

УДК 666

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТОВ ПРОВОДА НА ЕГО ЁМКОСТЬ

Рюмкин А.В., студент гр. 1БМ63, 1 курс магистратуры

Научный руководитель: Вавилова Г.В., к.т.н., старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск

Кабельные изделия, в частности провода – это различные изолированные электрические проводники, которые служат для передачи или преобразования электроэнергии. Они применяются для направления потока электрической энергии и сигналов информации, широко используются в элементах электротехники и электроники. Электрический провод - кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил, поверх которых может иметься легкая неметаллическая оболочка – изоляция [1].

Дефектом называется каждое несоответствие продукции установленным требованиям [2]. К основным видам дефектов изоляции провода относятся сдир изоляции, шероховатость и растрескивание изоляции, местные разрывы и шишки по изоляции, занижение диаметра по изоляции, неравномерность наружного диаметра и другие. Наличие локальных дефектов в изоляции приводит к резкому изменению электрических характеристик изоляции, а, следовательно, к резкому изменению значения ёмкости контролируемого провода. Следовательно, по изменению ёмкости можно судить о наличии дефекта в изоляции.

Цель данной работы заключается в определении изменения ёмкости от изменения геометрических размеров дефектов.

Для исследования влияния дефектов на изменение параметров провода, в том числе изменения погонной ёмкости, необходимо использование множества образцов с различными типами дефектов, неизбежно появляющихся в процессе производства и эксплуатации кабельного изделия. Несомненно, создание дефектов вручную является наиболее наглядным способом для проведения подобного рода испытаний, но, неточность изготовления образцов дефектов, а также трудоемкость моделирования различных геометрических размеров дефектов, не позволяют нам в полной мере провести полноценный эксперимент. Для решения этой проблемы можно использовать различные виды математического моделирования.

Метод моделирования основан на создании модели, которая позволит заменить реальный провод с дефектом и увеличить вариативность геометрических размеров дефекта. Построение и исследование модели равнозначно исследованию реального объекта, с той лишь разницей, что второе совершается материально, а первое – идеально, не затрагивая самого моделируемого

объекта. В процессе моделирования оценивается, какой именно дефект и каким образом влияет на то или иное свойство исследуемого образца провода.

Исследование проводится при использовании численного моделирования, основанного на ранее созданной математической модели изучаемого объекта [3]. Это позволило рассмотреть большое количество дефектов типа сдир изоляции по всему диаметру провода, в диапазоне изменения длины дефекта от 0,1 до 3 мм, на различных частотах – 1, 10 и 50 кГц.

В качестве изоляционного материала был использован поливинилхлорид, токопроводящая жила – из меди. Длина исследуемого объекта $L=5$ м, диаметр токопроводящей жилы $d=1,6$ мм, толщина изоляции $H=1$ мм.

Электрическая емкость измеряется между жилой и водой. На один конец провода подается гармоническое напряжение амплитудой $U=5$ В, а второй конец остаётся заземленным. Измеренное значение емкости, выраженное в нФ, пересчитывается на 1 км длины провода, но допускается использовать в качестве единицы измерения для погонной емкости провода – пФ/м.

Результаты представлены на графике (рис.1)

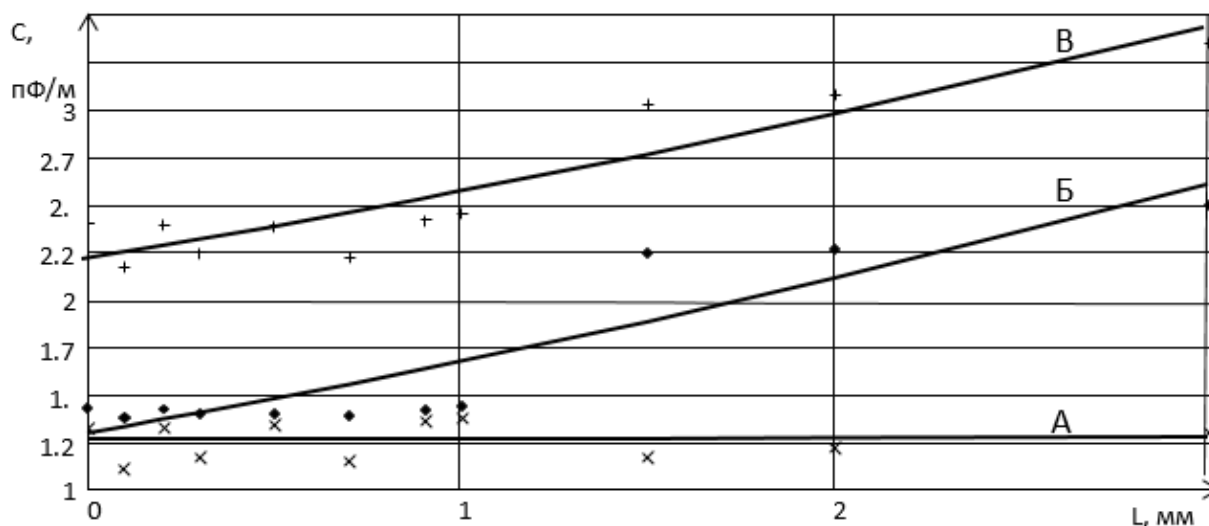


Рисунок 1. Изменение электроёмкости в зависимости от размера дефекта при частоте: А) $f=1$ кГц; Б) $f=10$ кГц; В) $f=50$ кГц.

Анализируя данные (рис.1), можно сделать вывод о том, что на частоте 1 кГц погонная ёмкость провода не меняется при изменении размеров дефекта. На частотах 10 и 50 кГц погонная ёмкость провода увеличивается при изменении размеров дефекта. Дефект размером менее 1 мм не приводит к изменению ёмкости, то есть не может быть обнаружен.

Список литературы:

1. ГОСТ 15845-80 (СТ СЭВ 585-77). Изделия кабельные. Термины и определения. [Текст] – Введ. 1981.01.07. - Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Data1/7/7256/index.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 01.03.2017).

2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. [Текст] – Введ. 1979.01.07. - Режим доступа:

URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851954.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 01.03.2017).

3. Рюмкин А. В. Возможность обнаружения дефектов изоляции с помощью измерителя ёмкости САР-10 / А. В. Рюмкин, Г. В. Вавилова; науч. рук. Г. В. Вавилова // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов V Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, г. Томск. 3-8 октября 2016 г.: в 3 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 177-179].