

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЕМКОСТИ ПРОВОДА В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

*Вайцель Игорь Александрович*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск*

E-mail: vaitseligor@icloud.com

*Айжамбаева Саулекул Жакешовна*

*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда*

## INVESTIGATION OF CHANGES IN THE CAPACITANCE OF THE WIRE IN DIFFERENT TEMPERATURE REGIMES

*Vaitsel Igor Aleksandrovich*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

*Ayzhambaeva Saulekul Zhakeshovna*

*Karaganda State Technical University, Karaganda*

**Аннотация:** Статья посвящена исследованию работы прибора САР-10.1 в различных условиях, характерных для технологического процесса производства провода. Цель работы: провести исследование изменения показаний измерителя емкости САР-10.1 при изменении электропроводности воды за счет изменения температуры и общей минерализации воды. Проведенное исследование позволяет утверждать, что прибор готов к внедрению в линию производства провода, на этап наложения изоляции.

**Abstract:** The paper is devoted to the device CAP-10.1 investigation in various conditions characteristic of wire manufacturing process. Purpose: investigation the changes in the reading of the device CAP-10.1 when changing the water conductivity due to changes in temperature and total water mineralization, typical for wire manufacturing process. The research results suggests that the device CAP-10.1 is ready for implementation in wire production line of at the insulation stage.

**Ключевые слова:** погонная емкость, электрический провод, удельная электропроводность, электроемкостный измерительный преобразователь, калибровка, настройка, отстройка от влияния электропроводности воды, поливинилхлорид, полиэтилен, резина.

**Keywords:** capacitance per unit length, electrical wire, conductivity, electro-capacitive measuring transducer, calibration, adjustment, offset from the impact in water conductivity, polyvinylchloride, polyethylene, rubber.

Емкость провода необходимо контролировать непосредственно в процессе его производства [1], для того что бы минимизировать затраты временных, финансовых, и энергоресурсов предприятия в случае нарушения технологического процесса, за счет своевременного их устранения. Для осуществления данной задачи, разработан прибор САР-10.1 [2]. Для внедрения данный прибор в линию производства провода, необходимо произвести испытания опытного образца в условиях характерных для технологического процесса производства провода [1].

Для данного исследования были отобраны четыре контрольных образца [3], которые представляю собой отрезки провода с изоляцией из ПВХ, полиэтилена и резины различных геометрических размеров.

Исследование состоит из 4-х частей.

В первой части эксперимента определялось действительное значение каждого образца в диапазоне температур от 20 до 80 °С, при нормальной минерализации воды ( $\lambda \sim 0.5\%$ ) [4]. Измерения проводились в соответствии с требованиями ГОСТа 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний»[5].

Во второй части эксперимента определялось действительное значение каждого образца в диапазоне температур от 20 до 80°С, но уже при повышенной общей минерализации воды ( $\lambda \sim 1.5\%$ ) [6].

Выбор температурных параметров при проведении эксперимента обусловлен тем, что данные условия сопоставимы с условиями технологического процесса производства провода [7, 8].

Данные полученные в первых двух частях необходимы для калибровки [9] опытного образца САР-10.1 и для сравнения данных полученных в результате измерения данным прибором.

Третья и четвертая часть направлены на исследование работы опытного образца САР-10.1 в условиях, реализованных в первой и второй части эксперимента соответственно. На рис. 1 показана схема эксперимента.



Рис. 1. Схема измерения емкости провода с помощью САР-10.1

На рис. 2 приведены зависимости значений емкости провода от изменения температуры воды при реализации всех частей эксперимента для образца провода с изоляцией из полиэтилена. Красные закрашенными метками (▲▲▲) показаны действительные значения емкости провода при использовании воды нормальной минерализации ( $\lambda \sim 0.5\%$ ), синими незакрашенными метками (○○○)

– действительные значения емкости провода при использовании воды с повышенной общей минерализацией ( $\lambda \sim 1.5\text{‰}$ ). Значения емкости провода при различных температурах воды, измеренные САР-10.1, показаны черными незакрашенными метками (□□□) при использовании воды нормальной минерализации ( $\lambda \sim 0.5\text{‰}$ ) и коричневыми покрашенными метками (◆◆◆) – использовании воды с повышенной общей минерализацией ( $\lambda \sim 1.5\text{‰}$ ).

Анализ представленных результатов, позволяет сделать вывод, что изменение минерализации воды приводит к изменению емкости, хотя и не значительному. При чем при низкой температуре влияние минерализации более значимо, чем – при высокой. Это объясняется, зависимость значения емкости от электропроводности воды, а при увеличении температуры воды вклад наличия примесей в общее значение электропроводности менее значимо, чем при низкой температуре. В этом случае влияние концентрации примесей и температуры воды на изменение электропроводности воды равнозначно.

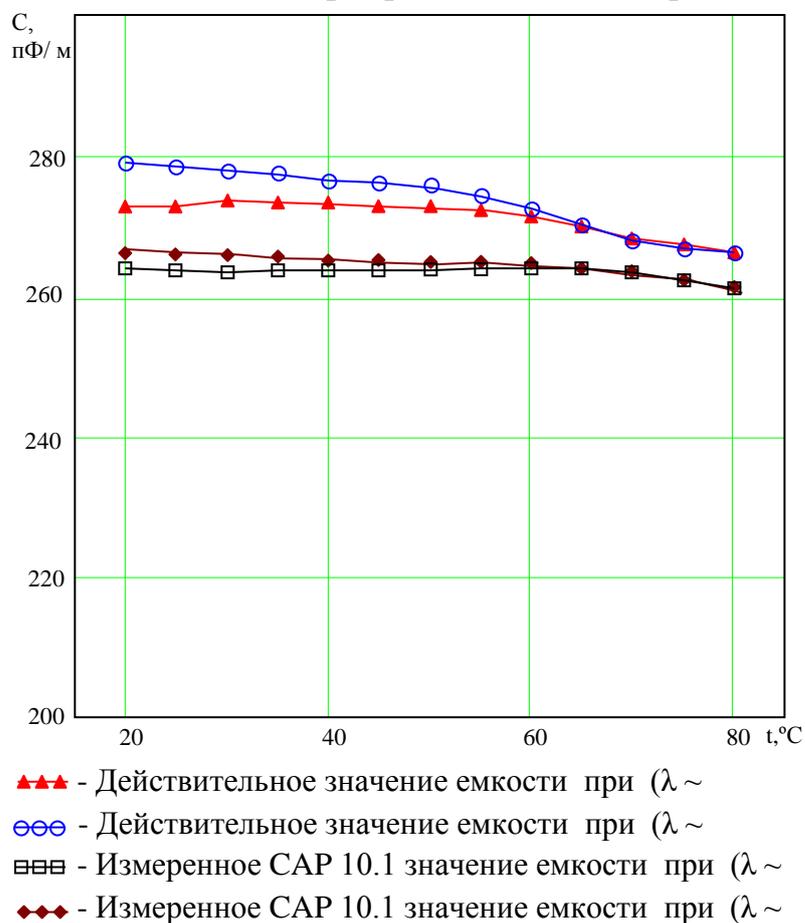


Рис. 2. Зависимость значения емкости образца провода из полиэтилена от температуры воды при различной ее минерализации

Значение емкости, полученное с помощью прибора САР-10.1, менее подвержено изменению электропроводности воды за счет реализуемой в нем

отстройки от изменения электропроводности воды [10]. Проведенные эксперименты это подтверждают.

Следовательно, опытный образец САР-10.1 способен работать в условиях технологического процесса производства провода.

### Список литературы

1. Кабели и провода. Основы кабельной техники/ А.И. Балашов, М.А. Боев, А.С. Воронцов и др. Под редакцией И.Б. Пешкова. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 470 с.

2. Вавилова Г.В., Гольдштейн А.Е. Прибор для технологического контроля погонной ёмкости электрического провода// Измерительная техника, 2018. – № 3. – С. 46–50.

3. Кокорева А.Е., Плотникова И.В., Гальцева О.В., Китаева М.В. Контроль точности результатов измерений // Ползуновский вестник. – 2016. № 4-2. – С. 84-87.

4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. [Электронный ресурс]. – Введ. 2001.09.26 – с измен. 2018-04-02. – URL: <http://www.vrednost.ru/2241191-03.php/> (дата обращения 19.06.2015).

5. ГОСТ 27893-88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – Введ. 1990.01.01. – с измен. 2015-01-16. – URL: <http://meganorm.ru/Index/11/11797.htm> (дата обращения 01.09.2018).

6. Goldshtein A., Vavilova G., Mazikov S. Capacitance control on the wire production line// MATEC Web of Conferences. – 2016. – С. 01009.

7. Мазиков С. В. Вавилова Г. В. Метрологическое обеспечение измерителя емкости САР-10.1 // Ползуновский вестник. – 2016.– № 2. – С. 65-68.

8. Gavrilin A., Moyzes B., Cherkasov A., Mel'nov K., Zhang X. Mobile complex for rapid diagnosis of the technological system elements// MATEC Web of Conferences, 2016. – Vol. 69. – С. 01078.

9. Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. Диагностика технологических систем: учебное пособие в 2 частях. Часть 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 120 с

10. Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля// Ползуновский вестник.– 2013. – № 2. – С. 150-154.