

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ Й КІЛЬКОСТІ КАТОДНИХ СТАНЦІЙ ТА ЇХ ЗАХИСНОЇ ЗОНИ

В. Є. ВАСИЛЕНКОВ, кандидат технічних наук, доцент
Д. В. ТОПАЛОВ, студент магістратури
**Національний університет біоресурсів
і природокористування України**
E-mail: wasil14 @ ukr. net

Анотація. Вплив навколишнього середовища призводить до корозійних пошкоджень трубопроводів. Щоб запобігти цим пошкодженням, потрібно вчасно і у відповідних місцях налагоджувати протикорозійний захист.

Мета дослідження – захистити підземні трубопроводи в системах водопостачання на тваринницьких комплексах і тим самим подовжити ресурс їх використання за рахунок визначення потужності й кількості катодних станцій та їх захисної зони.

Теоретична та експериментальна складова досліджень активного захисту трубопроводів на тваринницьких комплексах здійснювалася на основі принципової схеми будови катодних станцій і розрахунку електрохімічного захисту підземних споруд із визначенням потужності, кількості катодних станцій та їх захисної зони на території тваринницького комплексу в дослідному господарстві Ворзель Київської області.

Встановлено, що для загальної довжини трубопроводів 1722 м достатньо однієї катодної станції потужністю 600 Вт, що має забезпечити підвищення економічної ефективності системи водопостачання на 10–15 % і подовжити термін її експлуатації.

Ключові слова: рух рідини, катодна станція, електрохімічний захист, підземні трубопроводи, експлуатація

Актуальність. Забезпечення надійності роботи систем трубопровідного транспорту є однією з першочергових задач для народного господарства. Одним із основних шляхів її вирішення є розробка й удосконалення моделей і методів прийняття рішень за умов невизначеності корозійних процесів в агресивному середовищі. Візуальний огляд уражених поверхонь експериментальних зразків свідчить про локальний характер корозійних уражень і можливість утворення наскрізних корозійних пошкоджень, що становить найбільшу небезпеку для трубопроводів. Тому розрахунок електрохімічного захисту підземних трубопроводів, які знаходяться в агресивному середовищі на території тваринницьких ферм, є важливою технологічною операцією в

системі водопостачання сільськогосподарських об'єктів і є актуальною задачею [2–4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Підземні металеві споруди (системи водопостачання на тваринницьких комплексах, кабелі з металевою бронею), які розташовані на території тваринницьких комплексів зазнають впливу як ґрунтової корозії, зумовленої впливом ґрунтових хімічних сполук, так і електрохімічної корозії. Для надійного функціонування та подовження термінів експлуатації сталевих підземних трубопроводів необхідний належний антикорозійний захист, який передбачає захисні ізоляційні покриття і катодно-поляризаційний електрохімічний захист.

Низька якість проектних і будівельно-монтажних робіт системи водопостачання призводить до перевитрати електроенергії та капіталовкладень на 20–30%. Неправильний підбір і установка насосного обладнання призводять до перевитрати електроенергії до 30 %, скорочення терміну служби насосів в 1,5–2 рази. Відсутність технологій і технічних засобів управління та захисту машинних систем для видобутку й транспортування вод, відсутність обліку та контролю подачі й споживання води – до втрат понад 30% води і перевитрати електроенергії. [1]. Тому розробка практичної технології катодного управління і захисту підземних трубопроводів, які працюють в агресивному середовищі, являє собою одну з головних задач при розрахунку систем водопостачання.

Мета дослідження – захистити підземні трубопроводи в системах водопостачання на тваринницьких комплексах і тим самим подовжити ресурс їх використання за рахунок визначення потужності, кількості катодних станцій та їх захисної зони.

Матеріали і методи дослідження. Теоретична й експериментальна складова досліджень активного захисту трубопроводів на тваринницьких комплексах здійснювалася на основі принципового устрою катодних станцій і розрахунку електрохімічного захисту підземних споруд із визначенням потужності й кількості катодних станцій та їх захисної зони.

Результати досліджень та їх обговорення. Схема процесу ґрунтової корозії подана на рис. 1. Як відомо, кожен метал має нормальний електродний потенціал, і при з'єднанні двох різних металів створюється гальванічна пара з різницею потенціалів, що викликає електричний струм.

Для вимірювання електродних потенціалів застосовуються неполяризовані електроди порівняння: водневий, мідно-сульфатний або свинцевий. У техніці електричного захисту переважно використовується мідно-сульфатний електрод порівняння. Відповідно до нього, метали мають потенціали: сталь – 0,76 В, свинець – 0,45 В, а алюміній – 1,99 В. [5].

Якщо в землі лежить сталева труба, то вона має негативний потенціал – 0,76 В. При потраплянні в верхній шар металу сторонні речовини (шлаки і т. д.) утворюють елемент з більш високим потенціалом. В результаті виникає гальванічна пара з різницею потенціалів; при

вологому ґрунті, який є електролітом, з'явиться струм, що йде від вищого потенціалу (анод) до нижчого (катод). Анодом буде місце домішки, а катодом – вся чиста поверхня металу. Вихід струму з металу через електроліт, згідно із законом Фарадея, супроводжується перенесенням в електроліт (руйнуванням) металу.

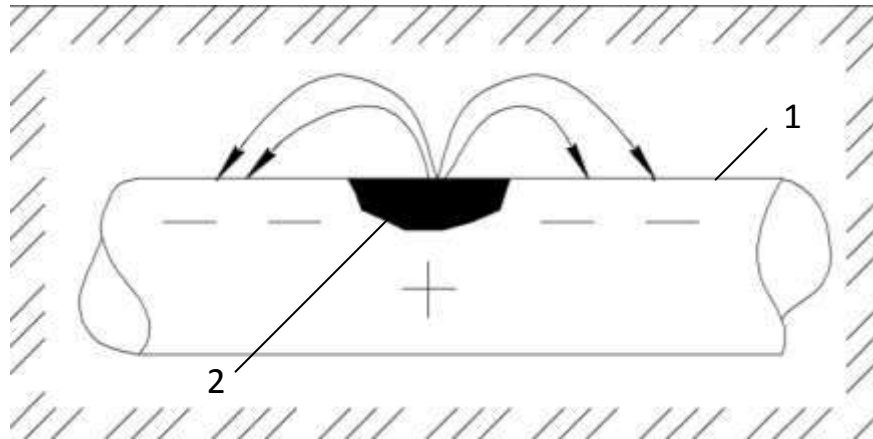


Рис. 1. Схема ґрунтової корозії:

1 – сталева труба (катод); 2 – утворення шлаків (анод)

При корозії підземних споруд від блукаючих струмів трансформаторних підстанцій, розташованих на території тваринницьких комплексів, кількісно ефект руйнування металу набагато перевищує ефект ґрунтової корозії.

Для захисту від ґрунтової корозії та електрокорозії застосовується один із заходів, а саме: катодний захист. На рис. 2 зображена принципова схема катодного захисту, прокладеного в землі трубопроводу.

Встановлена на землі катодна станція 1 (джерело струму) з'єднується негативним полюсом (катодом) з трубопроводом 3, металевим провідником з позитивним полюсом зі спеціально покладеним в землі металевим електродом – анодом 2. Під дією напруги катодної станції постійний струм проходить по колу анод-ґрунт-трубопровід і повертається по провіднику на катодну станцію. При цьому анод руйнується, а трубопровід зберігається. Для подолання власного потенціалу сталі – 0,76 В необхідна мінімальна величина захисного потенціалу – 0,87 В (для свинцю – 0,52 В і алюмінію – 1,0 В) [5].

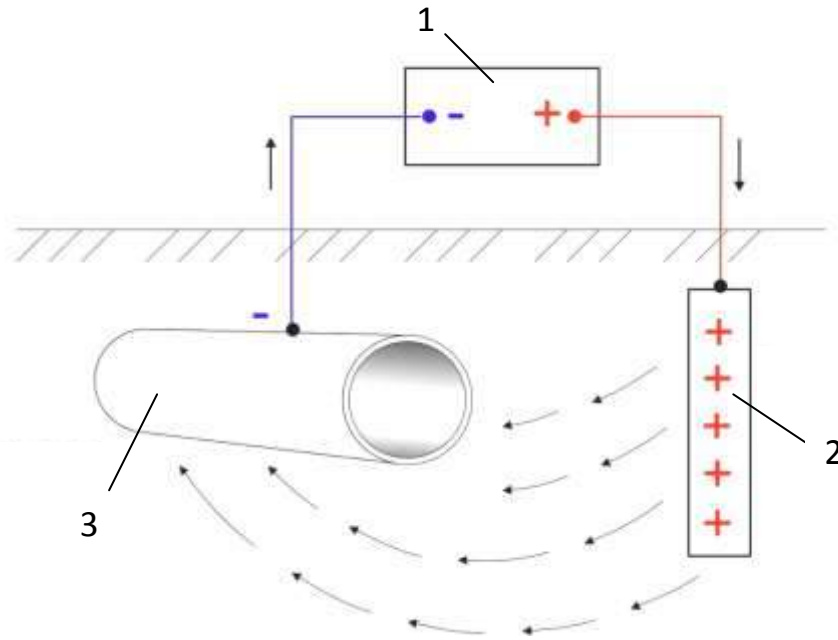


Рис. 2. Принципова схема катодного захисту:

1 – катодна станція (джерело струму); 2 – анодний електрод; 3 – трубопровід

Пристрій катодної станції типу ОПС та її функціонально-технологічна схема наведена на рис. 3.

Щоб уникнути відшарування захисного покриття, величина максимального захисного потенціалу не повинна перевищувати для сталі з антикорозійним покриттям – 1,22 В і з частково пошкодженим покриттям – 1,52 В [5].

Експериментальні проектні дослідження проводилися на території тваринницького комплексу навчально-дослідного господарства «Ворзель» у Київській області. Вихідними даними для розрахунку катодного захисту є: питомий електричний опір ґрунту; генеральний план місцевості з нанесенням споруд, які підлягають захисту; діаметри трубопроводів: 10, 20, 32, 40, 75 мм; довжина трубопроводів: 10 мм – 139 м; 20 мм – 248 м; 32 мм – 124 м; 40 мм – 92 м; 75 мм – 1119 м; матеріал труб – сталь. Розрахунок катодного захисту включав у себе визначення наступних параметрів: захисної зони установки катодного захисту; необхідну кількість катодних установок; захисний струм установки катодного захисту; вихідної напруги та потужності установок катодного захисту.

Необхідна кількість катодних установок розраховується за формулою:

$$n_{\text{к}} = K_{\text{Е}} \cdot \frac{L_{\Gamma}}{I_{\text{к}}}, \quad (1)$$

де n – необхідна кількість катодних установок, шт.;

K – коефіцієнт екранування. Оскільки господарство знаходиться за межами смт Ворзель, то приймаємо $K_E = 1,4$; L_T – загальна довжина трубопроводу, м;

l_K – захисна зона катодної установки, м;

Захисна зона установки катодного захисту визначається за формулою

$$l_K = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot \Delta U_3}{\pi \cdot d_R \cdot J_S \cdot r_T}} \quad (2)$$

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті дослідницьких проектних робіт визначено: захисну зону підземних трубопроводів з діаметрами труб і кількість катодних станцій (див. таблицю).

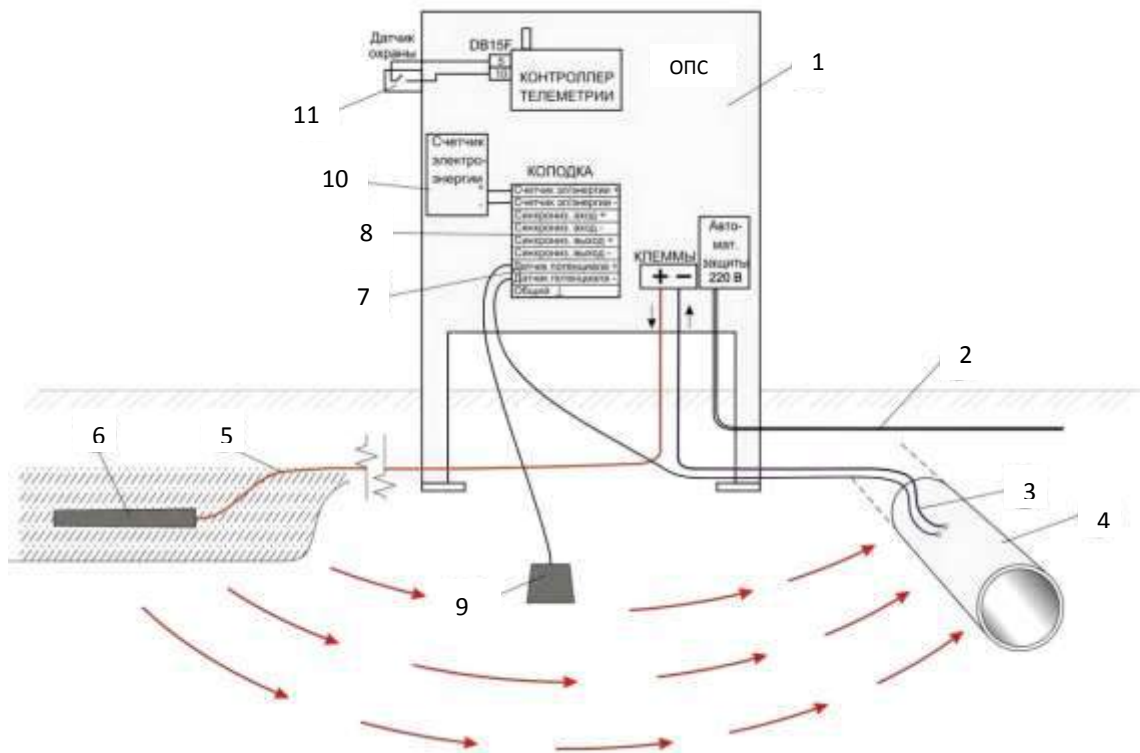


Рис. 3. Пристрій і функціонально-технологічна схема катодної станції типу ОПС:

1 – пристрій ОПС-25-24 У1; 2 – потужноструміві під'єднання 220 В; 3 – підведення захисного струму (мінус); 4 – трубопровід, який захищається; 5 – анодний кабель; 6 – анодний заземлювач; 7 – підключення датчика потенціалу; 8 – синхронізація приладів; 9 – мідно-сульфатний електрод рівняння; 10 – лічильник електроенергії з імпульсним виходом; 11 датчик охорони.

На підставі розрахунків вибрано одну катодну станцію ОПС 25-24 У1, захисний струм якої становить 12,5 А, вихідна напруга – 48 В і потужність 600 Вт. Кількість встановлених анодів – 15 шт., вагою 16,1 кг, що представляє собою чавунні труби завдовжки 2 м і діаметром 114 мм, розташовані рівномірно уздовж траси трубопроводу.

Значення розрахунку катодного захисту трубопроводів

Діаметр, мм	10	20	32	40	75
$L_{Г}$, м	139	248	124	92	1119
$l_{к}$, м	3256	2302	1820	1628	1405
$n_{к}$	0,06	0,149	0,096	0,079	1,11

Висновки і перспективи. На основі експериментальних досліджень встановлено, що питомий електричний опір становить 12 Ом·м і це відповідає підвищеній агресивності ґрунту на території тваринницького комплексу в підземних металевих спорудах (систем водопостачання). Також встановлено, що для загальної довжини трубопроводів 1722 м достатньо однієї катодної станції потужністю 600 Вт.

Список літератури

1. Гришин А. П. Создание технических систем управляемого водопользования в сельском хозяйстве : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук / А. П. Гришин. – М., 2011. – 47 с.
2. ВСН 214-82 Сборник инструкций по защите от коррозии – М., Минмонтажспецстрой, ПИ Проектхимзащита, 1982. – 102 с.
3. Катодная защита от коррозии. Принцип действия, основные понятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mypractic.ru/katodnaya-zashhita-ot-korrozii.html>
4. Гулько Т. В. Газификация и газоснабжение сельского хозяйства / Гулько Т. В., Драганов Б. Х., Шишко Г. Г. – М. : Фермер, 1994. –319 с.
5. Притула В. А. Защита заводских подземных трубопроводов от коррозии / В. А. Притула. – М. : Metallurgizdat, 1961. – 385 с.

References

1. Grishin, A. P. (2011). Sozdaniye tekhnicheskikh sistem upravlyayemogo vodopol'zovaniya v sel'skom khozyaystve [Creation of technical systems for managed water use in agriculture]. Moscow: avtoref. dis. doctor, 47.
2. VSN 214-82. (1982). Sbornik instruktsiy po zashchite ot korrozii [Collection of instructions for corrosion protection]. Moscow: Minmontazhspeetsstroy, PI Proyektkhimzashchita, 102.
3. Katodnaya zashchita ot korrozii. Printsip deystviya, osnovnyye ponyatiya [Cathodic corrosion protection. Principle of operation, basic concepts]. Available at: mypractic.ru/katodnaya-zashhita-ot-korrozii.html.
4. Gulko, T. V. (1994). Gazifikatsiya i gazosnabzheniye sel'skogo khozyaystva [Gasification and gas supply of agriculture]. Moscow: Fermer, 319.
5. Pritula, V. A. (1961). Zashchita zavodskikh podzemnykh truboprovodov ot korrozii [Protection of factory underground pipelines against corrosion]. Moscow: Metallurgizdat, 385.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И КОЛИЧЕСТВА КАТОДНЫХ СТАНЦИЙ И ИХ ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ

**В. Е. Василенков,
Д. В. Топалов**

Аннотация. Влияние окружающей среды приводит к коррозионным повреждениям трубопроводов. Чтобы предотвратить эти повреждения, нужно вовремя и в соответствующих местах налаживать противокоррозионную защиту.

Цель исследования – защитить подземные трубопроводы в системах водоснабжения на животноводческих комплексах и тем самым продлить ресурс их использования за счет определения мощности и количества катодных станций и их защитной зоны. Теоретическая и экспериментальная составляющая исследований активной защиты трубопроводов на животноводческих комплексах осуществлялась на основе принципиальной схемы устройства катодных станций и расчета электрохимической защиты подземных сооружений с определением мощности, количества катодных станций и их защитной зоны на территории животноводческого комплекса в опытном хозяйстве Ворзель Киевской области.

Установлено, что для общей длины трубопроводов 1722 м достаточно одной катодной станции мощностью 600 Вт, что должно обеспечить повышение экономической эффективности системы водоснабжения на 10–15 % и продлить срок ее эксплуатации.

Ключевые слова: движение жидкости, катодная станция, электрохимическая защита, подземные трубопроводы, эксплуатация

DETERMINATION OF POWER AND QUANTITY OF CATHODE STATIONS AND THEIR PROTECTIVE ZONE

V. Vasilenkov,
D. Topalov

Abstract. The influence of the environment leads to corrosion damage to pipelines. To prevent these damages, it is necessary to establish an anti-corrosion protection on time and in appropriate places.

The purpose of the work is to protect underground pipelines in water supply systems at livestock complexes and thereby prolong the resource of their use by determining the capacity and number of cathodic stations and their protective zone. The theoretical and experimental component of research on the active protection of pipelines on livestock breeding complexes was carried out on the basis of the fundamental oyster of cathodic stations and the calculation of the electrochemical protection of underground structures with the determination of the capacity, the number of cathodic stations and their protective zone on the territory of the livestock complex in the experimental farm of Vorzel in the Kiev region.

It is established that for a total length of 1,722 m, one cathode station with a capacity of 600 W is sufficient. That should ensure an increase in the economic efficiency of the water supply system by 10–15 % and prolong the period of its operation.

Keywords: fluid motion, cathodic station, electrochemical protection, underground pipelines, operation