

Расчет емкости для цилиндрического конденсатора, используя его физические свойства

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данной статьи является, проведение расчётов, позволяющих с высокой точностью оценить емкость цилиндрического конденсатора используя только его физические характеристики. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволяющие с достаточной точностью определить емкость конденсатора на конкретном примере. В результате данной работы получены интересные данные.

Ключевые слова: конденсатор, цилиндрический конденсатор, емкость

Calculating the capacitance for a cylindrical capacitor using its physical properties

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this paper is to carry out calculations that allow to estimate with high accuracy the capacitance of a cylindrical capacitor using only its physical characteristics. In the course of this work, search, analytical and computational methods of research are used, allowing to determine the capacitance of the capacitor with sufficient accuracy on a specific example. As a result of this work the data of interest are obtained.

Keywords: capacitor, cylindrical capacitor, capacitance

1. Введение

1.1 Актуальность исследования

Тема является важной по нескольким причинам, связанными с её значимостью в теоретической и прикладной физике, а также в инженерии. Конденсаторы, в том числе цилиндрические, играют ключевую роль в современных электрических и электронных устройствах. Цилиндрический тип особенно часто используется в системах с высокими напряжениями, таких как силовые линии, трансформаторы, радиочастотные устройства и сенсоры. Знание точной емкости цилиндрического конденсатора позволяет инженерам оптимизировать параметры электрических цепей, повысить их эффективность

и стабильность. Это особенно важно в контексте минимизации потерь энергии и предотвращения возможных сбоев в работе систем. Кроме того, анализ параметров таких конденсаторов предоставляет ценные данные для разработки новых материалов и улучшения их свойств.

С практической точки зрения, расчеты емкости также играют критическую роль при ремонте техники, так как не всегда ясно какая емкость необходима для конкретной ситуации. Так же в проектировании современных технологий, включая телекоммуникационные системы, медицинское оборудование и энергосистемы. Цилиндрическая форма используется, поскольку она обеспечивает компактность конструкции при сохранении высокой электрической емкости. Учет геометрических параметров, материала диэлектрика и окружающих условий помогает предсказать поведение конденсатора в реальных условиях эксплуатации. Таким образом, исследование этой темы не только расширяет теоретические знания, но и служит основой для создания эффективных и надежных технических решений в различных отраслях.

1.2 Обзор исследований

В статье А. И. Парфенова [1] введено понятие дефекта липшицева цилиндрического конденсатора. Для системы конденсатора из двух диэлектриков, заключенных между параллельно расположенными электродами цилиндрической формы, выведены уравнения, позволяющие оценивать кинетику напряженности электрических полей в каждом из диэлектрических слоев с учетом их удельной электропроводности. в исследовании Д. С. Овеченко [2]. В работе В. В. Белевцева [3] исследована возможность использования математического аппарата, применимого при расчете характеристик цилиндрического конденсатора, для оценки энергетического потенциала естественных и искусственных ионосферных неоднородностей. Рассмотрены некоторые способы описания краевых полей конденсаторов. Показано, что краевые поля увеличивают отклонение и улучшают фокусировку моноэнергетического пучка заряженных частиц. Рассматриваются возможности использования плоского и цилиндрического конденсаторов для масс и энергоанализа. в статье О. А. Байсанова [4]. Изложены теоретические исследования траекторий разделяемых изотопов. Ранее найдены условия, при выполнении которых траектории являются замкнутыми и образуют тороидальные поверхности накопительные вихревые кольца. в исследовании Ю. А. Кирочкина [5]

1.3 Цель исследования

Целью данной статьи является, проведение расчётов, позволяющих с высокой точностью оценить емкость цилиндрического конденсатора. На приведенном примере виден принцип расчёта конденсаторов подобного типа.

2. Методы исследования

Конденсатор — это электрическое устройство, предназначенное для накопления и хранения электрического заряда. Конденсатор состоит из двух проводящих пластин (или обкладок), разделённых диэлектриком — материалом, который плохо проводит электрический ток, но позволяет создавать электрическое поле. При подаче напряжения на обкладки положительный заряд накапливается на одной из них, а отрицательный — на другой, создавая разность потенциалов между ними. Конденсаторы широко используются в электротехнике и электронике для фильтрации сигналов, сглаживания пульсаций, стабилизации напряжения и в качестве элементов временных задержек в цепях.

Емкость конденсатора (C) — это физическая величина, характеризующая способность конденсатора накапливать электрический заряд при заданной разности потенциалов между обкладками. Емкость обозначается и измеряется в фарадах (F).

Цилиндрический конденсатор (рис. 1) — это электрический конденсатор, конструкция которого состоит из двух цилиндрических проводников, разделённых диэлектрическим материалом. Внешний цилиндр выполняет роль одной обкладки, а внутренний — другой. Пространство между цилиндрами может быть заполнено вакуумом, воздухом или любым другим диэлектриком с определённой диэлектрической проницаемостью (ϵ).

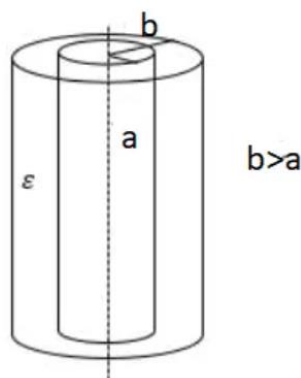


Рисунок 1 – Схема цилиндрического конденсатора

Формула для цилиндрического конденсатора выглядит следующим образом:

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

где

1. C - емкость цилиндра;
2. L - длина цилиндра;
3. a - внутренний радиус цилиндра;
4. b - внешний радиус;
5. ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость свободного пространства (8.85×10^{-12}).

Пример расчета цилиндрического конденсатора.

Возьмем конкретный конденсатор (рис. 2), на оболочке которого не обозначена емкость.



Рисунок 2 – Конденсатор

Благодаря штангенциркулю измеряем: длину (L), внутренний радиус (a) и внешний радиус (b).

Получаем:

1. $L = 8 \text{ см}$
2. $a = 3 \text{ см}$
3. $b = 6 \text{ см}$

Подставим все полученные данные в формулу:

$$C = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot (8.85 \cdot 10^{-12}) \cdot (8 \cdot 10^{-2})}{\ln\left(\frac{6}{3}\right)} = \frac{444.62 \cdot 10^{-14}}{0.301} = 1.477 \cdot 10^{-11} F$$

По итогу провиденных расчетов была получена емкость цилиндрического конденсатора (C), которая равна: $1,477 \times 10^{-11} F$

3. Выводы

В ходе проведённого исследования рассмотрена методика расчёта емкости цилиндрического конденсатора на основе его физических свойств. Установлено, что емкость данного типа конденсатора зависит от геометрических параметров (радиусов внутреннего и внешнего цилиндров, а также их длины).

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные расчёты могут быть использованы для замены повреждённых конденсаторов.

Библиографический список

1. Парфенов А. И. Приближенное вычисление дефекта цилиндрического конденсатора // Сибирские электронные математические известия. 2018. С. 906–926.
2. Овеченко Д. С., Колесник Д. А., Гапишко Д. В. [и др.] К оценке напряженности электрических полей в двухслойном конденсаторе, образованном цилиндрическими электродами // Научный альманах. 2020. С. 71–88.
3. Белевцев В. В., Воронин О. И. Модель оценки энергетического потенциала ионосферных неоднородностей - «Цилиндрический конденсатор» // Научная мысль. 2024 С. 31–33.
4. Байсанов О. А., Доскеев Г. А., Еденова О. А., Спивак-Лавров И. Ф. Исследование влияния краевых полей на движение заряженных частиц в плоском и цилиндрическом конденсаторах // Прикладная физика. 2012. С. 67–72.
5. Кирочкин Ю. А., Кирочкин А. Ю. Теоретическое исследование возможности разделения изотопов при движении заряженных частиц в электромагнитном поле цилиндрического конденсатора и линейного тока, протекающего вдоль его оси // Журнал технической физики. 2007. С. 89–96.