

Based on Utilization of the Mechanoelectric Transformation Phenomenon.
Russian Journal of Nondestructive Testing, 2010, Vol. 46, N. 1, P. 5-9.

РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10.1

Мазиков С.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Вавилова Г.В., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Измеритель емкости САР-10.1 предназначен для контроля емкости электрического провода непосредственно в процессе производства на стадии нанесения изоляции на токопроводящую жилу.

САР-10.1 обеспечивает измерение погонной емкости (50...500) пФ/м проводов наружным диаметром изоляции (0,5...12) мм с максимально допустимой погрешностью 2,5 % в условиях значительного изменения электропроводности воды, эквивалентной изменению концентрации NaCl в диапазоне (0...4) г/л.

Внешний вид измерителя емкости САР-10.1, состоящего из электроемкостного измерительного преобразователя (ЭЕИП) и пульта отображения информации и допускового контроля БИ-1, представлен на рисунке Рис. 1 [1].

Принцип действия измерителя емкости основан на измерении силы тока, по значению которой при известных амплитуде и частоте приложенного напряжения можно судить о значении емкости провода. Предложенный метод реализуется за счет использования единственно возможный вариант [2] реализации ЭЕИП, основанного на применении трубчатого электрода, погруженного вместе с контролируемым проводом в охлаждающую ванну экстрезивной линии.

Значение погонной емкости провода C_{Π} , пФ/м описывается линейной функцией преобразования вида:

$$C_{\Pi} = C_0 + k \cdot I_x, \quad (1)$$

где C_0 , пФ/м и k , пФ/(м·А) – постоянная составляющая и коэффициент пропорциональности.

Коэффициенты функции преобразования (1) зависят от конструктивных параметров конкретного ЭЕИП и рассчитываются индивидуально при перичной настройке измерителя емкости.

Первичная настройка измерителя емкости САР-10.1 проводится на этапе его изготовления и заключается в определении коэффициентов

функции преобразования (1) выходного сигнала ЭЕИП в результат измерения емкости контролируемого провода.

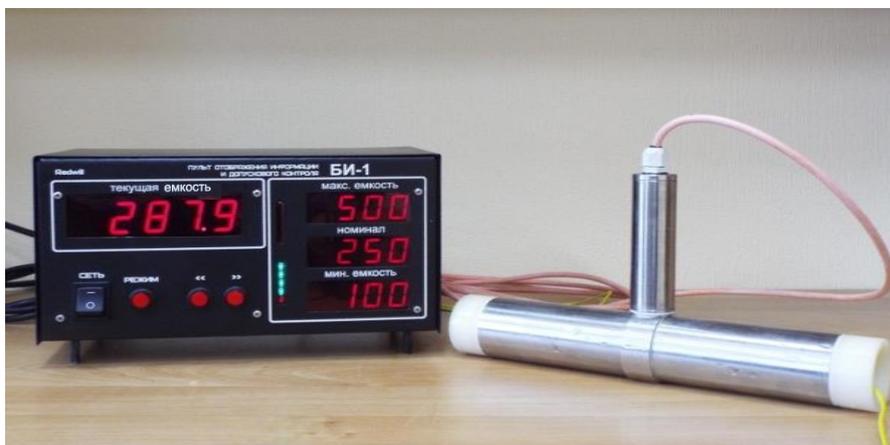


Рис. 1. Внешний вид прототипа измерителя емкости CAP-10.1

Для проведения первичной настройки используются специально подготовленные отрезки одножильных проводов с изоляцией из различных материалов с известными значениями погонной емкости от 180 до 460 пФ/м в пределах диапазона измерения CAP-10.1 [3]. Действительное значение емкости этих образцов определяются измерением в соответствии с требованиями ГОСТ 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний» [4].

Экспериментальные исследования [5] показывают значительную зависимость значение погонной емкости провода от текущего значения электропроводности воды, в которую погружен ЭЕИП, и появление погрешности измерения емкости провода до 20 %.

Для устранения этого влияния на результат измерения емкости провода используется методика отстройки, основанная на косвенном измерении значения электропроводности воды, которое может быть определено путем изменения фазы тока измерительного электрода,

вернее соотношения $t = \frac{\operatorname{Re} I_x}{\operatorname{Im} I_x}$, равного $\operatorname{tg} \varphi$ (φ – угол между вектором тока и мнимой осью комплексной плоскости) [5] или изменения тока I генератора, нагруженного на все электроды ЭЕИП [6].

Отстройка от влияния мешающих факторов заключается в замене коэффициентов $C_0(\lambda)$, пФ/м и $k(\lambda)$, пФ/(м·А) в функции преобразования (1) на соответствующие функции $C_0(t)$ пФ/м и $k(t)$, пФ/(м·А) или $C_0(I)$ пФ/м и $k(I)$, пФ/(м·А), которые с достаточной степенью приближения могут быть описаны полиномами второго порядка, коэффициенты

которых определяются конструктивными параметрами используемого ЭИИП.

При обнаружении в процессе измерения погонной емкости провода систематической погрешности можно провести «рабочую» настройку измерителя емкости САР-10.1, которая осуществляется в автоматизированном режиме в условиях технологического процесса. Задача «рабочей» настройки состоит в определении значения емкости ΔC , пФ/м, рассчитываемого по формуле:

$$\Delta C = \Delta C_1 + \frac{\Delta C_2 - \Delta C_1}{C_{x2} - C_{x1}} (C_x - C_{x1}) \quad (2)$$

Алгоритм корректировки производится с помощью стандартной операции исключения систематической погрешности, приведенной на рисунке 2.

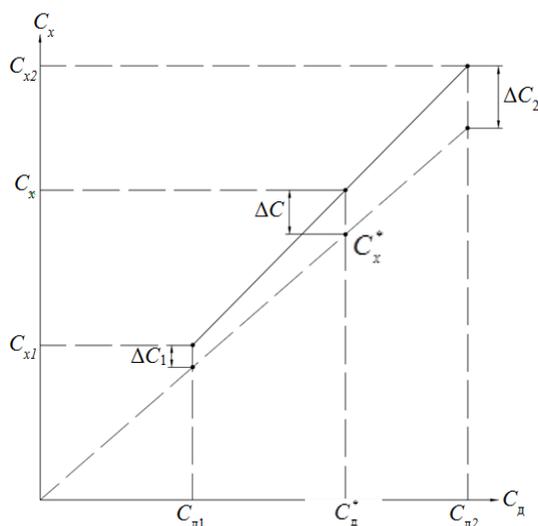


Рис. 2. Алгоритм корректировки измеренного значения погонной емкости

Скорректированное значение погонной емкости C_x^* , пФ/м, для любого образца провода, рассчитывается по формуле:

$$C_x^* = C_x - \Delta C \quad (3)$$

При проведении «рабочей» настройки необходимо четко знать температуру воды охлаждающей ванны, где установлен измеритель емкости, потому что температурные режимы охлаждения изоляции провода значительно отличаются от нормальных условий, регламентируемых ГОСТ. Температура охлаждения изоляции провода в процессе экструзии во многом зависит от материала изоляции и может составлять от 40 до 200 °С.

В измерителе емкости реализуется отстройка от изменения электропроводности воды, в том числе и за счет изменения

температуры воды. Но к изменению емкости провода может привести и изменение температуры изоляции [3]. Учитывая это, используемые для проведения первичной и «рабочей» настроек должны иметь паспорт, в котором указаны действительные значения емкости при различных температурах изоляции.

Для проведения настроек измерителя емкости САР-10.1 используются контрольные образцы проводов с известными действительными значениями емкости, как в нормальных условиях, так и при различных температурных условиях, соответствующих технологическому процессу охлаждения изоляции провода. Разработана методика проведения первичной настройки, позволяющая получить коэффициенты функции преобразования выходного сигнала ЭЕИП в результат измерения емкости контролируемого провода, с использованием отстройки от мешающих факторов на основе изменения фазы тока измерительного электрода и на основе измерения тока генератора, нагруженного на все электроды ЭЕИП. Предложена методика автоматизированной «рабочей» настройки, позволяющий скорректировать показания измерителя емкости САР-10.1 за счет исключения систематической погрешности измерения.

Список информационных источников

1. Гольдштейн А.Е. Измеритель погонной емкости одножильного провода для технологического контроля/ А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова// Ползуновский вестник. – 2015. – № 3. – с. 38-42.

2. Пат. № 20030128038 US, МПК G01R 27/26. Capacitance monitoring systems/ Patrick Fleming, Lee Robert Coleman.; заявл. 25.01.2001; опубл. 10.07.2003. - № 10/182766.

3. С.В. Мазиков, Г.В. Вавилова. Определение действительного значение погонной емкости образцов провода// Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов IV Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых в 3 т. – 2015. – Т. 1. – Томск: Изд-во ТПУ. – с. 131-135.

4. ГОСТ 27893-88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний. – Введ. 1990.01.01. – с измен. 2015-01-16.

5. Гольдштейн А.Е. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля/ А.Е. Гольдштейн, Г.В. Вавилова// Ползуновский вестник. – 2013. – № 2. – с. 146-150.

6. Пат. № №2578658 RU МПК G01R27/26 Способ измерения погонной емкости одножильного электрического провода/ Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В., Редько В.В.; заявл. 29.12.2014; опубл. 15.04.2016.

СИСТЕМА ЭКСПОРТНОГО КОНТРОЛЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В ТПУ

Мазиков С.В.¹, Гальцева О.В.¹, Нешина Е.Г.²

¹Томский политехнический университет

²Карагандинский государственный технический университет, г.

Караганда, Казахстан

Научный руководитель: Гальцева О.В., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В связи с задачами расширения международного сотрудничества, как Российской Федерации в целом, так и Томского политехнического университета в частности, на первый план выходят вопросы соблюдения процедуры экспортного контроля. Государственная политика в области экспортного контроля является составной частью внутренней и внешней политики Российской Федерации и осуществляется исключительно в целях обеспечения безопасности страны, ее политических, экономических и военных интересов. Одновременно экспортный контроль является механизмом обеспечения выполнения на национальном уровне международных обязательств Российской Федерации в области нераспространения оружия массового поражения.

Как известно, экспортный контроль осуществляется в отношении определенной группы контролируемых товаров и технологий (сырья, материалов, оборудования, научно-технической информации, работ, услуг, результатов интеллектуальной деятельности), которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники либо при подготовке и (или) совершении террористических актов.

Сама процедура экспортного контроля основана на правилах осуществления внешнеэкономических операций с товарами и технологиями, включенными в контрольные списки, определены постановлениями Правительства Российской Федерации, которыми регламентируются порядок и условия совершения сделок, требования к заключаемым контрактам, а также к составу и содержанию документов, представляемых для получения лицензии.