

3. Фрезерная операция. Задачи этого этапа такие: а) установить и затем закрепить деталь, фрезеровать лыску, выдерживая заданные размеры; б) фрезеровать шпоночный паз, соблюдая необходимые размеры.

4. Круглошлифовальная операция. Задачи последнего этапа следующие: установить и затем снять деталь, шлифовать поверхность, выдерживая заданные размеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. Т. 1 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. 5-е изд., испр. – М., 2003. – 912 с.
2. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Сулова. 5-е изд., испр. – М., 2003. – 943 с.
3. Допуск и посадки: Справочник: в 2-х ч. Ч. 1 / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2001. – 608 с.
4. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 2 / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. 7-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2001. – 576 с..
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.

КОНТРОЛЬ НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ ПРОВОДА ПО ИЗМЕНЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ

Ли Кэянь, Исмагилов Артем

Научный руководитель: Вавилова Галина Васильевна, к.т.н., доцент

Томский политехнический университет

Электрический провод находит широкое применение в окружающем нас мире. Как и любое изделие, провод должен быть качественным и не иметь дефектов. О качестве провода можно судить по постоянству его емкости по всей его длине [1].

Для расчета емкости его можно представить в виде цилиндрического конденсатора, показанного на рисунке 1а. Провод состоит (рис. 1б) из токопроводящей жилы диаметром $2r$ и изоляции

диаметром $2R$. Материал изоляции имеет диэлектрическую проницаемость ϵ . Длина провода равна l .

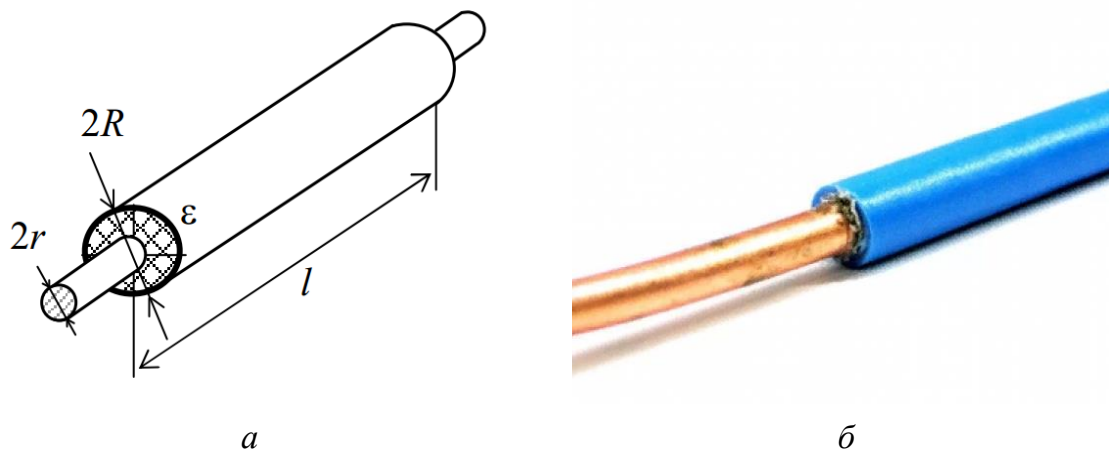


Рис. 1. Модель и внешний вид провода

Емкость такого конденсатора рассчитывается по известной формуле [2]

$$C = \frac{2\pi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot l}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} \quad (1)$$

где l – длина провода, м;

ϵ_0 – электрическая постоянная, $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

ϵ – диэлектрическая проницаемость изоляционного материала;

R – радиус изоляции, мм;

r – радиус жилы, мм.

Анализ формулы (1) показывает, что изменение геометрии провода оказывает влияние на его емкость. При производстве провода и в процессе его эксплуатации могут возникнуть разного рода дефекты. Дефект – это любое несоответствие продукции установленным требованиям [3]. Наличие дефекта, как правило, приводит к изменению геометрических размеров провода, поэтому изменение емкости может свидетельствовать о наличии дефектов [4].

Для электрического провод характерны следующие виды дефектов [5]:

«сдир» изоляции;

инородные включения в изоляции;

местные разрывы и шишки по изоляции;

пористость изоляции;

неравномерность наружного диаметра изоляции или жилы;

и т.д.

Существует задача определения геометрических размеров дефектов приводящих к заметным изменениям емкости. Для проведения подобных исследований необходимо создавать большой набор образцов проводов с дефектами известных размеров, что весьма дорогостоящее и трудоемкое мероприятие. Поэтому для упрощения задачи применяется моделирование.

Цель работы - создать модель провода с разными видами дефектов в среде Mathcad, показать изменение емкости при наличии различных видов дефектов и определить геометрические размеры дефектов, которые приводят к изменению емкости более, чем на 5%. Значение 5% взято исходя из чувствительности приборов, применяемых для контроля емкости [6], и требований нормативно-технической документации, используемой при производстве проводов [5, 7-8].

Для исследования создана модель одножильного провода с диаметром жилы $2r = 1$ мм, диаметром изоляции $2R = 3$ мм. Изоляция изготовлена из полиэтилена диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 2,3$. Рассматриваемая длина провода $l = 20$ см, размер соответствует длине зоны измерения прибора для контроля емкости провода [6] в процессе изготовления

В работе смоделированы следующие виды дефектов:

изменение диаметра жилы от 1 до 1,5 мм по всей длине провода;

изменение диаметра изоляции от 3 до 4 мм по всей длине провода;

локальное утонение диаметра изоляции:

изменение длины дефекта от 0 до 5 см при постоянной глубине $dx = 0,5$ мм;

изменение глубины дефекта от 0 до 0,9 мм при постоянной длине $lx = 1$ см.

На рисунке 2 показана модель дефекта – локальное утонение диаметра. Размеры дефекта – длина lx и глубина dx . Глубина характеризуется изменением диаметра изоляции в зоне дефекта. Емкость провода в этом случае складывается из трех частей: два участка с исходным диаметром изоляции (Суч 1 и Суч 3) и один участок с меньшим диаметром изоляции (Суч 3).

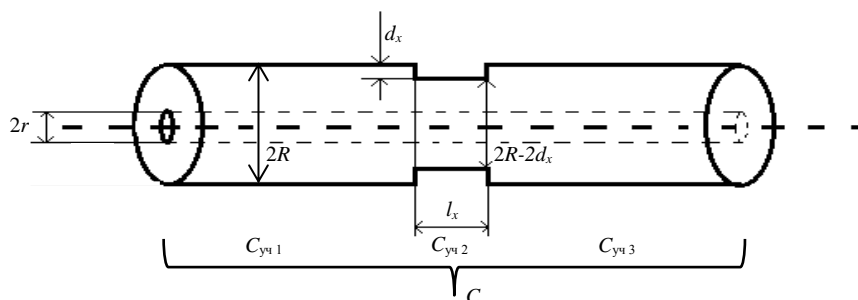


Рис.2. – Модель дефекта «Локальное утончение диаметра»

Все расчеты емкости проводились в среде Mathcad на основе формулы (1). На рисунке 3а показана зависимость емкости провода от изменения диаметра изоляции провода в диапазоне от 3 до 4 мм. На рисунке 3б показана зависимость относительной погрешности емкости провода от относительного изменения диаметра изоляции. Граничное значение изменения емкости (5 %), соответствующее значимому изменению емкости провода, на рисунке 3б (и на следующих рисунках) показано горизонтальной сплошной линией ($\Delta 0$)

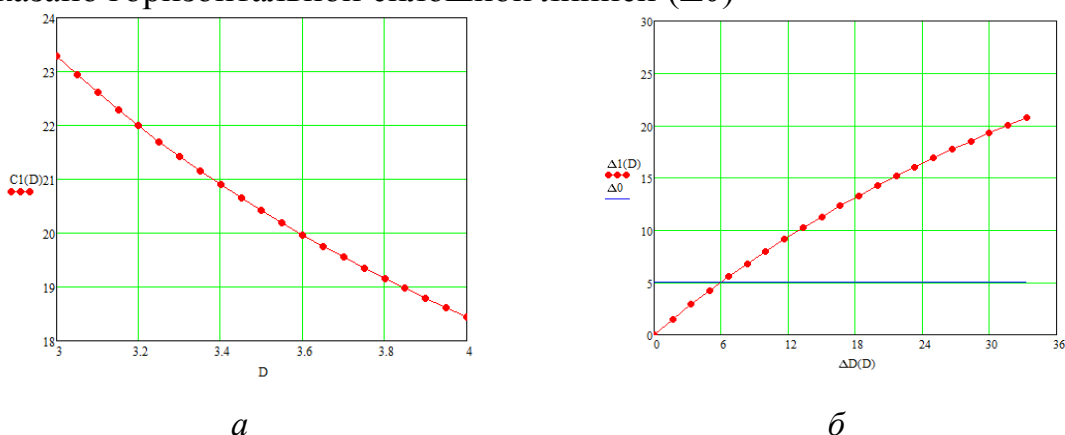


Рис. 3. Зависимость емкости провода и относительной погрешности от изменения диаметра изоляции провода

Анализ рисунка 3 показывает, что значимое изменение емкости провода наблюдается при отклонении диаметра изоляции более чем на 6 % от номинального (3 мм).

На рисунке 4а показана зависимость емкости провода от изменения диаметра жилы провода в диапазоне от 1 до 1,5 мм. На рисунке 4б показана зависимость относительной погрешности емкости провода от относительного изменения диаметра жилы.

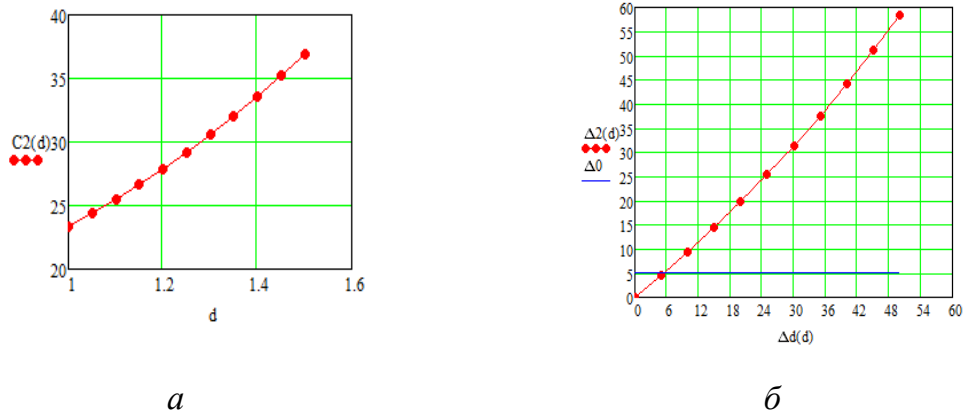


Рис. 4. Зависимость емкости провода и относительной погрешности от изменения диаметра жилы провода

Анализ рисунка 4 показывает, что значимое изменение емкости провода наблюдается при отклонении диаметра жилы более чем на 6 % от номинального (1 мм).

На рисунке 5а показана зависимость емкости провода длины дефекта в диапазоне от 0 до 5 см при постоянной глубине $dx = 0,5$ мм. На рисунке 5б показана зависимость относительной погрешности емкости провода от относительного изменения объема провода. Номинальный объем определяется для бездефектного провода.

Анализ рисунка 5 показывает, что значимое изменение емкости провода наблюдается при изменении объема провода более чем на 4,5 %.

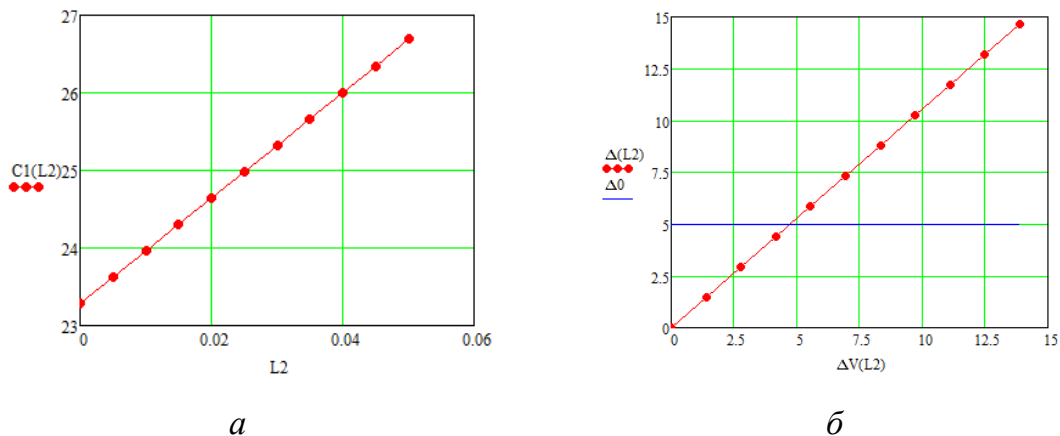


Рис. 5. Зависимость емкости провода и относительной погрешности от изменения длины дефекта при постоянной его глубине

На рисунке 6а показана зависимость емкости провода длины дефекта в диапазоне от 0 до 0,9 мм при постоянной длина $lx = 0,5$ мм. На рисунке 6б показана зависимость относительной погрешности емкости провода от относительного изменения объема провода.

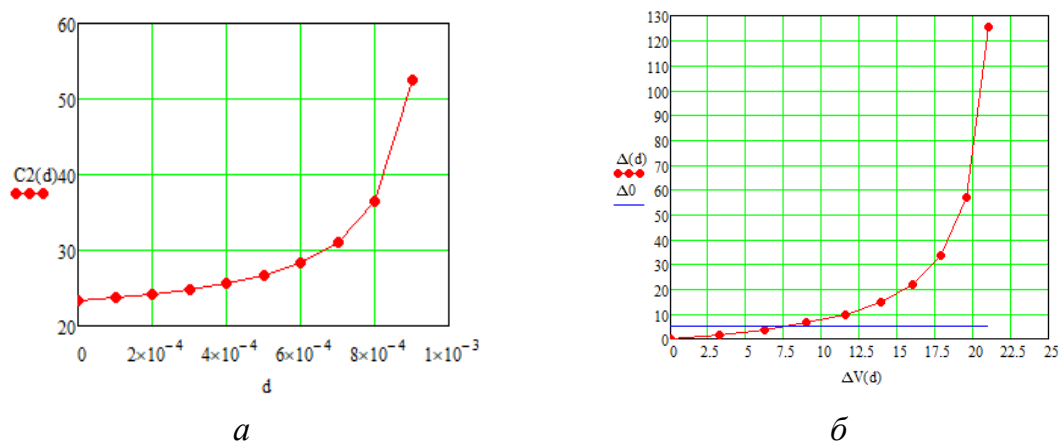


Рис. 6. Зависимость емкости провода и относительной погрешности от изменения глубины дефекта при постоянной его длине

Анализ рисунка 6 показывает, что значимое изменение емкости провода наблюдается при изменении объема провода более чем на 7,5 %.

Заключение.

В работе показано, что наличие дефекта в конструкции провода приводит к изменению его емкости. Также проведено исследование по влиянию геометрических размеров дефекта на значение емкости провода. Отмечено, что значимое изменение емкости (в 5%) достигается при:

изменении наружного диаметра изоляции провода на 6 % от номинального значения;

изменении диаметра жилы провода на 6 % от номинального значения;

изменении объема дефекта относительно общего объема провода в 4,5% при увеличении длины дефекта и в 7,5% при увеличении глубины дефекта.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния других видов дефектов на значение емкости провода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Технологический контроль погонной емкости электрического кабеля в условиях значительных изменений солености воды // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 9. – С. 57-60.
2. Детлаф А.А. Курс физики: учебник в электронном формате/ А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – 4-е изд., испр. - М.: Высш. шк. , 2002. - 718 с.

3. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения [Электронный ресурс]. - Дата введения 1979-07-01 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-15467-79> (дата обращения: 15.04.2019).
4. Рюмкин А.В., Вавилова Г.В. Выявление локальных дефектов изоляции провода с помощью измерителя емкости // Сборник материалов XVII международной научно-технической конференции «Измерение, контроль, информатизация». – 2016. – С. 169-172.
5. 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.
6. Вавилова Г.В., Гольдштейн А.Е. Прибор для технологического контроля погонной ёмкости электрического провода // Измерительная техника. – 2018. – № 3. – С. 46-50.
7. ГОСТ 4.143-85 СПКП. Изделия кабельные. Номенклатура показателей. [Электронный ресурс] – Введ. 1987.01.01. – Режим доступа: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294852/4294852072.htm>, (дата обращения 20.03.2019).
8. ГОСТ 11326.0-78. Радиочастотные кабели. Общие технические условия. [Электронный ресурс] – Введ. 1981.01.01. –Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/8070/> (дата обращения 20.03.2019).

ЛУННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Лю Вэй

Научный руководитель: Богословская Зоя Матиновна, профессор

Томский политехнический университет

Активно развивающееся во всем мире исследование Луны с помощью автоматических космических аппаратов осуществляется в настоящее время регулярно [1–5].

Известно, что Луна – крупнейший естественный спутник Земли. По одной из версий, около 4,5 миллиардов лет назад Луна была образована в результате сильного столкновения между Землей и другим астрономическим объектом, называемым “Тейя”.