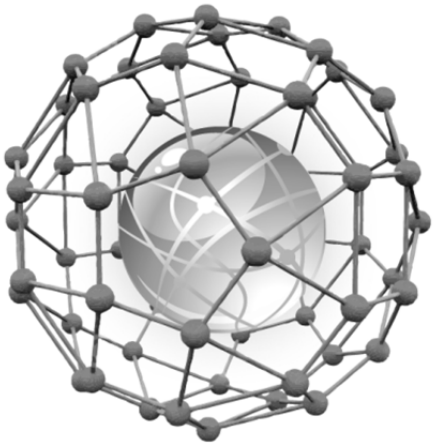
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Химический факультет

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Материалы Международной научной конференции
21–22 мая 2015 г.

Том 3



Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2015

УДК 543.062:544.6.076.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРИД-ИОНОВ В ГРУНТЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КОРРОЗИОННОЙ АКТИВНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Баталова ВалентинаНиколаевна, канд. хим. наук, доцент кафедры аналитической химии, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет,634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: batvn@sibmail.com
Шумакова Наталья Алексеевна, студент, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: tasha_shumakova@mail.ru
Капустянская Полина Андреевна, студент, Национальный исследовательский Томский государственный университет, химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: polinochka80794@mail.ru

Актуальность работы обусловлена отсутствием методики комплексной оценки коррозионной активности грунтов по количественному вкладу таких факторов как влажность, pH, концентрация некоторых ионов, кислорода и прочих веществ, способствующих коррозии трубопроводов. Кроме того, отсутствуют мобильные приборы для мониторинга основных параметров почвы, влияющих на развитие коррозионных процессов в магистральных трубопроводах.
Цель работы: заключалась в выборе индикаторного электрода и разработке алгоритма проведения измерений методом прямой потенциометрии непосредственно в грунте.
Методы исследования: прямая потенциометрия, вольтамперометрия.
В результате работы изучены электродные характеристики 2-х типов мембранных электродов и серебряного электрода I рода в стандартных растворах хлорида калия и в модельных системах: песок, торф, глина. Исследовано влияние ряда факторов: природы фонового электролита, концентрации хлорид – ионов, температуры, pH среды на электродную функцию. Изучено влияние времени на потенциал электрода при различной температуре измеряемой среды. Выбраны оптимальные условия. Изучены эксплуатационные характеристики ячейки. Предложены варианты очистки рабочих электродов в процессе анализа грунта.
Ключевые слова: мебранный потенциал, грунт, хлорид-ионы, ионометрия.

DEVELOPMENT TECHNIQUE FOR MEASURING CHLORIDE IONS CONCENTRATION IN THE SOIL FOR MONITORING CORROSIVITY STEEL PIPELINES

Valentina N. Batalova, Ph.D., Associate Professorof Department of Analytical Chemistry, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: batvn@sibmail.com
Natalya A. Shumakova, student, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: tasha_shumakova@mail.ru
Polina A. Kapustyanskaya, student, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: polinochka80794@mail.ru

Relevance of the work due to the lack of integrated assessment techniques ground corrosion activity to quantify the contribution of factors such as humidity, pH, concentration of certain ions, oxygen and other substances that contribute to pipeline corrosion. In addition, the lack of mobility devices for monitoring major parameters of the soil, affecting the development of corrosion processes in the main pipelines.
The main aim of the study was to select the indicator electrode and to develop an algorithm for measuring the concentration of chloride ion by direct potentiometry directly in the ground. The methods used in the study: direct potentiometry, voltammetry. The results: electrode characteristics of 2 types of membrane electrodes and silver electrode were investigated in a standard solution of potassium chloride and in model systems: sand, peat, clay. Some factors were examined: the nature of the background electrolyte, concentration of chloride, temperature, pH. The effect of time on the electrode potential at different temperatures has been studied. The optimum conditions were selected. Operational characteristics of the cell were investigated. Options for the treatment of working electrodes during the analysis of soil have been proposed.
Key words: the membrane potential, soil, chloride ions, ionometry.

Известно, что наиболее значимым фактором, влияющим на процесс коррозии подземных трубопроводов является состав и свойства контактирующего с ними грунта или почвы. Скорость коррозии зависит от pH, влажности, анионного состава, концентрации ряда веществ в грунте, температуры и пр.[1]. Объемы коррозионной повреждаемости определяют необходимость проведения масштабных и дорогостоящих ремонтов трубопроводов. В настоящее время коррозионную активность грунтов оценивают по величине удельного электрического сопротивления согласно ГОСТ Р 51164-98 [2] и ГОСТ 9.602-2005, но для прогнозирования коррозии необходимо знать совокупность параметров, в том числе химический состав грунта, что позволит более эффективно бороться с этой проблемой. В этой связи разработка чувствительного и надежного датчика содержания хлорид-иона в грунте, влияющего на скорость коррозии, является, несомненно, актуальной.

Цель работы заключалась в выборе индикаторного электрода и разработке алгоритма проведения измерений методом прямой потенциометрии непосредственно в грунте.

Для оптимального выбора рабочего электрода необходимо учесть множество факторов, таких как, параметры анализируемой среды: диапазон концентраций анализируемого иона, температура, наличие мешающих ионов, наличие веществ, агрессивных к материалу электрода, физическое состояние анализируемого материала, конфигурация электродов и форма чувствительной мембраны. Основной характеристикой измерительного электрода является диапазон определения, то есть такая область электродной функции, в которой отклонения от линейности не превышают некоторую заданную величину, например pX=0,2 [3].

В работе использовали иономер типа И–150, электрод сравнения – хлоридсеребряный типа ЭСр–1 с насыщенным раствором KCl. В качестве индикаторного электрода исследованы: мембранный кристаллический типа ЭЛИС – 131 (лабораторный) и электрод мембранный типа ЭМ–С1–01 (для лабораторных и промышленных работ). Электрод типа ЭЛИС – 131 имеет мембрану на основе прессованного порошка Ag_2S +AgCI и поливинилхлорида, не требует заполнения внутренним раствором. Электрод типа ЭМ–С1–01 имеет мембрану такого же химического состава, состоящую из солей серебра, но органическую матрицу – на основе полистирола и требует заполнения внутренним раствором 0.1M KCl перед применением.

Для разработки методики выполнения измерений концентрации хлорид-ионов в грунте методом прямой потенциометрии изучены электродные характеристики 2-х типов мембранных электродов и серебряного электрода I рода. На стандартных растворах хлорида калия и на модельных системах: песок, торф, глина. Исследовано влияние на электродную функцию ряда факторов: природы фонового электролита, концентрации хлорид-ионов; температуры. Изучено влияние времени на потенциал электрода при различной температуре измеряемой среды. Выбраны оптимальные условия.

Градуировочные зависимости на фоне 0,1 M Na_2SO_4 для двух мембранных электродов представлены на рис. 1, из которого видно, что крутизна электродной функции (коэффициент при x в уравнении прямой) электрода 2 несколько выше, чем электрода 1 и практически соответствует теоретически рассчитанному значению 54 мВ. Аналогичные данные получены для фона 0,1 M KNO_3, следовательно, его также можно использовать в качестве регулятора ионной силы.

Изучение влияния времени на потенциал ячейки показало, что формирование стабильного потенциала электрода происходит уже через 5 секунд после начала измерений для концентраций в области 0,001–0,1 моль/л и через 2 минуты для концентрации 0.0001 моль/л, рис. 2. Установлено, что повышение температуры исследуемого раствора в интервале от 5 до 25 ºС повышает крутизну электродной функции. Аналогичные исследования проведены для песка, глины и торфа.

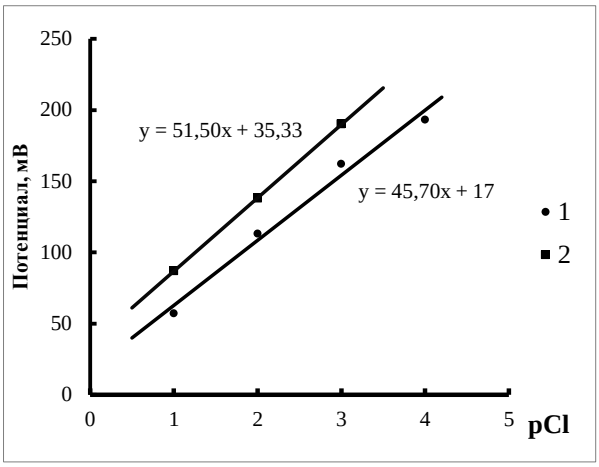


Рис. 1. Концентрационные зависимости на фоне 0.1М Na_2SO_4: 1 – электрод ЭЛИС – 131; 2 – электрод ЭМ–С1–01

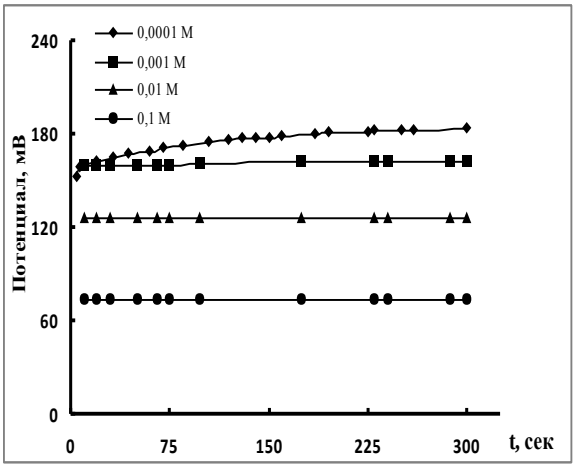


Рис. 2. Влияние времени на величину потенциала на фоне 0,1 М Na_2SO_4 для электрода ЭМ–С1–01

Выводы

Выбраны оптимальные условия определения Cl-ионов в грунте методом прямой потенциометрии с ионселективным кристаллическим электродом. Изучены эксплуатационные характеристики ячейки. Предложены варианты очистки рабочих электродов в процессе анализа грунта.

Данное научное исследование выполнено при поддержке Программы «Научный фонд ТГУ им. Д.И. Менделеева» в 2015 – 2016гг.

This study was supported by The Tomsk State University Academic D.I. Mendeleev Fund Program in 2015–2016.

Список литературы

1. Теплинский Ю.А., Воронин В.Н., Мамаев Н.И. Исследование коррозионной активности грунтов на участках прокладки подземных газопроводов // Практика противокоррозионной защиты. 2009. № l. С. 41–47.
2. ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. М.: Изд-во стандартов. 1998.
3. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. М.: Мир, 1980. 264 с.

References

1. Teplinskij Yu.A., Voronin V.N., Mamaev N.I. Issledovanie korrozionnoj aktivnosti gruntov na uchastkah prokladki podzemnyh gazoprovodov // Praktika protivokorrozionnoj zaschity. 2009. No l. S. 41–47.
2. GOST R 51164-98 Truboprovody stal'nye magistral'nye. Obschie trebovaniya k zaschite ot korrozii. M.: Izd-vo standartov. 1998.
3. Kamman K. Rabota s ionoselektivnymi `elektrodami. M.: Mir, 1980. 264 s.