

УДК 621.3.08

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ
ЕМКОСТИ КАБЕЛЯ ПО ГОСТ 27893 – 88
(THE IMPACT OF WATER CONDUCTIVITY CHANGES ON MEASUREMENT RESULTS
OF CABLE CAPACITANCE PER METER GOST 27893 – 88)**

С.В. Мазиков, Г.В. Вавилова
S.V. Mazikov, G.V. Vavilova

Томский политехнический университет,
E-mail: s-mazikov@mail.ru

Тема данной работы связана с изучением влияния удельной электропроводности воды на результат изменения погонной емкости кабеля, проводимого в соответствии с ГОСТ 27893 – 88. Описанный метод применим при выходном контроле. Изменение удельной электропроводности может происходить за счет изменения температуры воды, концентрации и химического состава примеси. Актуальность данной работы заключается в том, что в ГОСТ 27893 – 88 нет никаких требований предъявляемых качеству воды, следовательно при использовании воды из разных источников нет гарантии получения достоверного результата измерения. Цель данной работы заключается в определении влияния изменения электропроводности воды на результат измерения погонной емкости. В работе были проведены эксперименты по выявлению влияния на результат изменения емкости за счет изменения концентрации поваренной соли и за счет изменения температуры воды. Таким образом, показано, что описанный в ГОСТ 27893 - 88 метод может быть реализован, только в условиях постоянства удельной электропроводности воды. При отклонении условий проведения эксперимента от указанных необходимо введение поправок, учитывающих текущее значение удельной электропроводности используемой воды.

(The theme of this work is related to the study of the influence of the electrical conductivity of water on the result of changes in capacitance per unit length of cable, carried out in accordance with GOST 27893 - 88. The described method is applicable when the output control. Changes in conductivity can occur due to changes in water temperature, density and chemical composition of the impurities. The relevance of this work lies in the fact that in GOST 27893 - 88 there are no requirements placed on the quality of water, thus using water from different sources, there is no guarantee obtaining reliable measurement results. The purpose of this work is to determine the effect of changes in the electrical conductivity of water on the result of the measurement capacitance per unit length. In this paper, experiments were conducted to identify the effect on the result of changes in capacitance due to changes in the concentration of salt and due to changes in water temperature. Thus, it is shown that described in GOST 27893 - 88 method can be realized only under constant conductivity water. In the event the conditions of the experiment indicated a need to introduce amendments that take into account the current value of the conductivity of the water used.)

Ключевые слова:

Погонная емкость, кабель, удельная электропроводность.
(Capacitance per meter, cable, conductivity.)

Введение

Качество кабельных изделий определяется соответствием определенных параметров кабеля требованиям стандартов. Одним из таких параметров является волновое сопротивление кабелей связи, радиочастотных кабелей и LAN-кабелей, и связанная с ним погонная емкость кабеля [1].

На сегодняшний день известен способ выходного контроля погонной емкости одножильного кабеля, который регламентируется ГОСТ 27893-88. Если кабель не имеет металлической оболочки, то для измерения емкости образец кабеля известной длины помещается в заземленный бак с водой. Измерение емкости производят между токопроводящей жилой и водой, в которую погружен кабель [2]. В данном случае система «вода – кабель» представляет собой цилиндрический конденсатор, одной обкладкой которого является токопроводящая жила, а другой – вода, в которую погружается образец. Следовательно, вода

является составной частью измерительной схемы и может оказывать влияние на результат измерения.

Известно, что удельная электропроводность воды может изменяться при изменении концентрации и химического состава примесей, а также при изменении температуры воды. В ГОСТ 27893-88 не указаны требования, предъявляемые воде, ее химическому составу и температуре. Поэтому, при использовании воды из разных источников нет возможности получить одинаковые результаты измерения емкости кабеля, то, конечно же, отражается на точности результатов контроля погонной емкости кабеля.

Основная часть

Цель данной работы провести анализ влияния изменения удельной электропроводности воды при проведении измерения погонной емкости в соответствии с ГОСТ 27893-88 на результат измерения емкости.

Ранее были проведены исследования о влиянии электропроводности воды на результат измерения погонной емкости кабеля при использовании электроемкостного преобразователя [3], где показано что, изменение электропроводности воды за счет изменения солености воды в диапазоне от 0 до 4 г/л приводит к появлению погрешности порядка 35% для больших значений погонной емкости близких 400 пФ/м, и порядка 70% для малых значений погонной емкости, порядка 100 пФ/м. Соответственно, при измерение емкости кабеля обязательно нужно учитывать электропроводность используемой воды.

В качестве образцов для проведения эксперимента используются отрезки одножильных кабелей длиной в 1 метр с оболочками из различных материалов. Образцы кабелей погружаются в заземленный металлический бак с водой. Один конец кабеля подключается к измерителю емкости, в качестве которого используется измеритель иммитанса АК-3000, фирмы Актаком, второй конец кабеля остается свободным. Значение погонной емкости образцов кабелей меняется в интервале от 160 пФ/м до 460 пФ/м, активная составляющая комплексного сопротивления образцов приблизительно одинаковая. Действительное значение погонной емкости (табл. 1) образцов определяется в соответствии с ГОСТ 27893-88 при использовании пресной водопроводной воды комнатной температуры

Таблица 1. «Действительное значение погонной емкости»

Номер	Значение, пФ/м
C11	462,0
C14	359,1
C7	228,9
C10	168,6
C16	193,1

В процессе измерения используется последовательная эквивалентная схема замещения объекта измерения, представленная на рис. 1.

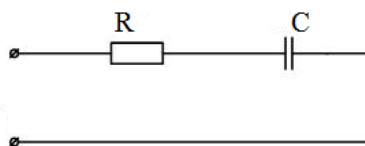


Рис. 1. «Последовательная RC цепь»

В первой части эксперимента изменение удельной электропроводности воды обеспечивается за счет изменения концентрации примесей. Для этого в изначально пресной водопроводной воде комнатной температуры (20 °С) растворяется поваренная соль NaCl. Концентрация соли λ изменяется в диапазоне от 0 до 4 г/л. Температура воды поддерживается постоянной в пределах нормальных условий.

Результаты измерения погонной емкости при различной концентрации соли представлены на рис. 2.

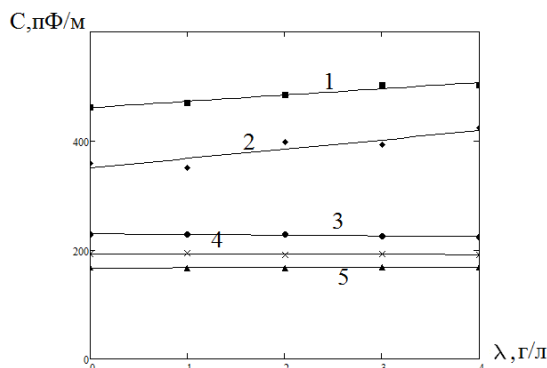


Рис. 2. «Зависимость результата измерения погонной емкости кабеля C от солёности воды λ »: 1-емкость кабеля C11, 2-емкость кабеля C14, 3-емкость кабеля C7, 4-емкость кабеля C10, 5-емкость кабеля C16

Анализ зависимостей (рис. 2) показывает, что изменение удельной электропроводности воды за счет изменения солёности оказывает значительное влияние на результат измерения емкости. С увеличением концентрации соли в воде погонная емкость кабеля прямопропорционально увеличивается. Отклонение измеренной емкости от действительного значения для разных образцов кабелей колеблется в диапазоне от 1% до 2,5% при концентрации соли 1г/л; в диапазоне от 4% до 10% при концентрации соли 2 г/л; в диапазоне от 5% до 10% при концентрации соли 3 г/л; в диапазоне от 15% до 18% при концентрации соли 4 г/л. Следовательно, применение, описанного в ГОСТ 27893-88, метода измерения емкости возможно только при использовании пресной воды, комнатной температуры, в остальных случаях необходимо учитывать электропроводность воды и вводить поправку в результат измерения емкости.

Во второй части эксперимента изменения удельной электропроводности обеспечивается за счет изменения температуры воды. Концентрация примесей в водопроводной воде не изменяется.

В качестве начальных условий используется водопроводная пресная вода, температура которой составляет 13 градусов по Цельсию. Эксперимент проводится по такой же схеме и с применением тех же образцов кабелей, как и при изменении электропроводности воды за счет изменения концентрации соли. Изменение температуры воды обеспечивается добавлением в бак горячей воды. Измерения проводятся при температуре воды 20, 30, 40 °С. Результаты данного эксперимента приведены на рис. 3.

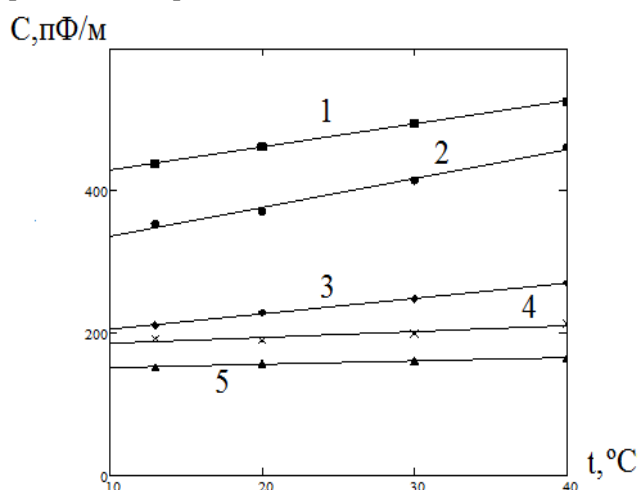


Рис 3. «Зависимость влияния температуры воды на результат измерения погонной емкости»: 1- емкость кабеля C11, 2-емкость кабеля C14, 3-емкость кабеля C7, 4-емкость кабеля C10, 5-емкость кабеля C16

При анализе зависимостей (рис. 3) можно сделать вывод, что при увеличении температуры наблюдается значительное изменение погонной емкости кабеля. Отклонения измеренной емкости от действительного значения для разных образцов кабелей колеблются в диапазоне от 3% до 7% при температуре воды 13 °С; в диапазоне от 5% до 10% при температуре воды 30 °С; порядка 15% при температуре воды 40 °С. Следовательно, применение, описанного в ГОСТ 27893-88, метода измерения емкости возможно только при обеспечении нормальных условий (20 °С). При других условиях эксперимента нет возможности получить достоверный результат.

Заключение

Таким образом, показано, что на изменение удельной электропроводности воды влияет изменение температуры воды, концентрации и химического состава примесей, так как в ГОСТ 27893 – 88 не указаны условия проведения эксперимента. Описанный в ГОСТ метод может быть реализован, только при использовании пресной водопроводной воды температурой 20 °С. При отклонении условий проведения эксперимента от указанных необходимо введение поправок, учитывающих текущее значение удельной электропроводности используемой воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 11326.0-78. Радиочастотные кабели. Общие технические условия. [Текст] – Введ. 1981-01.01. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 35 с.
2. ГОСТ 27893–88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний. [Текст] – Введ. 1990-01.01. - с измен. 2015-01-16. - Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Index/11/11797.htm> /, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 01.04.2015)
3. 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. 146–150.

Сведения об авторах:

Мазиков С. В.: студент кафедры информационно-измерительной техники Института неразрушающего контроля, Томский политехнический университет ФГАОУ ВО НИ ТПУ, тел. 8-9539224845, e-mail: s-mazikov@mail.ru.

Вавилова Г. В.: ст. преподаватель кафедры информационно-измерительной техники Института неразрушающего контроля, Томский политехнический университет ФГАОУ ВО НИ ТПУ, тел. 8-9069471937, e-mail: wgw@tpu.ru