

УДК 620.193

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АНОДНИХ ЗАЗЕМЛЮВАЧІВ ШЛЯХОМ ПОДОЛАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ БАР'ЄРІВ

Архипов О. Г., Усов Д. І., Карпюк Л. В., Галабурда Н. І.

IMPROVING EFFICIENCY OF THE ANODE EARTHING SWITCHES BY OVERCOMING OF ELECTROCHEMICAL BARRIERS

Arhypov O. G., Usov D. I., Karpyuk L. V., Galaburda N. I.

Захист промислового обладнання від корозії є однією з найбільш актуальних задач промисловості і науки. Катодний захист газо- і нафтопроводів - один з поширених і дієвих методів протикорозійного захисту. Пошук нових підходів щодо підвищення ефективності роботи станцій катодного захисту і зменшення споживання електроенергії катодними установками ведеться за декількома напрямками. В запропонованій роботі розглянуто питання зменшення електричного опору анодного заземлювача в системі метал аноду-кокса засипка-грунт шляхом активізації корозійних процесів на аноді.

Ключові слова: станція катодного захисту, анодний заземлювач, електрохімічна корозія, метал.

Вступ. Україна має одну з найбільш розгалужених систем газопроводів в Європі. Для підтримки її в належному стані використовується ряд технічних і організаційних заходів. Враховуючи агресивність складових середовища всередині труби і вплив зовнішнього середовища в сукупності з механічними навантаженнями, доведено, що корозія труб є найпоширенішою причиною пошкоджень і аварій. З метою зменшення швидкості корозійних процесів використовуються активні і пасивні методи захисту. Зважаючи на те, що корозійні процеси визначаються великою кількістю чинників, доцільно для захисту від корозії використовувати електрохімічний метод захисту.

Викладення основного матеріалу. На цей час найбільш ефективним і поширеним є захист газопроводів катодною поляризацією. Електрохімічний захист обов'язково доповнюється пасивним захистом зовнішньої поверхні труб шляхом нанесення ізоляційного покриття. При катодному захисті труби відіграють роль катоду (мають від'ємний потенціал), а анодний заземлювач під'єднується до додатного потенціалу. За рахунок цього в процесі експлуатації корозійні процеси на катоді гальмуються, а на аноді пришвидшуються. З часом анод втрачає масу і частково розчиняється. Для виготовлення анодів використовуються як метали, так і неметалеві

матеріали (графіт, феросилід, титан тощо). Хоча швидкість розчинення сталевих анодів вище ніж у неметалевих, їх використання може бути вигідним з економічних причин, бо для їх виготовлення береться переважно металевий брухт: експлуатовані труби, швелери, двотаври тощо.

Складові типової установки катодного захисту [1,2,3] показані на рис. 1.

За умови правильної експлуатації установки катодного захисту корозійні процеси на газопроводі зводяться до мінімуму, що забезпечує експлуатацію газотранспортної системи протягом тривалого часу.

Практика експлуатації довела, що однією з проблем, що виникає з часом, є поступове збільшення електричного опору між анодним заземлювачем і грунтом. Це змушує ставити додатково нові анодні заземлювачі, які підключаються окремо або паралельно до вже працюючих, якщо ті неповністю використали свій ресурс.

У випадку, що описується нижче, досліджувалися анодні заземлювачі, виготовлені з труб, які тривалий час були в експлуатації в складі газопроводу (біля 20 років). Труби $D_y 159$ виготовлені зі сталі 20, довжина – 20 метрів, закладання вертикальне. В результаті проведених досліджень анодних заземлювачів, що були в експлуатації від 1 до 20 років було встановлено, що суттєвих змін механічних характеристик не відбулося [4]. Металографічні дослідження показали, що у труб анодів після 10 років експлуатації відмічається певне розкладання перліту. Не виявлено і значних корозійних пошкоджень зовнішньої і внутрішньої поверхонь анодів. Наприклад, за 20 років експлуатації анодами глибина корозії назовні труби складає до 1мм, а на внутрішній поверхні до 0,7 мм. Таким чином, анодні заземлювачі за своїм фізичним станом могли б і далі експлуатуватися в якості анодів в складі станцій катодного захисту. Але проведені заміри електричного опору між грунтом і анодними заземлювачами показали його зростання від 2 до 20-40 Ом.

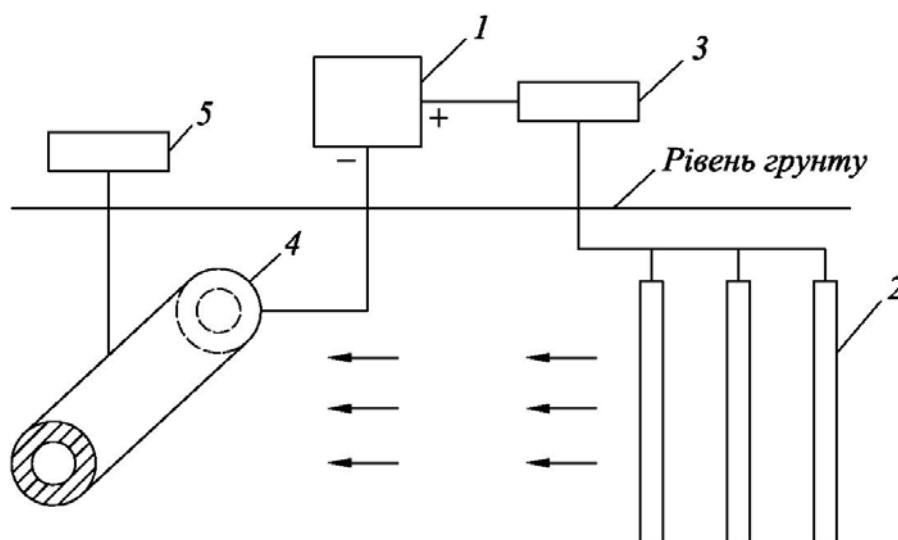
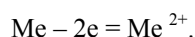


Рис. 1. Принципова схема установки катодного захисту:
 1 – катодна станція, 2 – анодні заземлювачі, 3 – з’єднувальний пункт,
 4 – газопровід, 5 – контрольно-вимірювальний пункт

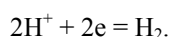
Отже, експлуатуючі організації вимушені закладати додаткові анодні заземлювачі. Такі операції досить трудомісткі і потребують:

- великої кількості організаційних заходів;
- буріння технологічних свердловин під глибинні анодні заземлювачі або копка котлованів під закладання підповерхневих анодних заземлювачів;
- перевезення великої кількості матеріалів (коксового дріб’язку, кабельних з’єднуючих ліній тощо.);
- перевезення персоналу для ремонту анодних заземлювачів;
- використання землерійної техніки для закладання з’єднуючих кабельних ліній тощо.

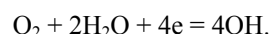
Враховуючи задовільний стан металу анодів нами було запропоновано замість установки нових заземлювачів поліпшити роботу вже діючих. Для цього необхідно порушати бар’єри в системі аноду-коксова засипка-ґрунт, інтенсифікувавши корозійні процеси на аноді. Як відомо [5], процеси, що забезпечують протікання електрохімічної корозії, описуються наступним рівнянням:



На аноді протікає реакція окиснення, а на катоді відбувається відновлення компонентів середовища. Як правило, у водних електролітах окисниками виступають іони гідрогену H^+ (корозія з водневою деполаризацією) або розчинений у воді кисень O_2 (корозія з кисневою деполаризацією). У першому випадку під час катодного процесу виділяється водень:



У другому утворюються чотири гідроксид – іони:



Переважаюча більшість ґрунтів, де досліджувались анодні заземлювачі, мають змішаний тип ґрунту (чорнозем з глиною, глина з крейдою) з досить глибоким заляганням ґрунтових вод. Сам район відноситься до таких, що мають малу кількість опадів в весняно-літній період. Для досягнення поставленої мети було запропоновано розташувати біля анодів хімічно активні речовини (рис. 2).



Рис. 2. Закладка мішків з хімічно-активними речовинами біля анодів

Вони були упаковані в мішки з бейлінгу або поліпропілену і закопані на глибину більшу за величину промерзання ґрунту в даній місцевості (≥ 2 м). В якості донорів іонів були використані кухонна сіль (NaCl), технічна сіль, аміачна селітри і продукти зі складом: Na + K – 32,4%, Ca + Mg – 19,2%, амоній – 8,4%, хлориди – 17,8%, решта CO_3^{2-} .

Враховуючи, що корозійні електрохімічні процеси протікають в середовищі рідких електролітів, був виготовлений анодний заземлювач з періодично розташованими по висоті отворами (рис. 3).

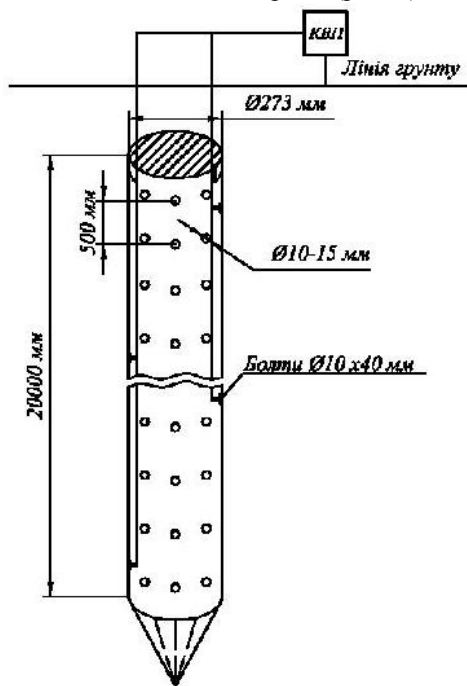


Рис. 3. Конструкція анода з отворами

Така конструкція дозволяє в літній період вести заливку водою, або технічним розчином внутрішньої частини заземлювача на повну його довжину.

Ми сподіваємось, що запропоновані заходи дозволять добитись поставленої мети – активізувати роботу існуючих анодів без збільшення на них потенціалу і закладання нових заземлювачів. Закладка мішків відбулась в осінній період до дощового періоду на різних за характером ґрунтах. Перед тим були виміряні електричні опори в системі метал аноду-коксова засипка – ґрунт. Коливання ґрунтових вод і зволоження опадами восени і навесні, на нашу думку, дозволить інтенсифікувати руйнування бар'єрів в анодній зоні. Спостереження за роботою катодних станцій в наступний літній період дозволять отримати відповіді на названі задачі.

Висновки. Подовження терміну експлуатації і підтримання експлуатаційних характеристик анодних заземлювачів шляхом зменшення електричної опірності в системі метал аноду-коксова засипка-ґрунт дозволяє:

– відкинути необхідність улаштування нових анодних заземлень (копання котлованів, буріння но-

вих свердловин, установка додаткових або нових анодних заземлювачів, їх обслуговування);

– усунути необхідність збільшення величини потужності на катодних станціях;

– поліпшити економічні показники при експлуатації систем катодного захисту.

Л і т е р а т у р а

1. Защита от коррозии подземных сооружений и промышленных предприятий / Б. Г. Дубровский, С. А. Волотковский, В. Я. Заблудовский / - Киев: Техника 1979 – 240с.
2. Технічна експлуатація систем захисту від підземної корозії магістральних газопроводів / В. В. Розгонюк, Ю. П. Пужков, Ю. О. Кузьменко, В. А. Шишківський / - Київ: Росток, 2000. – 284с.
3. Довідник працівника газотранспортного підприємства / В. В. Розгонюк, А. А. Руднік, В. М. Коломеев і ін. / - Київ: Росток. 2001. – 1090с.
4. Експлуатаційна деградація трубної сталі анодів заземлення / О. Г. Архипов, Д. О. Ковальов, Д. І. Усов, О. В. Любимова-Зінченко, Т. П. Венгранюк // Фіз.- хім. механіка матеріалів. – 2016, №2. – с. 87 - 91.
5. Деградація сталей в агресивних середовищах, залишковий ресурс обладнання і корозійний моніторинг / О. Г. Архипов, В. А. Борисенко, М. С. Хома, О. В. Любимова-Зінченко / - Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2016. – 204с.

References

1. Zashchita ot korrozii podzemnykh sooruzhenii i promyshlennykh predpriyatii / B. G. Dubrovskii, S. A. Volotkovskii, V. YA. Zabudovskii / - Kiev: Tehnika 1979 – 240s.
2. Tehnichna ekspluataciya sistem zahistu vid pidzemnoї korozii magistral'nih gazoprovodiv / V. V. Rozgonyuk, YU. P. Puzh-kov, YU. O. Kuz'menko, V. A. SHishkiv'skii / - Kiiv: Rostok, 2000. – 284s.
3. Dovidnik pracivnika gazotransportnogo pidpriemstva / V. V. Rozgonyuk, A. A. Rudnik, V. M. Kolomeev i in. / - Kiiv: Ro-stok. 2001. – 1090s.
4. Ekspluataciijna degradaciya trubnoї stali anodiv zazemlennya / O. G. Arhypov, D. O. Koval'ov, D. I. Usov, O. V. Lyubi-mova-Zinchenko, T. P. Vengranyuk // Fiz.- him. mehanika materialiv. – 2016, № 2. – s. 87 - 91.
5. Degradaciya stalej v agresivnih seredovishchah, zalishkovii resurs obladnannya i korozijnii monitoring / O. G. Arhypov, V. A. Borisenko, M. S. Homa, O. V. Lyubimova-Zinchenko / - Lugans'k: Vud-vo SNU im. V. Dallya, 2016. – 204s.

Архипов А. Г., Усов Д. И., Карпюк Л. В., Галабура Н. И. Повышение эффективности работы анодных заземлителей путем преодоления электрохимических барьеров.

Защита промышленного оборудования от коррозии есть одной из наиболее актуальных задач промышленности и науки. Катодная защита газо- и нефтепроводов - один из распространенных и действенных методов противокоррозионной защиты. Поиск новых подходов относительно повышения эффективности работы станций катодной защиты и уменьшение потребления электроэнергии катодными установками ведется по нескольким направлениям. В представленной работе рассмотрен во-

прос уменьшения электрического сопротивления анодного заземлителя в системе металл анода-коксовая засыпка-грунт путем активизации коррозионных процессов на аноде.

Ключевые слова: станция катодной защиты, анодный заземлитель, электрохимическая коррозия, металл.

Arhynov O. G., Usov D. I. Karpyuk L. V., Galaburda N. I. Improving efficiency of the anode earthing switches by overcoming of electrochemical barriers.

Protection against of the corrosion industrial equipment is one of the most actual tasks of the industry and the science. Gas and oil pipelines cathodic defense is one of the most common and effective methods of the corrosion protection. The search of new approaches for improving the efficiency of the cathodic protection stations and electricity consumption decreasing of the cathode units is carried out by several directions. In the presented work the issue reducing the electrical resistance of anode grounding in the metal anode system the coke oven-backfill-ground by stepping up corrosion processes at the anode is considered.

Key words: cathodic protection station, anodic earthing, electrochemical corrosion, metal.

Архипов Олександр Геннадійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машинознавства та обладнання промислових підприємств» СНУ імені В. Даля
Усов Дмитро Ігорович, начальник ПКЗ Сєверодонецького ЛВУ

Карпюк Людмила Вікторівна, старший викладач кафедри «Машинознавства та обладнання промислових підприємств» СНУ імені В. Даля

Галабурда Наталія Іллівна, старший викладач кафедри «Машинознавства та обладнання промислових підприємств» СНУ імені В. Даля

Рецензент: д.т.н., проф. **Суворін О.В.**

Стаття подана 09.04.2017