

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**

**КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

КУЙБЫШЕВ 1984

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный
институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Утверждено редакционно-издательским
советом института в качестве методи-
ческих указаний к лабораторным работам

Куйбышев 1984

УДК 535.24(083.96)

В указаниях излагаются краткие теоретические сведения и методика исследования изоляционных свойств диэлектрических электромонтажных материалов, что необходимо для лабораторных работ по курсу "Материалы электронной техники".

Рекомендованы кафедрой "Электротехника", адресованы студентам специальности 0705.

Составители: канд.техн.наук доц. В.Н.Б у р о в,
канд.техн.наук асс.А.И.М е р к у л о в

Рецензенты:канд.техн.наук доц. А.В.З е л е н с к и й,
И.П.Ф е д о р о в а

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Редактор О.Б.Х н ы р е в а
Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к
Корректор Н.С.К у п р и я н о в а

Подписано в печать 20.10.84г. Формат 60x84 1/16.
Бумага оберточная белая. Печать оперативная.
Усл.п.л. I,19. Уч.-изд.л. I.0. Т. 500 экз.
Заказ 7280 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный институт имени академика С.П.Королева, г.Куйбышев, ул.Молодогвардейская, 151.

Областная типография имени В.П.Мяги, г.Куйбышев, ул.Венцека, 60.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА А

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Ц е л ь р а б о т ы: исследование температурной зависимости электропроводности твердых диэлектриков.

- З а д а н и е:** 1. Для образцов твердых диэлектриков экспериментально определить температурные зависимости удельных объемных и поверхностных электропроводностей.
2. Определить энергию активации носителей заряда.
3. Объяснить результаты эксперимента.

1. К р а т к и е т е о р е т и ч е с к и е с в е д е н и я

Твердые диэлектрики являются неотъемлемой частью изоляционных конструкций, а также имеют специальное использование в различных областях науки и техники.

В зависимости от условий эксплуатации к материалам, используемым в радиоаппаратуре, предъявляются жесткие и разносторонние требования. Вот некоторые из них: изоляционные материалы должны иметь низкие диэлектрические потери, высокую электрическую прочность; материалы должны быть легкими, механически прочными, не должны бояться вибраций, нагрузок; должны обеспечить надежную эксплуатацию как при температурах $150-200^{\circ}\text{C}$, так и при $-60 - -80^{\circ}\text{C}$ и т.д.

По функциям, выполняемым в аппаратуре и приборах, диэлектрические материалы подразделяют на электроизоляционные конденсаторные (пассивные диэлектрики) и управляемые (активные диэлектрики).

Под электроизоляционным материалом понимают диэлектрик, применяемый с целью создания условий, препятствующих нейтрализации электрических зарядов. В этом случае его роль чисто пассивная. Хотя один и тот же материал можно употреблять для электроизоляции и как диэлектрик в электрическом конденсаторе, между принципом его использования и предъявляемыми к нему требованиями имеются существенные различия. Так, в диэлектрике конденсатора может запасаться, а потом отдаваться в цепь электрическая энергия. Иногда конденсатор используется для разделения цепей постоянного и переменного тока, для изменения сдвига фазы и т.д. Если для электроизоляционного материала

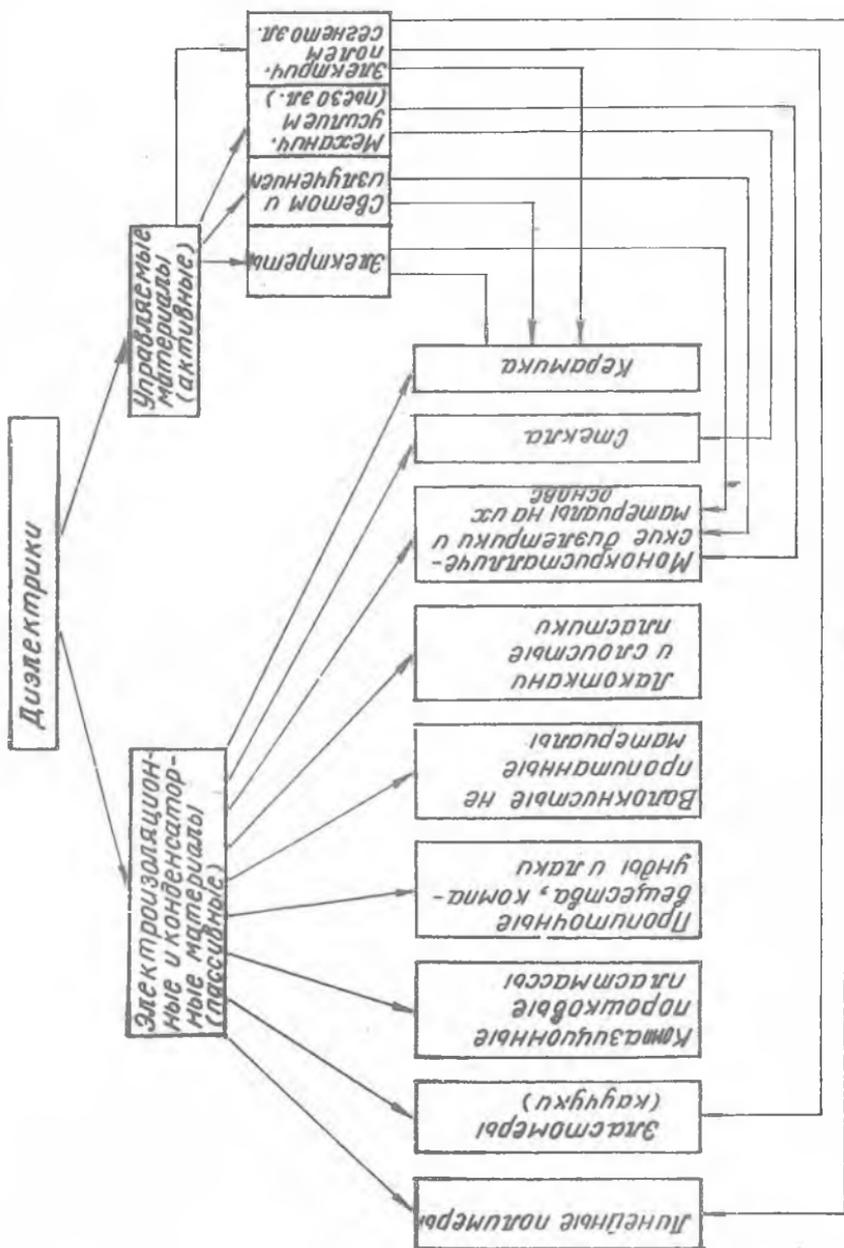


Рис. 1

желательна возможно меньшая величина относительной диэлектрической проницаемости материала, то для диэлектрика конденсатора желательно возможно большее значение ϵ .

Конденсаторы с управляемыми (активными) диэлектриками могут быть использованы для усиления сигналов по мощности, для создания различных преобразователей, элементов памяти и т.д. В классификационной схеме управляемые диэлектрики, в свою очередь, делятся по принципам управления (рис.1). Особое место занимают электреты-вещества с большой и длительно сохраняющейся остаточной поляризацией.

В дальнейшем деление всех материалов осуществлено на основе особенностей строения их в тех состояниях, в которых они применяются на практике, а следовательно, и особенностей их свойств. К таким особенностям относятся: инертная высокополимерная структура пластичных в технологии материалов (пластмасс), высокоэластичное состояние других полимерных материалов (эластомеров, каучуков), волокнистое строение, монокристалличность, поликристалличность, стеклообразное состояние. Из-за большого разнообразия применяемых на практике диэлектриков, различия их свойств и некоторых исторически сложившихся традиций подразделения материалов, такую классификацию не всегда удается строго выдерживать.

Полная проводимость диэлектрика складывается из объемной и поверхностной проводимостей.

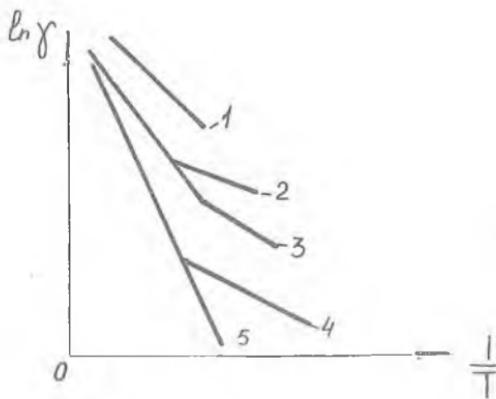
Объемная электропроводность

Она обусловлена как передвижением ионов самого диэлектрика, так и ионов случайных примесей, а у некоторых материалов может быть вызвана наличием свободных электронов. В твердых диэлектриках ионного строения электропроводность обусловлена главным образом перемещением ионов, вырываемых из решетки под влиянием флуктуаций теплового движения. При низких температурах передвигаются слабозакрепленные ионы, в частности, ионы примесей. При высоких температурах движутся основные ионы кристаллической решетки (рис.2).

В диэлектриках с атомной или молекулярной решеткой электропроводность зависит от наличия примесей.

Собственная электропроводность твердых тел и изменение ее под воздействием температуры определяются структурой вещества и его составом.

В кристаллических телах с ионной решеткой электропроводность связана с валентностью ионов. Кристаллы с одновалентными ионами обладают большей удельной проводимостью, чем кристаллы с многова-



Р и с. 2

лентными ионами. Так, для кристалла $NaCl$ удельная проводимость значительно больше, чем для кристаллов MgO или Al_2O_3 .

В кристаллических телах с молекулярной решеткой (сера, полиэтилен, парафин) удельная проводимость мала и определяется только примесями.

Величина удельной проводимости аморфных тел связана, прежде всего, с их составом.

Высокомолекулярные органические полимеры обладают удельной проводимостью,

зависящей в значительной степени от ряда факторов: от химического состава и наличия примесей, от степени полимеризации, от степени вулканизации (для эбонита). Органические нейтральные аморфные диэлектрики, как например полистирол, отличаются очень малой удельной проводимостью.

Большую группу аморфных тел составляют неорганические стекла. Их удельная проводимость зависит главным образом от химического состава, что дает в ряде случаев возможность получать заранее заданную величину удельной проводимости.

Твердые пористые диэлектрики при наличии в них влаги, даже в малых количествах, резко увеличивают свою удельную проводимость. Высушивание материалов повышает их электрическое сопротивление, но при нахождении высушенных материалов во влажной среде величина сопротивления вновь уменьшается.

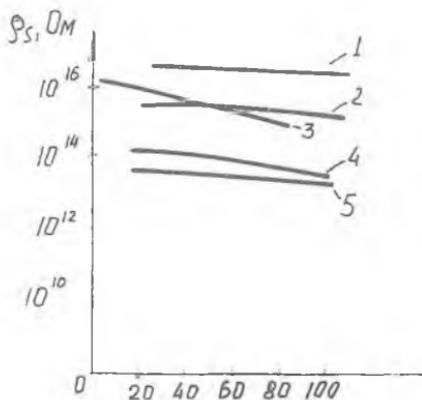
Поверхностная электропроводность

Она обусловлена присутствием влаги на поверхности диэлектрика. Вода обладает значительной проводимостью. Достаточно тончайшего слоя влаги на поверхности диэлектрика, чтобы обнаружить заметную проводимость, которая определяется в основном толщиной этого слоя.

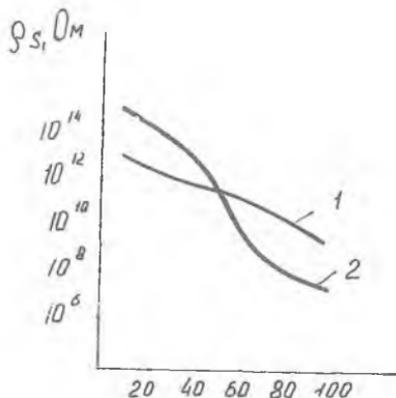
Удельная поверхностная проводимость тем ниже, чем меньше полярность вещества и чем чище поверхность диэлектрика.

Все материалы, в зависимости от пределов значений удельного поверхностного сопротивления, обусловленных взаимодействием с влагой, можно подразделить на несколько групп:

- 1) не растворимые в воде диэлектрики (рис.3);
- 2) частично растворимые в воде диэлектрики (рис.4);
- 3) диэлектрики, имеющие пористую структуру (рис.5).



Р и с. 3



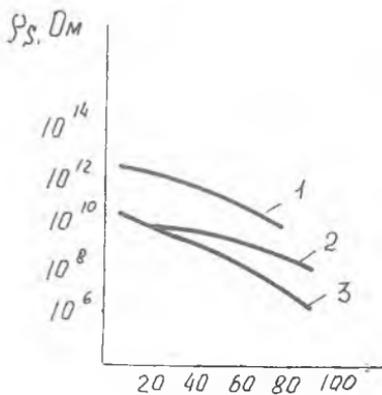
Р и с. 4

Не растворимые в воде диэлектрики и делятся на две подгруппы:

а) нейтральные и слабополярные – не смачиваемые водой (парафин, полистирол, янтарь, сера);

б) дипольные и ионные – смачиваемые водой (канифоль, некоторые виды керамики и др.).

Все материалы подгруппы а) характеризуются высоким удельным поверхностным сопротивлением. Это сопротивление у материалов подгруппы б) во влажной среде ниже, чем у подгруппы а), но может быть и достаточно большим при полном отсутствии загрязнений на их поверхности.



Р и с. 5

Ч а с т и ч н о р а с т в о р и м ы е в в о д е д и э л е к т р и к и . К э т о й г р у п п е о т н о с и т с я б о л ь ш и н с т в о т е х н и ч е с к и х с т е к о л . Т а к и м м а т е р и а л а м с в о й с т в е н н о б о л е е н и з к о е у д е л ь н о е п о в е р х н о с т н о е с о п р o т и в л е н и е , в з н а ч и т е л ь н о й м е р е з а в и с я щ е е о т в л а ж н о с т и о к р у ж а ю щ е й с р е д ы .

Д и э л е к т р и к и , и м е ю щ и е п о р и с т у ю с т р у к т у р у . К э т и м д и э л е к т р и к а м о т н о с я т с я в о л о к н и с т ы е м а т е р и а л ы , м р а м о р и б о л ь ш и н с т в о п л а с т м а с с . Б л а г о д а р я п о р и с т о й с т р у к т у р е в о в л а ж н о й с р е д е э т и м а т е р и а л ы о б н а р у ж и в а ю т б о л ь ш у ю у д е л ь н у ю п о в е р х н о с т н у ю п р o в o д и м о с т ь .

Материалы печатных плат

В качестве конструкционных и электроизоляционных материалов низкочастотных цепей широко применяют слоистые пластики (гетинакс, текстолит и др.), в которых основой является тот или иной листовой волокнистый материал.

Г е т и н а к с получают горячей прессовкой бумаги, пропитанной фенолформальдегидной смолой или другими смолами этого же типа.

Свойства гетинакса, предназначенного для использования в радиоаппаратуре, приведены в [1].

Дугостойкость гетинакса, как и других фенолформальдегидной пластмасс, невысока. После действия разряда на поверхности материала остается науглероженный "след", обладающий значительной проводимостью.

В результате слоистого строения гетинакса электрические свойства в перпендикулярном и параллельном направлениях различны. Так, например, удельное объемное сопротивление гетинакса вдоль слоев в 50-100 раз ниже, чем поперек слоев; электрическая прочность в 5-8 раз ниже, чем поперек.

Для изготовления печатных схем низкочастотных цепей радиоаппаратуры используют фольгированный гетинакс. В настоящее время выпускается 7 марок такого материала. Он представляет собой гетинакс, облицованный с одной или двух сторон электролитической красномедной фольгой толщиной 0,035-0,05 мм.

Т е к с т о л и т аналогичен гетинаксу, но изготавливается не из пропитанной бумаги, а из пропитанной хлопчатобумажной ткани.

Исходя из справочных данных [1] можно сделать вывод, что электрические и механические свойства при статическом приложении нагрузки у текстолита из хлопчатобумажной ткани ниже, чем у гетинакса, зато он имеет повышенную (по сравнению с гетинаксом) стойкость к истиранию и сопротивление раскалыванию при сдавливании клина в торец доски.

Текстолит в 5-6 раз дороже гетинакса, так как стоимость ткани значительно выше стоимости бумаги. Его целесообразно применять лишь для изделий, подвергающихся ударным нагрузкам или истиранию.

Все электроизоляционные материалы способны быстро терять свои свойства, что требует особого внимания при хранении и использовании на монтаже.

Технические свойства и качество применяемых материалов должны строго соответствовать принятой технологии работ и установленным нормам.

Номенклатура материалов и их назначение даны в таблицах приложения настоящей работы.

II. Экспериментальные исследования

Через диэлектрик, помещенный во внешнее электрическое поле, протекает ток, имеющий две составляющие. Одна из них характеризует объемную проводимость материала, другая - поверхностную.

Таким образом, эквивалентная схема активного сопротивления диэлектрика может быть представлена в виде параллельного соединения двух сопротивлений: R_v - объемного и R_s - поверхностного. На практике стремятся измерить каждую из этих составляющих. Для этого используют образцы диэлектриков с системой трех электродов: измерительного, высоковольтного, охранного кольца.

Введение охранного электрода обусловлено необходимостью выполнения следующих моментов:

1. Разделения поверхностной и объемной составляющих токов проводимости (рис.6, а).

2. Повышения однородности электрического поля вблизи торцов электродов (рис.6, б).

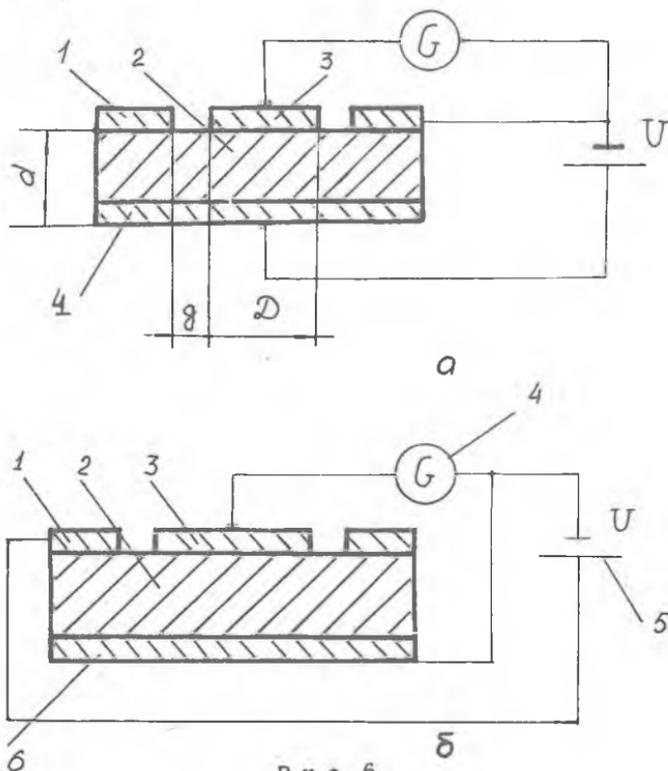
Схема измерения объемного "а" и поверхностного "б" сопротивлений диэлектриков. 1 - высоковольтный; 2 - охранный; 3 - образец диэлектрика; 4 - измерительный электрод; 5 - гальванометр; 6 - источник питания.

Очевидно, что однородность поля тем выше, чем меньше величина отношения q/d . Согласно рисунку, объемно-остаточная электропроводность диэлектрика может быть рассчитана:

$$\gamma_{ост} = \frac{d}{S_{эф} R_v},$$

где γ - электропроводность $\text{Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$;
 $S_{\text{эф}}$ - эффективная площадь измерительного электрода, определяемая

$$S_{\text{эф}} = \pi \frac{(D+q)^2}{4}.$$



Р и с. 6

В случае выполнения условия $D \gg 10d$ влиянием неоднородности электрического поля при определении $R_{\text{эф}}$ можно пренебречь и использовать более простую, двухэлектродную систему (без охранного кольца).

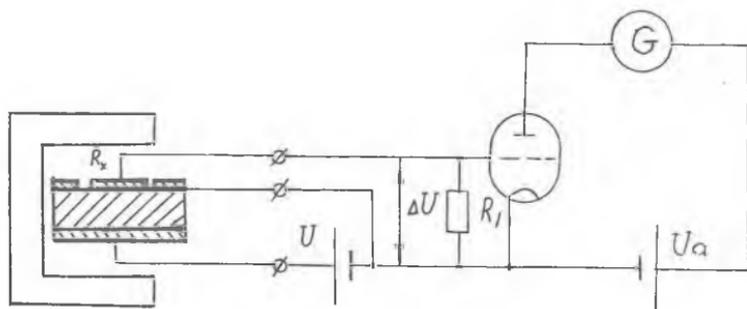
При определении поверхностного сопротивления R_s используется та же система электродов.

Поверхностная электропроводность определяется с точностью до 3-5%:

$$\gamma_{\text{пов}} = \frac{q}{D_{\text{эф}} \pi} \frac{1}{R_s}, \quad \text{где } D_{\text{эф}} = D + \frac{q}{2}.$$

В настоящее время в качестве измерителей малых токов широкое распространение получили ламповые электрометры, обладающие чувствительностью по току 10^{-14} . Принцип измерения токов с помощью ламповых электрометров основан на том, что искомый ток, проходящий через диэлектрик с сопротивлением R_x , создает падение напряжения ΔU на известном прецизионном сопротивлении R_1 , как правило, намного меньше по номиналу, чем ожидаемая величина R_x .

Схема измерения сопротивлений диэлектрика R_x с помощью лампового электрометра дана на рис.7.



Р и с. 7

Зная величину сопротивления R_1 , напряжение источника U и величину падения напряжения ΔU на известном сопротивлении R_1 , можно определить сопротивление диэлектрика R_x :

$$R_x = \frac{U - \Delta U}{\Delta U} R_1.$$

О п и с а н и е э к с п е р и м е н т а л ь н о й у с т а н о в к и

На последнем рисунке представлена принципиальная схема экспериментальной установки для исследования температурной зависимости остаточной электропроводности диэлектриков. В работе исследуются образцы диэлектриков, выполненные как по трехэлектродной, так и по двухэлектродной схеме, а также образцы промышленных конденсаторов.

Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя экспериментальные образцы и уточнить необходимый вариант эксперимента.
2. Ознакомиться с экспериментальной установкой.
3. Включить тераомметр в сеть и прогреть его в течение 15–30 мин. Произвести калибровку тераомметра.
4. Замерить сопротивления образцов (R_x или R_S – по указанию преподавателя) при различных температурах термостата. Результаты занести в таблицу.
5. Вычислить $\rho_{см}, \lg \rho_{см}, 1/T, K^{-1}$. Результаты занести в таблицу экспериментальных данных.
6. Построить график зависимости $\lg \rho_{см} = \varphi(1/T, K^{-1})$.
7. Сравнить полученные результаты для различных диэлектриков. Сформулировать основные выводы по работе.
8. Сопоставить результаты эксперимента с данными таблиц приложения.

Таблица экспериментальных данных

T, K	$R_x, \Omega (R_S)$	$\rho_{см}, \Omega^{-1} \text{см}^{-1}$	$1/T, K^{-1}$	$\lg \rho_{см}$

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Назовите требования, предъявляемые к диэлектрическим материалам в процессе их эксплуатации.
2. Что такое пассивные и активные диэлектрики? Где они применяются?
3. В чем отличие электроизоляционных и конденсаторных материалов?
4. В чем особенности электропроводности диэлектриков? Какие виды электропроводности диэлектриков вы знаете?
5. Что называется удельным объемным сопротивлением?
6. Что такое удельное поверхностное сопротивление?
7. Как определить удельную объемную проводимость и удельную поверхностную проводимость? В каких единицах они измеряются?
8. Чем обусловлена объемная электропроводность?
9. Вывести зависимость удельной объемной проводимости от температуры.

10. Приведите примеры твердых диэлектриков и назовите особенности их электропроводности.

11. Чем обусловлена поверхностная электропроводность?

12. На какие группы делятся материалы в зависимости от пределов значений удельного поверхностного сопротивления? Охарактеризуйте каждую из них.

13. Чем обусловлен начальный спад тока через диэлектрик?

14. Почему на практике определяют $\gamma_{ост}$?

15. О чем свидетельствуют изломы на графике рис.2 ?

Л и т е р а т у р а

1. Справочник по электротехническим материалам /Под ред. Ю.В.Корицкого, В.В.Пасынкова и Б.М.Тареева.-М.:Энергия, т.1, 1974, 583 с.; т.2, 1974, 616 с.; т.3, 1976, 895 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА Б

ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

Ц е л ь р а б о т ы

Ознакомление с величинами сопротивления изоляции проводов и кабелей различных марок и с методом измерений.

- З а д а н и е: 1. Изучить методику измерения сопротивлений изоляции проводов и кабелей прибором М ИОИМ.
2. Оценить изоляционные свойства испытываемых проводов и кабелей.

1. Т е о р е т и ч е с к и е о с н о в ы

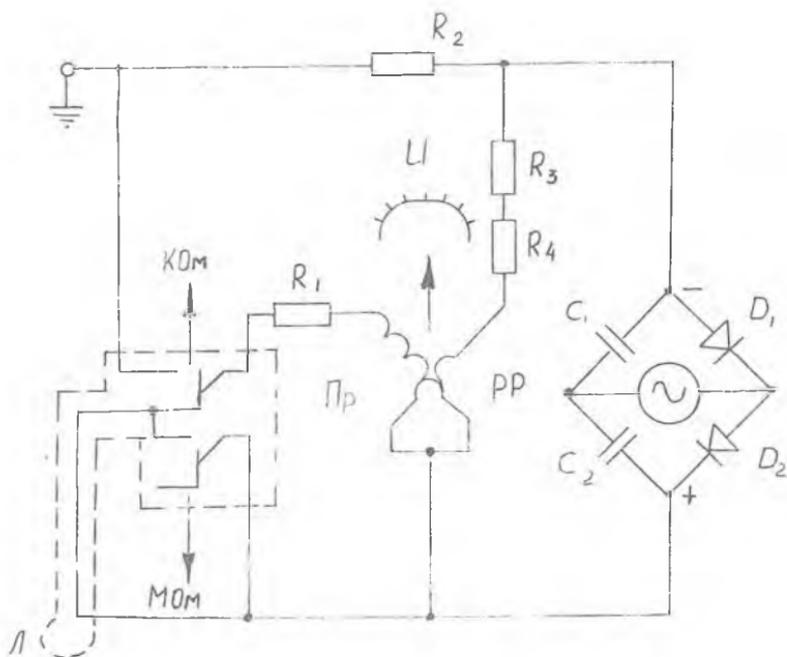
Схемы установок

На современном этапе провода и кабели являются наиболее современным видом линий, предназначенных для передачи информации с помощью электромагнитных сигналов. Разработка и изготовление высококачественных кабелей требует эффективных методов контроля как материалов, так и готовых изделий. В настоящее время отечественная промышленность выпускает большое количество разнообразных приборов, используемых для контроля параметров слаботочных кабельных изделий. Одним из основных параметров кабелей является сопротивление изоляции.

На производстве для измерения сопротивления изоляции применяют различные типы материалов, отличающихся своими схемами и номинальным напряжением источника питания, примененного в приборе.

Выбор типа мегомметра зависит от параметров измеряемого объема и производится с учетом предела измерения, а также номинального напряжения. Для установок с рабочим напряжением ниже 1000 В обычно применяют мегомметры типа М ИОИМ с номинальным напряжением 1000 или 500 В. Это распространенные приборы, они применяются при обслуживании различных электроустановок.

В данной работе практически изучается мегомметр типа М ИОИМ, схема которого приведена на рис.8. В приборе применен магнитоэлектрический логометр И с рабочей РР и противодействующей ПР рамками, в цепи которых включены добавочные резисторы R_1 , R_2 , R_3 и R_4 для подгонки пределов шкал. Источником тока, питающим прибор, служит генератор Г переменного тока, включенный через селеновые выпрямители Д₁ и Д₂ с конденсаторами С₁ и С₂ по схеме удвоения напряжения.



Р и с. 6

Приборы этого типа бывают трех модификаций с номинальными напряжениями при разомкнутой цепи: 100 В, предел измерения 100 МΩ, 500 В - 500 МΩ и 1000 В - 1000 МΩ. Каждый предел измерения имеет два поддиапазона: на одном из них измеряют сопротивления в килоомах - КΩ, на другом - в мегаомах - МΩ. Рабочая часть шкалы измерителя находится в пределах 80% всей длины шкалы.

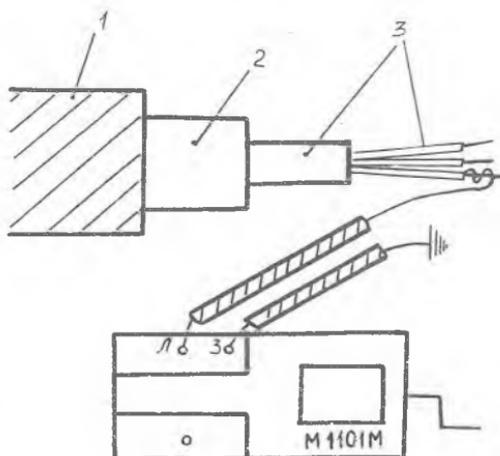
Для выбора одного из пределов измерений служит переключатель П. Измеряемое сопротивление присоединяют к зажимам Л - линия и З - земля, расположенным на лицевой крышке прибора. В зависимости от положения переключателя П измеряемое сопротивление будет включено в цепь последовательно (при измерении по шкале МΩ) или параллельно (при измерении по шкале КΩ) с рамкой РР.

Генератор мегомметра имеет ручной привод. При вращении ручки генератора со средней скоростью 120 об/мин в рамках логометра появляются токи. В цепи рамки РР сила тока зависит только от напряжения

генератора, а ток в цепи рамки РР зависит от величины измеряемого сопротивления. Поэтому отношения токов, а следовательно и положение подвижной части прибора, определяются величиной измеряемого сопротивления, которую и показывает по шкале стрелка И.

Сопротивление изоляции электроизмерительных приборов измеряют между токопроводящими цепями и металлическими частями этих приборов при обычной температуре.

При измерении сопротивления изоляции кабеля мегомметр присоединяют к нему по схеме, приведенной на рис. 9, а. Зажим Л соединяют с жилой кабеля, зачищенной до металлического блеска, а зажим З - с заземлением.



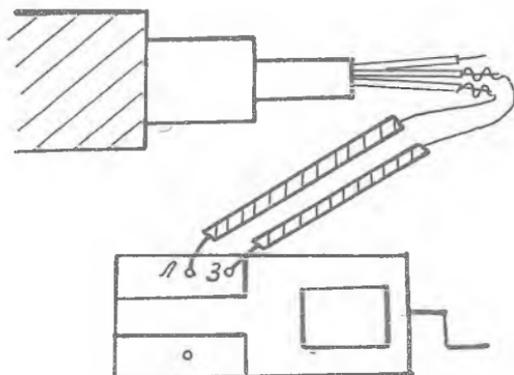
Р и с. 9, а

Для измерения изоляции между жилами кабеля, их присоединяют к зажимам Л и З мегомметра (рис.9,б).

Сопротивление изоляции обмоток электрических машин измеряют относительно металлического корпуса машины, а также между ее обмотками.

На сопротивление изоляции оказывают существенное влияние воздействия внешней среды, тепловая прочность и неоднородность материала изоляции.

К вредным влияниям внешней среды относятся факторы, оказывающие разрушающее действие на изоляционный материал проводов и кабелей,



Р и с. 9,б

а также факторы, снижающие сопротивление изоляции. В данной работе практически изучается влияние влажности на сопротивление хлопчатобумажной изоляции.

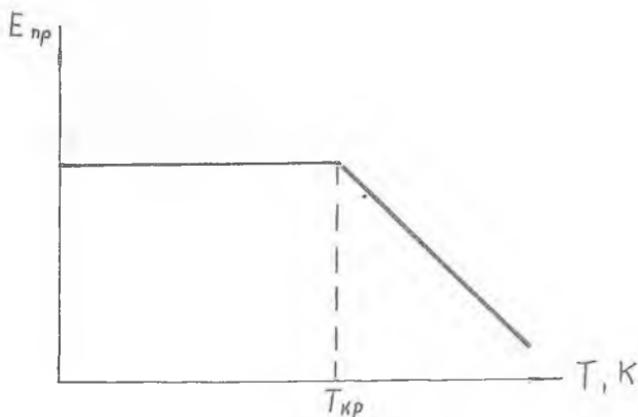
Электрической величиной, характеризующей изоляцию кабеля, является его электрическая прочность ($E_{пр}$), от которой зависит надежность работы изоляции.

$E_{пр}$ зависит от физических свойств материала, его размеров, условий окружающей среды, характера приложенного напряжения. $E_{пр}$ измеряется в В/см или кВ/мм.

Электрический пробой характеризуется тем, что величина $E_{пр}$ не зависит от температуры (T), длительности действия напряжения и почти не изменяется с толщиной диэлектрика. Место пробоя представляет собой маленькое отверстие без следов обгорания. Такой пробой называется прокалывающим пробоем. Чаще всего электрический характер разрушения диэлектрика получается при импульсном пробое твердых диэлектриков.

Как показывают экспериментальные исследования, зависимость $E_{пр}$ от T в большинстве случаев имеет вид (рис.10), т.е. $E_{пр}$ не зависит от T до некоторого значения $T_{пр}$. Это область электрического пробоя. $E_{пр}$ падает при дальнейшем повышении T . Это область теплового пробоя.

Известно, что $E_{пр}$ подавляющего большинства диэлектриков с увеличением толщины снижается. Это снижение прочности приписывается влиянию неоднородности поля, а именно усилению напряженности поля у краев диэлектрика. Это явление получило название "краевой эффект".



Р и с. 10

II. Экспериментальная часть

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и техническими данными мегомметра М1101М, используемого в работе.

2. Проверить исправность мегомметра М1101М. Для этого при разомкнутых зажимах вращают ручку генератора со средней скоростью 120 об/мин и следят за стрелкой измерителя, которая должна установиться на отметку " ∞ " шкалы мегомов или на отметку "0" той же шкалы мегомов, если переключатель находится в положении кл.

3. Измерить сопротивление изоляции кабеля и монтажных проводов. Переключатель П установить в положение мл. Затем, вращая ручку генератора, снять показания с измерителя.

4. Присоединить к мегомметру провода с хлопчатобумажной изоляцией. Взяв пипетку, капнуть 1-2 капли воды на провод. Переключатель П установить в положение кл и снять показания мегомметром. Затем через каждые 5 мин повторить измерения 6-7 раз.

Построить зависимость R от t (мин).

5. Сделать выводы о годности используемых в работе проводников и кабелей.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Почему в мегомметре типа М1101М применен логометрический измерительный механизм?

2. Как построена схема мегомметра и как включают сопротивление для измерения этим прибором?

3. Влияет ли на результат измерения мегомметром скорость вращения его генератора?

4. Сколько пределов измерений и какие именно имел мегомметр, примененный в работе?

5. Как измеряют сопротивление изоляции электроизмерительных приборов и электрических машин?

П Р И Л О Ж Е Н И Е

Т а б л и ц а I

Электроизоляционные материалы и изделия

Материалы или изделия	Назначение
Гетинакс листовой (слоистый пластик) масло- и влагостойкий, толщиной 2-20 мм (ГОСТ 2718-74)	Для оснований и перегородок в электромашинах, трансформаторах и электроаппаратах
Текстолит электротехнический листовой, толщиной 2-20 мм, невлагостойкий, с теплостойкостью до 130°C (ГОСТ 2910-74)	Электроштитки до 1000 В, основания для мелких электроаппаратов и приборов
Фибра листовая, толщиной 1-10 мм, влагостойкая, с теплостойкостью до 50-60°C (ГОСТ 14613-69)	Перегородки и прокладки в электроконструкциях

Т а б л и ц а 2

Характеристики электроизоляционных материалов

Наименование материалов	Плотность кг/м ³	Удельное сопротивление, Ом·м	Электрическая прочность, МВ/м	Допустимая рабочая температура, °C
Бумага кабельная	700-1100	$10^{11} - 10^{12}$	5-10	90
Картон электротехнический	950-1250	10^7	8-30	90
Лакоткань	-	$10^6 - 10^9$	12-60	120
Резиновая изоляция	1200-1800	$10^{12} - 10^{14}$	20-30	55-65
Стеатит	2700	$5 \cdot 10^7 - 5 \cdot 10^{11}$	20-25	1000
Стекло	2000-3000	$10^9 - 10^{15}$	10-40	500
Текстолит	1300-1800	$10^6 - 10^8$	2-12	-