

УДК 669

DOI: 10.30838/P.CMM.2415.200418.27.2

ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ АНОДІВ З КОРОЗІЙНОТРИВКИХ СТАЛЕЙ ЗА КАТОДНОГО ЗАХИСТУ ГАЗОПРОВОДІВ

АРХИПОВ О.Г.¹, *д.т.н., проф.*,
ЛЮБИМОВА-ЗИНЧЕНКО О.В.², *к.т.н., доц.*,
УСОВ Д.³, *здобувач*

¹ кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, пр. Центральний 59-а, м. Северодонецьк, 93400, +380509879888

² * кафедра хімії та охорони праці, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, пр. Центральний 59-а, м. Северодонецьк, 93400, 06452-2-89-95, +380509494977, aspirant-snu@i.ua

³ кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, пр. Центральний 59-а, м. Северодонецьк, 93400, +380503662423

Анотація. Сучасна газотранспортна система України одна з найпотужніших в Європі і є важливою складовою системи транспортування газу, що бере початок від Центральної Азії до країн Європейського союзу. Вона забезпечує постачання десятків мільярдів кубічних метрів природного газу як вітчизняним споживачам, так і споживачам 19 європейських держав. Газопроводи проектується для експлуатації протягом десятиріч в умовах дії агресивного середовища і експлуатаційних навантажень, тому одним з найголовніших питань, яке розглядається при проектуванні газопроводу, є питання захисту газопроводу від корозії. Найчастіше метал труб газопроводів піддається дії електрохімічної корозії. Для захисту від неї і мінімізації втрат металу найчастіше використовується катодний захист. Найбільш поширеним варіантом комбінованого способу є використання катодного захисту в сукупності з нанесенням ізолюючого покриття. Дієвість катодного захисту суттєво залежить від стану нанесеного ізолюючого покриття на трубопровід. Досліджувались електрохімічні характеристики анодів станції катодного захисту виготовлених з корозійнотривкої аустенітної сталі 12X18H10T. Дослідження електрохімічних характеристик анодів зі сталі 12X18H10T по експлуатації в складі станцій катодного захисту показало покращення корозійної тривкості у експлуатованих сталей.

Ключові слова: корозія, катодний захист, електрохімічні характеристики, ізолюючі покриття, коксова засипка, пітінготривкість, репасивація

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНОДОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ КАТОДНОЙ ЗАЩИТОЙ ГАЗОПРОВОДОВ

АРХИПОВ А.Г.¹, *д.т.н., проф.*,
ЛЮБИМОВА-ЗИНЧЕНКО О.В.², *к.т.н., доц.*,
УСОВ Д.³, *соискатель*

¹ кафедра машиноведения и оборудования промышленных предприятий, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, пр. Центральный 59-а, г. Северодонецк, 93400, +380509879888

² * кафедра химии и охраны труда, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, пр. Центральный 59-а, г. Северодонецк, 93400, 06452-2-89-95, 050-949-49-77, aspirant-snu@i.ua

³ кафедра машиноведения и оборудования промышленных предприятий, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, пр. Центральный 59-а, г. Северодонецк, 93400, +380503662423

Аннотация. Современная газотранспортная система Украины одна из мощнейших в Европе и является важной составляющей системы транспортировки газа, которая берет начало от Центральной Азии к странам Европейского союза. Она обеспечивает снабжение десятков миллиардов кубических метров природного газа как отечественным потребителям, так и потребителям 19 европейских государств. Газопроводы проектируются для эксплуатации в течение десятилетий в условиях действия агрессивной среды и эксплуатационных нагрузок, поэтому одним из самых главных вопросов, который рассматривается при проектировании газопровода, является вопрос защиты газопровода от коррозии. Чаще всего металл труб газопроводов поддается действию электрохимической коррозии. Для защиты от нее и минимизации потерь металла чаще всего используется катодная защита. Наиболее распространенным вариантом комбинированного способа защиты является использование катодной защиты в совокупности с нанесением изолирующего покрытия. Действенность катодной защиты существенно зависит от состояния нанесенного изолирующего покрытия на трубопровод. В данной статье исследовались электрохимические характеристики анодов станции катодной защиты изготовленных из коррозионностойкой аустенитной стали 12X18H10T. Исследование электрохимических характеристик анодов из стали 12X18H10T по эксплуатации в составе станций катодной защиты показало улучшение коррозионной прочности эксплуатируемых сталей.

Ключевые слова: коррозия, катодная защита, электрохимические характеристики, изолирующие покрытия, коксовая засыпка, питтингостойкость, репассивация

PRACTICE OF THE USE OF ANODES FROM CORROSION-RESISTANT STEELS BY CATHODIC PROTECTION OF GAS PIPELINES

ARKHIPOV O.G.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
LIUBIMOVA-ZINCHENKO O.V.², *Assos.prof., Ph.D.*,
USOV D., *aspirant*

Annotation. Modern gas-transport system of Ukraine one of most powerful in Europe and is important making system of transporting of gas, which takes began from Central Asia to the countries of the European union. It provides the supply of ten of milliards of cu.m.s of natural gas to both the domestic users and users 19 European states. Gas pipelines are designed for exploitation during decades in the conditions of action of aggressive environment and operating loadings, therefore one of the most important questions, which is examined at planning of gas pipeline, there is a question of defence of gas pipeline from corrosion. More frequent than all the metal of pipes of gas pipelines is added to the action of electrochemical corrosion. For protecting from it and minimization of losses of metal cathode defence is more frequent than all used. The most widespread variant of the combined method of defence is the use of cathode defence in an aggregate with causing of insulating coverage. Effectiveness of cathode defence substantially depends on the state of the inflicted insulating coverage on a pipeline. In this article electrochemical descriptions of anodes of the station of cathode defence were investigated made from corrosion-resistant austenitic steel of 12X18H10T. Research of electrochemical descriptions of anodes from steel of 12X18H10T on exploitation in composition the stations of cathode defence rotined the improvement of corrosive durability of on-the-road steels.

Keywords: corrosion, cathode defence, electrochemical descriptions, insulating coverages, coke filing up, pitting resistance, repassivation

Введення.

Сучасна газотранспортна система України одна з найпотужніших в Європі і є важливою складовою системи транспортування газу, що бере початок від Центральної Азії до країн Європейського союзу. Вона забезпечує постачання десятків мільярдів кубічних метрів природного газу як вітчизняним споживачам, так і споживачам 19 європейських держав. Газопроводи проектується для експлуатації протягом десятиріч в умовах дії агресивного середовища і експлуатаційних навантажень, тому одним з найголовніших питань, яке розглядається при проектуванні газопроводу, є питання захисту газопроводу від корозії. Найчастіше метал труб газопроводів піддається дії електрохімічної корозії [1-5]. Для захисту від неї і мінімізації втрат металу найчастіше використовується метод активного захисту катодною поляризацією в поєднанні з пасивним методом захисту ізоляційним покриттям. Пасивні методи широко представлені різними за хімічним складом і технологією нанесення ізоляційними покриттями. Покриття виконують роль дифузійного бар'єру для корозійного середовища, екрануючи металеву поверхню за наземної експлуатації від вологи, кисню та інших агресивних компонентів довкілля, за підземної експлуатації - від ґрунтового електроліту. Зниження корозійних втрат при застосуванні ізоляційних покриттів пов'язано також з тим, що вони збільшують опір корозійного ланцюга, отже зменшують струми корозії [4].

Серед активних методів найбільш поширений катодний захист. Катодний захист проводиться за

допомогою постійного струму від зовнішнього джерела, при цьому метал газопроводу приєднується до від'ємного полюсу (в якості катоду), а до додатнього полюсу – електроди анодного заземлення, що використовуються як жертвенний матеріал. Найбільш поширеним варіантом комбінованого способу є використання катодного захисту в сукупності з нанесенням ізолюючого покриття. Ефективність захисту суттєво залежить від багатьох факторів: складу ґрунту, відстані від точки дренажу катодної станції, пори року, рівня ґрунтових вод тощо. Дієвість катодного захисту, крім того, суттєво залежить від стану нанесеного ізолюючого покриття на трубопровід.

Мета роботи.

В даній роботі було досліджено електрохімічні характеристики анодів станції катодного захисту.

Матеріал.

В якості матеріалу для дослідження було вибрано аноди станції катодного захисту з аустенітної сталі 12X18H10T.

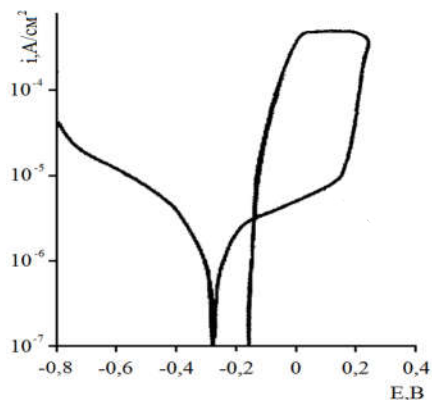
Методика та результати.

В роботі розглянуті дослідження електрохімічних характеристик анодів станції катодного захисту виготовлених з корозійнотривкої аустенітної сталі 12X18H10T. Довжина анодів складала 1 метр, діаметр 100 мм, спосіб закладання вертикальний, глибина свердловин під анод дорівнює 3,5 метра. При укладанні

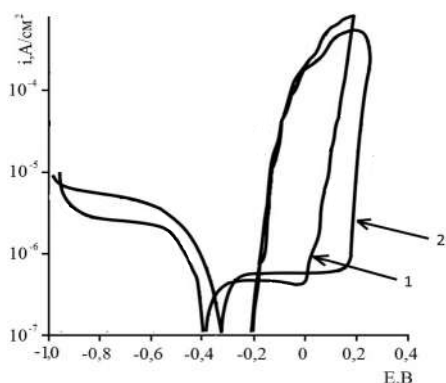
анодів в свердловині використовувалась коксова засипка як всередині, так і зовні труби. Відстань від точки дренажу дорівнює близько 100 метрів. Анодні заземлення працюють в комплекті з штатними анодними заземленнями зі сталі Сталь 20, режим роботи на станції катодного захисту складає 10В і 19А, захисний потенціал на трубі Ут-з = -1,34/-1,35 В. Термін експлуатації досліджених анодів 2,5 роки. Електрохімічні характеристики знімалися за допомогою потенціостату ПИ-1 в 3% водному розчині NaCl за нормальної температури і швидкості розгортки 1,44 В/год.

Дослідження були спрямовані на порівняння електрохімічних характеристик анодів із експлуатованих сталей і тих же сталей в стані поставки. На рисунку 1 наведено поляризаційні криві сталі в стані поставки (1а) і по експлуатації протягом 2,5 років (1б). Досліджувались зразки з двох експлуатованих анодів, отже на рис. 1б цифрами 1 та 2 указані поляризаційні криві першого і другого зразків з експлуатованої сталі.

Величина потенціалу корозії свідчить, що сталь в вихідному стані є більш пасивна. Потенціал $E_{кор}$ сталі у вихідному стані складає 0,07В, проти -0,09В і -0,12В у першого і другого зразків відповідно. Але швидкість корозії сталі в вихідному стані суттєво більша: в 7,8 рази порівняно з першим зразком і в 13 разів порівняно з другим зразком.



а



б

Рис. 1. Поляризаційні криві сталі 12Х18Н10Т в стані поставки (а) і після експлуатації (б) / The Polarization curves of steels of 12Х18Н10Т in a state of delivery (а) and after exploitation (b)

Результати електрохімічних досліджень наведені в таблиці 1 / The results of electrochemical researches are resulted in a table 1

Таблиця 1

Зразок	$E_{кор}$, В	$i_{п}^*$, мА/см ²	$E_{пу}$, В	$E_{рп}$, В	$\Delta E_{пу}^{**}$, В	$\Delta E_{рп}^{***}$, В
Вихідна	0,070	0,0078	0,180	-	0,110	-0,095
зразок 1	-0,09	0,0010	0,20	-0,16	0,29	-0,07
зразок 2	-0,12	0,0006	0,05	-0,16	0,17	-0,04

* $i_{п}$ – анодний струм за $E_{кор}$;

** $\Delta E_{пу} = E_{пу} - E_{кор}$;

*** $\Delta E_{рп} = E_{рп} - E_{кор}$.

Аналіз додаткових показників базису пітінготривкості доводить [6], що $\Delta E_{пу}$ у зразків по експлуатації порівняно з вихідною сталлю більші відповідно на 0,18В і 0,06В. Отже на експлуатованій сталі пітінги будуть зароджуватися більш повільно. Також обидва зразка з експлуатованої сталі мають більш додатніші величини $\Delta E_{рп}$. Для першого ця величина порівняно з вихідною сталлю більше на 0,025В, а для другого на 0,055В. Таким чином репасивація експлуатованої сталі буде відбуватися більш швидко.

Потенціали корозії як вихідної сталі, так і зразків 1 та 2 з експлуатованої сталі знаходяться між значеннями $E_{пу}$ і $E_{рп}$. Це говорить про те, що якщо утворюються навіть короточастні умови для зародження пітінгів, то вони у всіх розглянутих випадках можуть не репасуватися.

Таким чином, внаслідок експлуатації анодів катодного захисту зі сталі 12Х18Н10Т їх корозійна тривкість в цілому підвищилась, про що свідчить значне зниження струму розчинення в пасивному стані. Співвідношення їх ΔE -критеріїв показує, що схильність до пітінгоутворення у експлуатованій сталі теж менша: пітінги на ній будуть зароджуватись важче, а репасивуватись вони будуть більш швидко.

Висновки.

Дослідження електрохімічних характеристик анодів зі сталі 12Х18Н10Т по експлуатації в складі станцій катодного захисту показало покращення корозійної тривкості у експлуатованих сталей. Для анодів, які є жертвним елементом, з часом це може привести до збільшення електричного опору в системі анод-кокова засипка-грунт, що викличе збільшення експлуатаційних енергетичних затрат при обслуговуванні станцій катодного захисту. Дослідження корозійних характеристик необхідно продовжити за більший термін експлуатації анодів, відстежуючи зміну електрохімічних характеристик.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Похмурський В.І., Хома М.С. Корозійна втома металів і сплавів. – Львів: Сполом, 2008. – 300 с.
2. Крижанівський Є.І., Никифорчин К.М. Корозійно-воднева деградація нафтових і газових трубопроводів та її запобігання. Наук.-технічний посібник. Т.1. – Івано-Франківськ - Львів: Вид.-во Ів.-Франківського нац. техн. унів. нафти і газу, 2011.- 454 с.
3. Деградація сталей в агресивних середовищах, залишковий ресурс обладнання і корозійний моніторинг / О. Г. Архипов, В. А. Борисенко, М. С. Хома, О. В. Любімова-Зінченко / - Луганськ: Вид.-во СЛУ ім. В.Даля, 2016. – 204с.
4. Защита от коррозии подземных сооружений и промышленных предприятий / Б. Г. Дубровский, С. А. Волотковский, В. Я. Заблудовский/ - Киев: Техника 1979 – 240с.
5. 5. Архипов О.Г. Підвищення ефективності роботи анодних заземлювачів шляхом подання електрохімічних бар'єрів / О.Г. Архипов, Д.І. Усов, Л.В. Карпюк, Н.І. Галабурда// Вісник СЛУ ім. В. Даля. – 2017. - №5 (235). –С. 30-33.
6. ГОСТ 9.912-89(СТ СЭВ 6446-88). Методы ускоренных испытаний на стойкость к питтинговой коррозии. - М.: Изд.во стандартов, 1989.

REFERENCES

1. Pokhmurskyi V.I., Khoma M.S. Koroziiina vtoma metaliv i splaviv. – Lviv: Spolom, 2008. – 300 s.
2. Kryzhanivskyi Ye.I., Nykyforchyn K.M. Koroziiino-vodneva dehradatsiia naftovykh i hazovykh truboprovodiv ta yii zapobihannia. Nauk.-tekhnichnyi posibnyk. T.1. – Ivano-Frankivsk - Lviv: Vyd.-vo Iv.-Frankivskoho nats. tekhn. univ. nafty i hazu, 2011.- 454 s.
3. Dehradatsiia stalei v ahresyvnykh seredovyshchakh, zalyshkovyi resurs obladnannia i koroziiinyi monitorynh / O. H. Arkhypov, V. A. Borysenko, M. S. Khoma, O. V. Liubimova-Zinchenko / - Luhansk: Vyd.-vo SNU im. V.Dalia, 2016. – 204s.
4. Zashchyta ot korroziiy podzemnykh sooruzheniy y promyshlennnykh predpriyatiy / B. H. Dubrovskiy, S. A. Volotkovskiy, V. Ya. Zabudovskiy/ - Kyev: Tekhnika 1979 – 240s.
5. 5. Arkhypov O.H. Pidvyshchennia efektyvnostv roboty anodnykh zazemliuvachiv shliakhom podalannia elektrokhimichnykh barieriv / O.H. Arkhypov, D.I. Usov, L.V. Karpiuk, N.I. Halaburda// Visnyk SNU im. V. Dalia. – 2017. - №5 (235). –S. 30-33.
6. HOST 9.912-89(СТ СЭВ 6446-88). Metody uskorennykh uspytanyi na stoikost k pyttynhovoii korroziiy. - M.: Yzd.vo standartov, 1989.

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. Д.В. Лаухінім (Україна), д-ром. техн. наук, проф. Г.Д. Сухомлінім (Україна)