

Літаратура

1. Радиолокационные устройства / В. В. Васин [и др.]. – М.: Советское радио, 1970. – 680 с.
2. Родс, Д. Р. Введение в моноимпульсную радиолокацию / Д. Р. Родс. – М.: Советское радио, 1960. – 159 с.
3. Бакулев, П. А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.
4. Сістэма дыстанцыйнага маніторынгу месцазнаходжання ўнутрытрубнага герметызатара для нафтаправоднага транспарту / Ю. В. Крышнёў [и др.] // Сборник материалов Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты 2015», Минск, БНТУ, 26–27 ноября 2015 г. – 2015. – С. 211–212.

Ю. В. Крышнёў, А. Я. Запольскі, М. А. Рогаў, П. Д. Раманцоў, М. І. Гапоненка
Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт імя П. О. Сухога,
г. Гомель, Рэспубліка Беларусь

АСАБЛІВАСЦІ ПРАЕКТАВАННЯ ЭЛЕКТРАХІМІЧНАЙ АБАРОНЫ ПАДЗЕМНЫХ МАГІСТРАЛЬНЫХ НАФАПРАВОДАЎ

Трубаправодны транспарт мае асаблівае значэнне для эканомікі Рэспублікі Беларусь, з'яўляючыся асновай для транспарціроўкі розных цяжкіх прадуктаў у розных агрэгатных фазах (нафта, нафтапрадукты, прыродны газ, гарачая вада). Пры яго працяглай эксплуатацыі адбываецца старэнне і парушэнне уласцівасцей, як непасрэдна металаканструкцыі, так і ахоўнага ізаляцыйнага пакрыцця. Усё гэта прыводзіць да рэзкага ўзрастання верагоднасці аварыйнай сітуацыі, што, у сваю чаргу, можа прывесці, як да буйных эканамічных страт, так і да экалагічных праблем.

У сувязі з гэтым абарона ад карозіі трубаправодаў мае асабліва актуальнае значэнне, па прычыне таго, што матэрыяльныя страты ад яе аказваюцца вельмі значнымі.

Відамі каразійнага ўздзеяння на вонкавую паверхню падземных сталёвых збудаванняў з'яўляюцца [1]:

- атмасферная карозія;
- карозія ў глебава-грунтавых водах і грунтах;
- біякарозія;
- карозія, выкліканая блукаючымі токамі (пераменнымі і пастаяннымі).

Для прадухілення такіх сітуацый праводзяць комплекс мерапрыемстваў, якія ўключаюць у сябе каразійны маніторынг і прымяненне сродкаў пасіўнай (ахоўныя пакрыцці) і актыўнай (катодная палярызацыя) антыкаразійнай абароны [1]. Пры гэтым для магістральных трубаправодаў класіфікацыя і патрабаванні да ахоўных пакрыццяў вызначаны ў [2].

Асяроддзе месцавання трубы ўяўляе сабой зямны грунт з рознай ступенню агрэсіўнага ўплыву, які паступова разбурае знешнюю паверхню трубы. У сувязі з гэтым вялікая ўвага надаецца як ўласцівасцям матэрыялаў канструкцыі, так і актыўным метадам абароны.

Для фарміравання ахоўнага патэнцыялу ў якасці тыповага рашэння выкарыстоўваюцца станцыі катоднай абароны (СКА). Сутнасць іх функцыянавання заключаецца ў фарміраванні адмоўнага патэнцыялу пастаяннага току аптымальнага, для дадзеных умоў, узроўню. Базавымі ў дадзеным дачыненні з'яўляюцца патрабаванні стандартаў [1, 2] па абароне падземных металічных збудаванняў ад карозіі. Пры гэтым магістральныя трубаправоды падлягаюць абавязковай электрахімічнай абароне незалежна ад умоў пракладкі. Ахоўныя патэнцыялы металазбудавання адносна насычанага медна-сульфатнага электрода параўнання складаюць ад 0,85 да 1,2 В [1].

Электрахімічная абарона павінна забяспечваць бесперапынную па часе катодную палярызацыю падземных металазбудаванняў на працягу ўсяго тэрміну іх эксплуатацыі [1].

Велічыня ахоўнай зоны адной усталёўкі катоднай абароны ў пачатку эксплуатацыі павінна складаць не менш за 20 км для нармальнай ізаляцыі і не менш за 30 км для ўзмоцненай ізаляцыі [2].

Для кантролю стану комплекснай абароны на збудаваннях павінны быць абсталяваны кантрольна-вымяральныя пункты (КВП), на якіх паказваецца прывязка кропак злучэння кантрольнага провада да збудавання. КВП усталёўваюць над збудаваннем не далей за 3 м ад кропкі падлучэння кантрольнага провада да збудавання [2].

У выпадку размяшчэння збудавання на ўчастку, дзе эксплуатацыя кантрольна-вымяральных пунктаў абцяжарана, апошнія могуць быць усталяваны ў бліжэйшых зручных для эксплуатацыі месцах, але не далей за 50 м ад кропкі падлучэння кантрольнага провада да металазбудавання. Гэтыя КВП павінны мець асабістую маркіроўку. На магістральных трубаправодах КВП падключаюць:

- на кожным кіламетры;
- на адлегласці трох дыметраў трубаправода ад кропак дрэнажу ўсталёўкі электрахімічнай абароны і ад электрычных перамычак;
- у кранавых пляцовак;
- у водных і транспартных пераходаў;
- у перасечэння трубаправодаў з іншымі металічнымі збудаваннямі;
- у культурнай зоне і зоне, якая асвойваецца.

Пры шматніткавай сістэме магістральных трубаправодаў, кантрольна-вымяральныя пункты падключаюць да кожнай ніткі і выводзяць на адзін агульны КВП. Пры будаўніцтве новых нітак, провады КВП падключаюць у злучаных з пабудаванымі ніткамі месцах.

Нарматывы [1, 2] рэкамендуюць пры вымярэнні палярызацыйных патэнцыялаў выкарыстоўваць метады мадэльнага электрода з перапыняльнікам току, у той час як нарматыўныя дакументы шэрагу тэхналагічна развітых краін патрабуюць, перш за ўсё, выкарыстоўваць розныя мадыфікацыі метаду адключэння.

Варта адзначыць, што нарматыўныя патрабаванні маюць шэраг недахопаў, такіх як:

- 1) адсутнасць патрабаванняў па раўнамерным размеркаванні ахоўнага патэнцыялу па паверхні вялікай працягласці;
- 2) адсутнасць патрабаванняў аўтаматычнай падладкі пад пастаянную змену кліматычных умоваў;
- 3) адсутнасць патрабаванняў па ўліку пераходных працэсаў нарастання і спаду палярызацыі;
- 4) адсутнасць мерапрыемстваў па выключэнні паскоранага каранійнага разбурэння іншых металічных канструкцый на ўчастках, адгалінаваннях ад асноўнага абараняемага трубаправода;
- 5) адсутнасць патрабаванняў па забеспячэнні энергаэфектыўнасці сродкаў катоднай палярызацыі і кантрольна-вымяральных прылад.

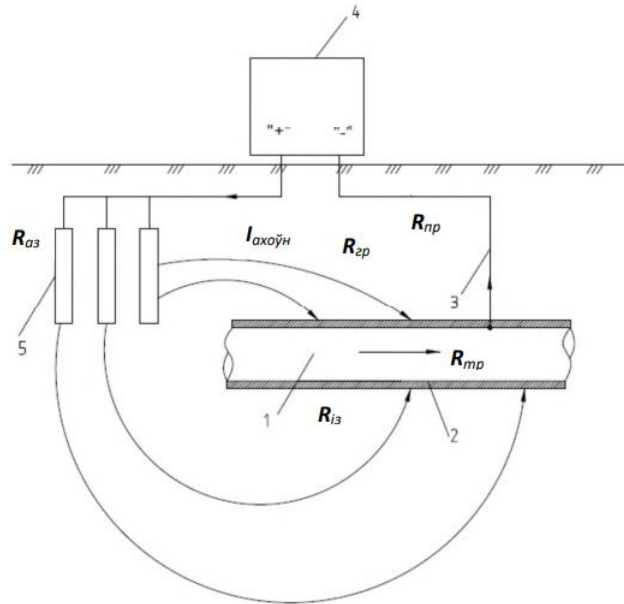
Перспектыўнае вырашэнне дадзеных праблем магчыма шляхам павялічэння колькасці станцый катоднай абароны і анодных заземленняў, а таксама шляхам удасканалення рэжымаў работы станцый.

Разгледзім фізіка-хімічныя ўмовы фарміравання ахоўнага току ў падземных магістральных трубаправодах.

Забеспячэнне велічыні ахоўнага патэнцыялу ўчастка трубаправода найпрост залежыць ад велічыні нацякаючага ахоўнага току $I_{ахоўн}$. Уплыў на размеркаванне патэнцыялу ўздоўж абароненага ўчастка аказваюць зменлівыя, як у часе, так і па працягласці, параметры абароненага аб'екта, абсталяванне супрацькаразійнай абароны і навакольнага асяроддзя. У сваю чаргу, на велічыню ахоўнага тока аказваюць уплыў супраціўленні ланцуга яго працякання [3, 4], такія як:

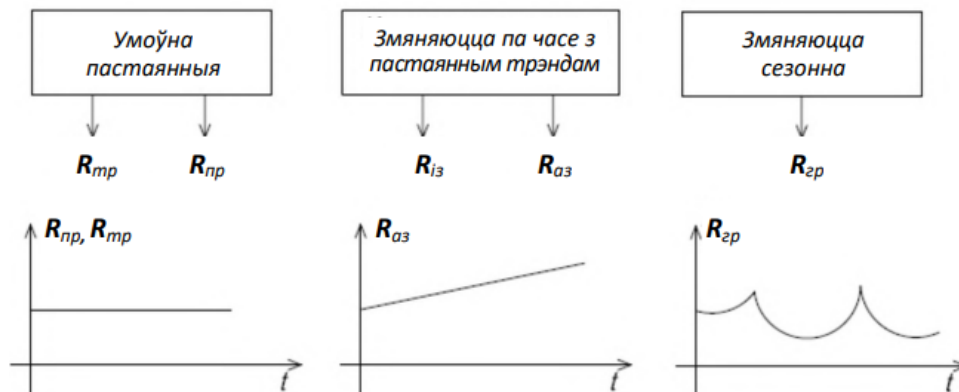
- удзельнае супраціўленне адзінкі паверхні ізаляцыйнага пакрыцця $R_{із}$, Ом·м²;
- супраціўленне анодных заземленняў $R_{аз}$, Ом;

- удзельнае супраціўленне грунта $R_{зр}$, Ом·м;
 - пагоннае прадольнае супраціўленне металу трубаправода $R_{тр}$, Ом/м;
 - супраціўленне спалучальных правадоў $R_{пр}$, Ом.
- Схема працякання ахоўнага току прадстаўлена на малюнку 1.



Малюнак 1 – Схема праходжання ахоўнага току: 1 – трубаправод, які абараняецца; 2 – ізаляцыйнае пакрыццё; 3 – злучальныя праводы; 4 – станцыя катоднай абароны; 5 – анодныя заземленні

Складанасць падтрымання ахоўнай рознасці патэнцыялаў складаецца ў дынамічнай змене супраціўленняў на ўчастку, які абараняецца. Правёўшы класіфікацыю супраціўленняў, якія ўплываюць, быў праведзены іх падзел на 3 групы ў залежнасці ад зменлівасці іх велічыні ў часе. Былі вылучаны ўмоўна пастаянныя супраціўленні (да іх аднесены супраціўленне металу трубаправода і злучальных правадоў); супраціўленні, якія змяняюцца ў часе з пастаяннай тэндэнцыяй (супраціўленні ізаляцыі і анодных заземленняў) і якія змяняюцца сезонна (удзельнае супраціўленне грунта). Графічнае адлюстраванне класіфікацыі супраціўленняў, якія ўплываюць на ахоўны патэнцыял, прадстаўлена на малюнку 2.



Малюнак 2 – Графічнае адлюстраванне класіфікацыі супраціўленняў, якія ўплываюць на ахоўны патэнцыял: $R_{тр}$ – пагоннае прадольнае супраціўленне трубаправода; $R_{пр}$ – супраціўленне спалучальных правадоў; $R_{із}$ – удзельнае супраціўленне адзінкі паверхні ізаляцыйнага пакрыцця; $R_{аз}$ – супраціўленне анодных заземленняў; $R_{зр}$ – удзельнае электрычнае супраціўленне грунта; t – час

Удзельнае супраціўленне грунта ўвесь час змяняецца ў залежнасці ад кліматычных умоў. Супраціўленне анодных заямленняў з часам павялічваецца, праз з'яўленне ка-разійных адкладаў на іх паверхні. Супраціўленні металу трубаправода і спалучальных правадоў у часе практычна не змяняюцца.

Удзельнае супраціўленне адзінкі паверхні ізаляцыйнага пакрыцця даволі значна зніжаецца паводле экспанентнага закону ў працэсе эксплуатацыі нафтаправода [5]:

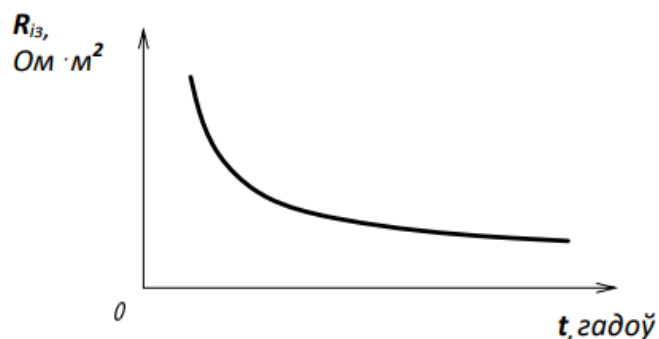
$$R_{iz}(t) = R_{iz0} \cdot e^{-\gamma \cdot t}, \text{ Ом} \cdot \text{м}^2 \quad (1)$$

дзе t – тэрмін эксплуатацыі трубаправода, год;

R_{iz0} – пачатковае значэнне ўдзельнага супраціўлення адзінкі паверхні ізаляцыйнага пакрыцця, Ом·м²;

γ – каэфіцыент, які характарызуе хуткасць змянення супраціўлення ізаляцыі ў часе, 1/год (для бітумных пакрыццяў $\gamma = 0,05$; для палімерных пакрыццяў $\gamma = 0,08$).

Графік змянення супраціўлення ізаляцыі ў часе паказаны на малюнку 3.



Малюнак 3 – Графік змянення супраціўлення ізаляцыі R_{iz} у часе

Ва ўмовах працяглай эксплуатацыі нафтаправодаў, якая суправаджаецца ўтварэннем лакальных участкаў няпоўнай абароны ў месцах, дзе ўтварыліся дэфекты ахоўных пакрыццяў, асноўнымі варыянтамі аднаўлення ахоўнага патэнцыялу з'яўляюцца наступныя:

- 1) усталёўка дадатковых станцый катоднай абароны (СКА);
- 2) усталёўка дадатковых або ремонт існуючых анодных заямленняў;
- 3) поўная пераізаляцыя ўчасткаў трубаправода;
- 4) пераход ад нармальнага да ўзмоцненага ахоўнага пакрыцця паверхні трубаправада згодна з [2];
- 5) змена рэжымаў работы СКА.

Пералічаныя мерапрыемствы 1–4 патрабуюць значных матэрыяльных укладанняў, таму пераважным і першачарговым з'яўляецца мерапрыемства 5 са знаходжаннем аптымальных рэжымаў работы СКА, якія даюць магчымасць наяўнымі сродкамі абароны падтрымліваць на належным узроўні ахоўны патэнцыял. Асноўнымі з іх могуць з'яўляцца ўжыванне імпульснага току электрахімічнай абароны, атрыманага ад прыродных крыніц энергіі і перагляд канцэпцый усталёўкі анодных заямляльнікаў з мэтай падвышэння інтэгральнай эфектыўнасці абароны падземнага трубаправода ў цэлым.

Літаратура

1. ГОСТ 9.602–2016. Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. Издание официальное. – Москва, Стандартинформ, 2016.

2. ГОСТ 25812-8. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. Издание официальное. – Государственный комитет СССР по стандартам. – Москва, 1983.

3. Глазков, В. И. Определение переходного сопротивления подземных металлических трубопроводов / В. И. Глазков, В. Г. Котик, Н. П. Глазов // Коррозия и защита в нефтедобывающей промышленности. – 1967. – № 5. – С. 29–34.

4. Иванов, В. Т. Влияние неоднородных участков изоляции на распределение тока при электрохимической защите металлов от коррозии / В. Т. Иванов, Ф. Г. Гадилова // – М.: Электрохимия, 1981. – Вып. 2. – Том 17. – С. 321–325.

5. Александров, Ю. В. Разработка методологии эффективного предупреждения разрушения длительно эксплуатируемых газопроводных систем, подверженных стресс-коррозии, автореф. дис. доктора техн. наук / Ю. В. Александров. – Ухта: УГТУ, 2013. – 43 с.

А. Н. Купо, Н. В. Лукашевич

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЦИТ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Эффективная система технической поддержки является значимым условием успешной работы любого учебного заведения. Она обеспечивает оперативное решение технических проблем, поддерживая непрерывность учебного процесса и повышая удовлетворенность пользователей. Чтобы достичь этих целей, необходим чёткий и систематизированный учёт всех обращений и действий в рамках технической поддержки. Учёт позволяет не только отслеживать текущее состояние запросов, но и анализировать данные для улучшения качества работы в будущем.

Использование электронных таблиц, таких как Google Таблицы, для учёта технической поддержки представляет собой эффективное и удобное решение, которое обладает множеством преимуществ.

Удобство и доступность: понятный и удобный интерфейс, благодаря облачным технологиям, данные всегда под рукой, что позволяет оперативно реагировать на изменения и обновления.

Электронные таблицы являются неотъемлемым инструментом для учёта в системе технической поддержки, обеспечивая эффективность работы, прозрачность процессов и высокий уровень сервиса для пользователей. Их гибкость и масштабируемость делают их идеальным решением для университетов любого размера.

Перед началом разработки любой информационной системы стоит задача определения и анализа требований. Это критический этап, который определяет функциональные возможности и ограничения будущей системы, её взаимодействие с пользователями и другими системами. Для онлайн системы учёта технической поддержки это особенно важно, так как система должна быть удобной, надёжной и масштабируемой [1, 2].

Сбор требований начинается с определения основных пользовательских ролей и их потребностей. В нашем случае это будут:

- пользователи, нуждающиеся в технической поддержке;
- специалисты технической поддержки, обрабатывающие запросы;
- администраторы системы, отвечающие за настройку и поддержку системы.

Для каждой роли определяются сценарии использования системы, которые в дальнейшем лягут в основу функциональных требований.