



УДК 621.317.333.6

ИЗМЕРИТЕЛЬ МАЛЫХ ТОКОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОВ АБСОРБЦИИ В ДИЭЛЕКТРИКАХ

К.Ю. Соломенцев, В.И. Лачин, А.А. Ховпачев

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

Я.К. Соломенцев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с протеканием тока абсорбции в диэлектриках. Закономерности протекания тока абсорбции не до конца изучены. В связи с этим, авторами разрабатывается стенд для исследования токов абсорбции. В состав стенда, в частности, входят управляемый источник измерительного напряжения и наноамперметр с автоматическим выбором предела измерения. Благодаря использованию преобразователя ток-напряжение удалось обеспечить очень низкое входное сопротивление наноамперметра. При этом есть возможность исследовать широкую номенклатуру самых различных диэлектриков.

Ключевые слова: ток абсорбции, сопротивление изоляции, наноамперметр.

SMALL CURRENT METER FOR RESEARCH OF ABSORPTION CURRENTS IN DIELECTRICS

K.Yu. Solomentsev, V.I. Lachin, A.A. Khovpachev,

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

Ya.K. Solomentsev

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

This article discusses the development of the stand for researching absorption currents. The problems associated with the flow of absorption current in dielectrics are considered. Such characteristics of dielectrics as polarization coefficient are associated with absorption currents. The patterns of absorption current flow are not fully understood. In this regard, the authors are developing a stand for the study of absorption currents. The stand, in particular, includes a controlled measuring voltage source and a nanoampermeter with automatic selection of the measurement limit. Thanks to the use of a current-to-voltage converter, it was possible to provide a very low input resistance of the nanoampermeter. At the same time there is an opportunity to explore a wide range of various dielectrics.

Keywords: absorption current, isolation resistance, nanoampermeter.

Введение

Одно из важнейших свойств диэлектриков это протекание тока абсорбции при прикладывании напряжения. Ток абсорбции обусловлен перераспределением свободных зарядов в объеме диэлектрика. С токами абсорбции связаны такие характеристики диэлектриков, как коэффициент абсорбции, коэффициент поляризации [1]. Учет явления абсорбции необходим при измерении больших величин сопротивления изоляции (единицы и десятки Мом). Измерение тока, протекающего через сопротивление изоляции, можно производить только после того, как ток абсорбции практически закончился [2].

Закономерности протекания тока абсорбции не до конца изучены. Для исследования различных диэлектриков, а также закономерностей протекания токов



абсорбции необходим специализированный стенд. Разработкой такого стенда в настоящее время занимаются авторы статьи.

Поставленные задачи и пути их решения

К разрабатываемому стенду предъявляются следующие требования. В составе стенда должен быть управляемый источник измерительного напряжения. Значения выходного напряжения должны меняться под управлением от центрального управляющего устройства, например, от персонального компьютера. Выходное напряжение должно быть не только постоянным, но и должна быть возможность формирования медленно меняющегося напряжения различной формы. Поведение тока абсорбции при меняющемся напряжении в настоящее время практически не изучено. Также в составе стенда должен быть измеритель токов. Условно, назовем его наноамперметр. К нему предъявляются очень высокие требования. Диапазон измеряемых токов очень широкий, от десятков миллиампер до единиц наноампер. Это обусловлено тем, что в начальный момент переходного процесса ток в измерительной цепи очень большой, а в конце переходного процесса очень мал. Если быть точнее, то ток абсорбции асимптотически приближается к нулю, а суммарный ток в измерительной цепи приближается к значению тока сквозной проводимости. Таким образом, наноамперметр должен быть многопредельным, с автоматическим выбором предела.

Важное требование, предъявляемое к наноамперметру – малое входное сопротивление. Традиционный способ измерения тока – использование резистивного шунта. Но для измерения тока, например, 10 нА потребуется шунт сопротивлением $R_{ш}=100$ МОм. Использование такого шунта приведет к длительному переходному процессу заряда емкости испытуемого объекта. Один из контролируемых объектов представляет собой конденсатор с бумажной изоляцией, емкостью $C = 100$ мкФ. При этом постоянная времени будет:

$$R_{ш} \cdot C = 100 \cdot 10^6 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 10000 \text{ с.}$$

Для решения данной проблемы предлагается использовать преобразователь ток-напряжение, выполненный на операционном усилителе (ОУ). Входное сопротивление этого преобразователя близко к нулю. Для его реализации выбран современный ОУ типа AD8603, он имеет входной ток не более 1 пА. Для реализации нескольких пределов измерения в обратной связи используется несколько резисторов, рис. 1.

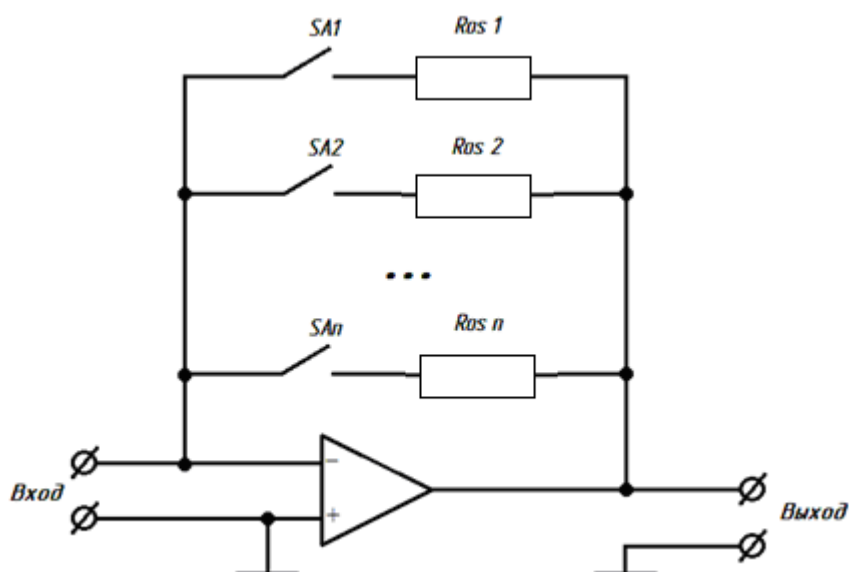


Рис. 1 – Схема преобразователя ток-напряжение

При управлении от микроконтроллера реализуется автоматический выбор предела измерения.

Заключение

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования многопредельного наноамперметра. Результаты исследований показывают, что входное сопротивление не превышает 10^{-3} Ом.

Совместно с разрабатываемым управляемым источником напряжения и дополнительными устройствами будет собран полноценный стенд. С его помощью можно будет исследовать различные диэлектрики, такие как фторопласт, слюда, полиэтилентерефталат и другие.

Список цитируемой литературы

1. Лачин В.И., Соломенцев К.Ю. Методы и устройства контроля состояния электроэнергетических объектов с дискретно-распределенными параметрами: монография. Новочеркасск: ЮРГТУ(НПИ), 2012. 342 с.
2. Лачин В.И., Соломенцев К.Ю., Нгуен К.У. Балабан И.Г. Сравнительный анализ математических моделей аппроксимации тока абсорбции. Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. - 2015. - № 2. - С. 14-18.