

# ИМПУЛЬСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР АНОДНОГО ТОКА ДЛЯ СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ

**А. В. Мельников**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

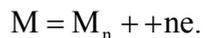
Научные руководители: Ю. В. Крышнев, Л. А. Захаренко

Большинство материалов, из которых изготовлены конструкции, включая металлы, постепенно деградируют в результате воздействия природных или техногенных факторов. В результате таких процессов конструкции выходят из строя.

Средства повышения коррозионной устойчивости основаны на совершенствовании металлических материалов (создание коррозионностойкой стали и др.), разработка средств химзащиты материалов (покрытия, ингибиторы), совершенствовании условий эксплуатации конструкций (деаэрация и др.). Назначение этих технологий – повышение надежности эксплуатации объектов техники за счет уменьшения коррозионных потерь.

Коррозию определяют также как процесс разрушения металлических конструкций, различных объектов техники в результате физико-химического взаимодействия с внешней средой.

Большая часть коррозионных процессов происходят по электрохимическому механизму. Это означает, что разрушение металла происходит в результате анодной электрохимической реакции. Причиной возникновения такой реакции является катодный процесс на поверхности металла. Обычно участниками катодных реакций являются кислород воздуха или ион водорода в кислых растворах, молекула воды в нейтральном растворе. Эти вещества по вышеупомянутой схеме катодного процесса принимают электроны, которые генерируются в анодной реакции:

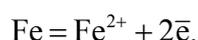


Именно эта реакция и выражает сущность процесса деградации конструкционного материала.

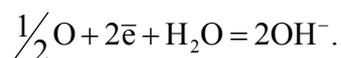
Коррозия наружной поверхности подземных трубопроводов имеет электрохимическую природу, протекает на границе двух фаз – металла и водной фазы и сопровождается протеканием через эту границу электрического тока.

Электрохимический механизм растворения (коррозии) металла является результатом одновременного протекания двух сопряженных реакций – анодной и катодной.

Анодная реакция представляет собой ионизацию атомов металла за счет потери ими отрицательно заряженных электронов и сопровождается переходом металла в раствор в виде гидратированных ионов с последующим образованием малорастворимых продуктов коррозии:



Катодная реакция представляет собой ассимиляцию отрицательно заряженных электронов, освободившихся в результате анодной реакции, каким-либо деполяризатором, содержащимся в водной среде. В роли такого деполяризатора чаще всего выступает кислород:



Участки анодных и катодных реакций на поверхности металла пространственно разделены, но для протекания коррозионного процесса необходим переток электронов в металле от анода к катоду. Материальный эффект коррозионного разрушения металла проявляется на аноде.

На скорость коррозии оказывают влияние множество различных факторов: pH-среды, химический состав металла и водной среды, температура металла и среды и т. д. Классическая зависимость скорости коррозии (реакции ионизации растворения металла) от его потенциала (рис. 1) описывает главные области растворения (коррозии) металла по различным механизмам: *AB* – активная область коррозии, *BC* – переходная область, *CD* – пассивная область, *DE* – область нарушения состояния пассивности. Под влиянием различных факторов (природы металла, состава электролита, температуры), параметры этой зависимости могут изменяться. Так, с увеличением концентрации хлора (хлорид-ионов) в водном растворе и связанным с этим уменьшением щелочности (показатель pH) может исчезнуть пассивная область *CD*.

Защита от коррозии необходима, когда скорость ионизации (растворения) металла превышает допустимое для данной системы значение  $i_{\text{доп}}$ . Если потенциал коррозии металла подземного трубопровода находится в активной зоне  $\varphi_{\text{кор}}(1)$  и коррозия протекает с кислородной деполяризацией, можно уменьшить скорость коррозии до приемлемого значения  $I < i_{\text{доп}}$ , сместив потенциал к более отрицательному значению в активной области, например к  $\varphi_{\text{кор}}(3)$ .

Катодная защита широко используется для уменьшения коррозии подземных и подводных трубопроводов и стальных опор высоковольтных передач, нефтяных платформ и причалов.

Существующие правила катодной защиты предполагают групповое включение анодов к одному защищаемому объекту. Причем, защитные токи в каждом из анодов должны устанавливаться индивидуально и корректироваться в процессе эксплуатации.

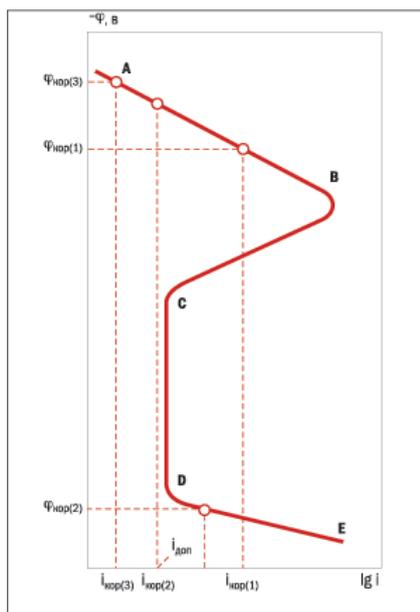


Рис. 1. Зависимость скорости реакции ионизации металла от потенциала

В настоящее время в системе электрохимзащиты подземных трубопроводов для распределения токов между несколькими анодами используются блоки диодно-резисторные (БДР). Фактически БДР представляет собой набор мощных резисторов различного сопротивления, а задание токов выполняется подбором резисторов.

Недостатки существующих систем (с использованием БДР):

- 1) процесс регулировки усложняется по причине взаимного влияния параллельно включенных анодов;
- 2) на регулирующем элементе выделяется большая тепловая мощность, что снижает надежность;
- 3) дестабилизирующие факторы, к которым можно отнести изменение сопротивления грунта и износ анодов, изменяют значение тока, что негативно сказывается на условиях защиты;
- 4) настройка системы требует больших затрат времени.

Для улучшения эксплуатационных характеристик СКЗ, специалистами УО «ГГТУ им. П. О. Сухого» выполнена разработка метода и средств стабилизации анодного тока. Отличительными особенностями данного стабилизатора являются бесконтактное измерение тока в цепи анода и наличие цифрового автоматического регулятора, осуществляющего поддержание заданного тока.

В качестве управляющего контроллера выбран 16-ти разрядный контроллер PIC24FJ32GA102 фирмы Microchip, его отличительной особенностью является наличие пяти индивидуально настраиваемых генераторов цифровых сигналов, три из которых используются для формирования сигналов управления ключами.

Микроконтроллер обеспечивает:

1. Стабилизацию анодного тока в каждом из трех каналов независимо друг от друга.
2. Интерфейс с пользователем посредством клавиатуры и дисплея.
3. Сохранение заданных токов в энергонезависимой памяти микроконтроллера.
4. Диагностику подключения входного напряжения и анодов к соответствующему каналу.

В результате работы:

- разработан метод стабилизации анодного тока для формирования потенциалов электрохимической защиты подземных магистральных нефтепроводов;
- разработан и используется на ОАО «Гомельтранснефть Дружба» многоканальный стабилизатор-делитель анодного тока для станции катодной защиты;
- проведены лабораторные и натурные испытания многоканального стабилизатора-делителя анодного тока, результаты которых подтверждают его работоспособность и возможность дальнейшего применения для задания и автоматического поддержания индивидуальных значений токов для каждого анода.

В перспективе разработка может быть использована на подземных нефте- и газопроводах с произвольным количеством защищаемых трубопроводов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Методы контроля и измерений при защите подземных сооружений от коррозии / Н. П. Глазов [и др.]. – М. : Недра, 1978. – 215 с.
2. Защита трубопроводов от коррозии : в 2 т. / Ф. М. Мустафин [и др.]. – СПб. : Недра. – 2007. – Т. 2.
3. Чети, П. Проектирование ключевых источников электропитания / П. Чети. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 240 с.