , introduced for the base metal, for the comparative assessment of the stability of defect-free welded joints has been established.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0116U004248; 0118U100537

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Ныркова Л. И., Прокопчук С. Н., Лисовой П. Э. Стресс-коррозионное растрескивание магистральных газопроводов: причины возникновения и факторы. Перспективні матеріали та процеси в прикладній електрохімії: Монографія: Барсуков В. З., Борисенко Ю. В., Хоменко В. Г., Лінючева О. В.; за заг. ред. В. З. Барсукова. Київ: КНУТД, 2018. С. 156–162
- Nyrkova L., Melnichuk S., Osadchuk S., Prokopchuk S., Lisovyi P. Investigating of the Mechanism of Stress Corrosion Cracking of Controllable Rolling Pipe Steel X70 In Near-Neutral Environment. Materials Today: Proceedings. 2022. V. 50. Part 4. P. 470–476
- Ниркова Л., Лисовий П., Гончаренко Л., Осадчук С., Костін В. Чутливість маловуглецевої сталі 09Г2С до корозійного розтріскування в умовах катодного захисту у середовищі, приблизному до нейтрального.

Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2020. Спеціальний випуск № 13. С. 547-551

- L. I. Nyrkova, P. E. Lisovy, L. V. Goncharenko, S. O. Osadchuk, V. A. Kostin, A. V. Klymenko. Regularities of Stress-Corrosion Cracking of Pipe Steel 09G2S at Cathodic Polarization in a Model Soil Environment. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2021. V. 22. No. 4. P. 828-836
- Ниркова Л. І., Осадчук С. О., Лісовий П. Е., Прокопчук С. М. Методичний підхід до дослідження механізму корозійного розтріскування трубної сталі при катодному захисті методом вольтамперометрії. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2021. № 2(51) с. 7-15
- Ниркова Л. І., Лісовий П. Е., Гончаренко Л. В., Осадчук С. О., Клименко А. В., Борисенко Ю. В., Браточкин О. В. Закономірності корозійного розтріскування трубної сталі 10Г2ФБ у модельному ґрунтовому середовищі за катодної поляризації. *Технології та інжиніринг. Мехатронні системи. Енергоефективність та ресурсозбереження*, № 2, 2021 с.29-39
- Nyrkova L., Goncharenko L., Lisovyi P., Osadchuk S., Klymenko A., Kostin V. Stress-corrosion cracking of steels for main gas pipelines. International conference "Mechanical Technologies and Structural Materials". Split, 22-23.09.2022. P. 119-129
- L. Nyrkova, P. Lisovyi, L. Goncharenko, S. Osadchuk, Yu. Kharchenko, A. Klymenko, V. Kostin. Investigation of stress-corrosion cracking of welded joint of X70 steel under cathodic polarization in near neutral environment. *Journal materials protection*. 2023. Vol. 64. No. 1. P. 96-106

Наукова (науково-технічна) продукція: технології

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ниркова Людмила Іванівна
2. Lyudmila Ivanovna I. Nyrkova

Кваліфікація: д.т.н., с.д., 05.17.14

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Никифорчин Григорій Миколайович
2. Grigory M. Nykyforchyn

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1012-290

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534506

Місцезнаходження: вул. Наукова, буд. 5, Львів, 79060, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Біщак Роман Теодорович
2. Roman T. Bishchak

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6876-7142

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: ДВНЗ "Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу"

Код за ЄДРПОУ: 26163082

Місцезнаходження: , Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Соловей Сергій Олександрович
2. Sergii O. Solovei

Кваліфікація: к.т.н., с.н.с., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1126-5536

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рабкіна Мар'яна Данилівна

2. Maryana D. Rabkina

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.03.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3498-0716

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

Код за ЄДРПОУ: 05416923

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Максимов Сергій Юрійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Максимов Сергій Юрійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Пономарьова Євгенія Юріївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна