

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ
СТАЦИОНАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДЗЕМНЫХ
СООРУЖЕНИЙ ОТ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ**

Подземные трубопроводы, в соответствии с нормативными документами, для защиты от электрохимической коррозии имеют изоляционное покрытие и катодную защиту.

Общепризнанным в мировой практике критерием защиты является минимальный защитный потенциал, который принимают равным $U_{\text{защ. min}} = -0,85$ В (по медносульфатному электроду сравнения). Этот критерий ввел в практику электрохимической защиты подземных стальных трубопроводов Роберт Кюн еще в 1928 г. Однако опыт эксплуатации показал, что несмотря на катодную защиту, подземные трубопроводы в местах дефектов изоляционного покрытия имеют коррозионные повреждения. Выяснение причин коррозии катодно защищенных подземных трубопроводов и поиск оптимальных критериев защиты имеют важное значение для обеспечения надёжной и безотказной работы трубопроводов [1].

Почва представляет собой многофакторную коррозионную среду, и необходимо планомерное изучение влияния каждого из внешних факторов на величину защитного потенциала. Это поможет разработать систему общей оценки коррозионной опасности почвы в месте прохождения подземного трубопровода и подобрать оптимальные критерии его защищённости.

В настоящее время многие исследователи занимаются поиском оптимальных критериев защиты подземных металлических сооружений. Необходимость повышения энергоэффективности промышленности заставляет крупнейшие трубопроводные компании изучать данный вопрос.

Например организацией ОАО «АК «Транснефть» был принят стандарт РД-91.020.00-КТН-149-06 «Нормы проектирования электрохимической защиты магистральных трубопроводов и сооружений НПС» где в качестве критерия защищённости для грунтов с УЭС более 300 Ом·м принята величина $U_m = -0,75$ В.

В ОАО «Газпром» после проведения лабораторных исследований в высокоомных грунтах был принят нормативный документ Р Газпром 9.2-005-2009 «Критерии защищённости от коррозии для участков

газопроводов, проложенных в высокоомных (скальных, песчаных, многолетнемерзлых) грунтах», где рекомендованы новые значения защитного поляризационного потенциала. [2].

Постановка цели и задач эксперимента. Исследование изменения стационарного потенциала при сезонных колебаниях влажности во время эксплуатации трубопровода имеет важное значение для определения минимального защитного потенциала.

В данном эксперименте была использована модель, так как проводить измерения на действующих трубопроводах невозможно, ввиду их постоянной поляризации токами катодной защиты. Также на действующих трубопроводах сложно повлиять на влажность, которая является переменным внешним фактором [3].

Настоящая работа направлена на определение зависимости изменения стационарного потенциала от влажности почвы.

Достижение поставленной цели эксперимента осуществлялось выполнением следующих задач:

- изучение методики определения стационарного потенциала и составление плана проведения эксперимента;
- подготовка установки и образцов для проведения эксперимента;
- непосредственное измерение стационарного потенциала образца в грунтах различной влажности
- обработка экспериментальных данных.

Подготовка образцов и экспериментальной установки

Объектом исследования являются стальные пластины, изолированные лентой ПВХ с трёх сторон. Лицевая сторона зачищена до металлического блеска.

Для достоверности полученных результатов достаточным является проведение однофакторного эксперимента по [3] в стандартных естественных грунтовых условиях без необходимости параллельных образцов.

Описание установки. Лабораторная установка для определения стационарного потенциала металла состоит из керамической емкости с почвой, в которой установлен образец – электрод в виде стальной пластины и медно-сульфатный электрод сравнения (МСЭ).

Для измерения стационарного потенциала металла используется мультиметр цифровой.

Общий анализ полученной информации.

- Экстремум функциональной зависимости

Для каждой почвы, в зависимости от ее влагоемкости и засоленности выявлен стационарный потенциал, отвечающий определенному содержанию влаги. При этом график данной зависимости имеет

экстремум. Максимальное значение стационарного потенциала зафиксировано при влажности близкой к пределу водопоглощаемости почвы.

Многочисленные исследователи отмечают, что максимальная коррозионная активность почв находится вблизи максимума их водопоглощаемости [4].

Тот факт, что и зависимость скорости коррозии от влажности и зависимость стационарного потенциала от влажности имеет экстремум, близкий к пределу водопоглощаемости, подтверждает связь скорости коррозии со стационарным потенциалом подземного металлического сооружения.

– Величина $\Delta\varphi_{ст}$

Разница между максимальным и минимальным зафиксированным значением стационарного потенциала составила более 0,2 В, что позволяет сделать вывод, что и минимальный защитный потенциал может изменяться в установленных пределах.

– Анализ кривых поляризации

Анализируя полученные в результате экспериментов графики поляризации стальных образцов в почве, можно заметить следующее:

В начальный период времени кривая потенциал – время в эксперименте с образцом №2 изменялась более резко чем в эксперименте с образцом №1.

Причиной данного различия является повышенная концентрация Cl^- и SO_4^{2-} в солончаковых грунтах, данные ионы легко диффундируют через оксидную плёнку, что приводит к её разрушению.

В тех случаях, когда концентрация этих ионов невелика, происходит постепенное понижение величины потенциала. При достаточно большом содержании Cl^- и SO_4^{2-} в почве разблагораживание потенциала происходит значительно быстрее [4].

– Максимальные значения

Для песчаного грунта в эксперименте № 1 максимальный стационарный потенциал составил -0,679 В, что соответствует минимальному фактическому защитному потенциалу -0,779 В. Таким образом для подземного сооружения в грунте этого типа, с представленным химическим составом, даже при сезонном колебании значения влажности, величины защитного потенциала равного -0,78 В будет достаточно для надёжной катодной защиты от коррозии.

Для грунта в эксперименте № 2 максимальный стационарный потенциал составил -0,746 В, что соответствует минимальному фактическому защитному потенциалу -0,846 В. Данное значение на 0,063 В больше чем для первого типа грунта и практически соответствует установленному НТД минимальному пределу в -0,85 В [5].

Заключение. В результате проделанной работы было изучено влияние влажности на величину стационарного потенциала.

– Было установлено, что при изменении влажности почвы стационарный потенциал может изменяться в широких пределах (0,2 В).

– Анализ полученных данных показал, что максимальное значение стационарного потенциала находится при влажности близкой к пределу водопоглощаемости почвы.

– Рассмотрев максимальные значения стационарного потенциала можно сделать вывод, что для определённых типов грунтов величина минимального защитного потенциала может быть уменьшена.

Для электрохимической защиты подземных сооружений изучение кривых катодной поляризации стали в почвах представляет большой интерес, так как они дают количественные данные о том потенциале, до которого нужно поляризовать трубу для получения требуемой защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об оценке технического состояния подводных переходов магистральных трубопроводов. Вегера А.И., Липский В.К., Кульбей А.Г., Васильев Г.Г. // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Промышленность. Прикладные науки. 2006. № 3. С. 137–142.

2. Концепция повышения энергоэффективности: новый подход к проектированию электрохимической защиты подземных трубопроводов в районах дальнего востока. А.Р. Бакиров, А.Е. Кутырев // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск № 4. Электрификация и энергоэффективность. М.: Изд-во МГГУ. 2011. – № 4 С. 62–71.

3. ГОСТ Р50.1.040-2002 Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 2002. –36 с.

4. В.В. Притула., Подземная коррозия трубопроводов и резервуаров. М.: Акела, 2003, 225 с.

5. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. -М. ВНИИгаз, 1999. –52 с.