

Методические указания к лабораторной работе № 3

Знакомство с диэлектрическими материалами и измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь

Цель работы: Ознакомиться визуально с образцами следующих диэлектрических материалов:

резина с высоким содержанием сажи;
стеклотекстолит;
лакоткань (толщина 0,125 мм);
полиметилметакрилат (оргстекло);
гетинакс;
текстолит;
поливинилхлорид (ПВХ, винипласт);
поливинилхлорид в виде изоляционной ленты (ПВХ-лента);
эпоксидный компаунд;
политетрафторэтилен (фторопласт);
кремнийорганическая резина.

Провести у выбранных образцов измерения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь. Ознакомиться с построением векторных диаграмм для схем замещения диэлектрика.

Методы измерения

Диэлектрическую проницаемость ϵ испытуемого материала вычисляют, измерив предварительно ёмкость образца в эквивалентной последовательной схеме или в эквивалентной параллельной схеме. Тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ можно определить путем прямых измерений или по результатам косвенных измерений, используя формулы пересчета.

Методы определения $\operatorname{tg}\delta$ и ϵ на частоте 50 Гц стандартизированы (ГОСТ 6433.4-71 и ГОСТ 6581-75).

В лабораторной работе для указанных измерений используется измеритель иммитанса¹ LCR-819. Измеритель иммитанса предназначен для автоматического измерения емкости, индуктивности и сопротивления с базовой погрешностью 0,05 % по параллельной и последовательной эквивалентным схемам.

Описание лабораторной установки

Цифровой измеритель иммитанса LCR-819 представлен на рис. 1.

Назначения кнопок, используемых при измерении:

- 1 – питание прибора;
- 2 – выбор измеряемых величин (при индикации режима MODE);
- 3 – выбор схемы измерения (при индикации режима CIRCUIT);
- 5 – цифры для набора частоты;
- 6 – ввод набранной частоты.

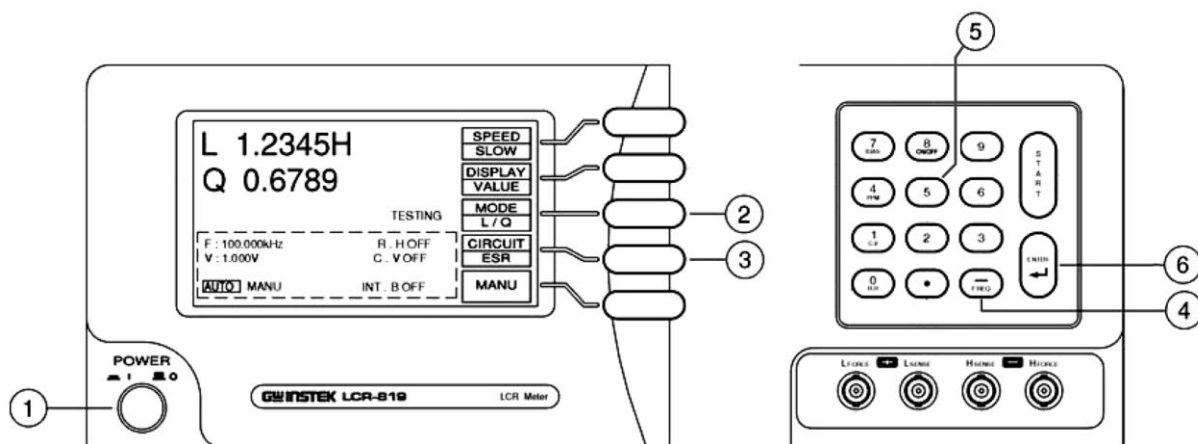


Рис. 1 Передняя панель цифрового измерителя иммитанса

Включение прибора производится кнопкой 1.

Выбор измеряемого параметра производится с помощью кнопки 2. При этом:

режим «C/D» – измерение емкости C и тангенса угла диэлектрических потерь D (Dissipation Factor – англ.) – используется в данной работе; (режимы: «L/Q», «C/Q», «R/Q» в данной работе не используются).

¹ Иммитанс – общее название сопротивлений и проводимостей

Выбор частоты измерения производится следующим образом: нажать кнопку 4, набрать необходимую частоту цифровыми кнопками 5 (в кГц, 100 Гц набирать как 0,1 кГц) и нажать кнопку 6 - ввод.

Измерение производится автоматически. При смене диэлектрика питание прибора не отключается.

Методические указания

Студенты должны сопоставить приведённые выше названия материалов с представленными образцами и выбрать для измерений по три образца на каждого члена бригады. Для знакомства с составом и технологией изготовления материалов рекомендуется использовать справочники [2,3].

Перед началом работы необходимо отыскать по справочнику [2,3] ожидаемые значения относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь выбранных материалов. По справочному значению относительной диэлектрической проницаемости рассчитать значения ожидаемой ёмкости. Толщина образца и диаметр верхнего электрода (для определения площади) измеряются при помощи штангенциркуля.

Для измерений образец изучаемого материала помещается между двумя плоскими электродами круглой формы.

При определении относительной диэлектрической проницаемости ε измеряется ёмкость C образца. Тангенс угла диэлектрических потерь $\tan \delta$ (D) измеряется непосредственно.

Измерения ёмкости C и тангенса угла диэлектрических потерь $\tan \delta$ (D) производятся на трех частотах для каждого образца – 100 Гц; 1 кГц и 100 кГц. Если при измерениях на какой-либо частоте не определяется D ($\tan \delta$), то в таблице измерений ставится прочерк.

По измеренным значениям ёмкости, толщине образца и площади электродов вычисляется относительная диэлектрическая проницаемость материала.

В отчете по работе должны быть представлены:

- все измеренные значения: C , $\operatorname{tg}\delta$, частота измерения, площадь пластин и толщина образцов;
- рассчитанные значения диэлектрической проницаемости для каждого образца на каждой частоте;
- справочные значения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь с указанием частот, им соответствующих.

Измеренные значения сравниваются со справочными, все расхождения объясняются.

В отчете необходимо также привести последовательную и параллельную схемы замещения диэлектриков, соответствующие им соотношения и векторные диаграммы, используя материал лекций, настоящего пособия и справочников.

Отчет выполняется один на подгруппу и защищается индивидуально каждым членом подгруппы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое "диэлектрическая проницаемость"?
2. Что такое "угол диэлектрических потерь"?
3. Назовите наименования материалов, представленных в образцах к лабораторной работе.
4. Нарисуйте векторную диаграмму, соответствующую параллельной схеме замещения диэлектрика.
5. Нарисуйте векторную диаграмму, соответствующую последовательной схеме замещения диэлектрика.
6. Какой материал более прозрачен: полиметилметакрилат или поливинилхлорид?
7. Во сколько раз емкость воздушного конденсатора больше или меньше емкости такого же конденсатора, но с измеренным Вами диэлектриком ?

8. Какие физические процессы, происходящие в диэлектрике, находящемся в электрическом поле, приводят к нагреванию диэлектрика (диэлектрическим потерям)?
9. От чего зависит мощность диэлектрических потерь?
10. В каких случаях и как неплотное прилегание электрода к образцу (воздушная прослойка) может заметно изменить результаты измерений?
11. В какую сторону изменяются измеренные значения при увеличении доли проводящих включений в образце (например, сажи в резине)?
12. Чем отличается текстолит от гетинакса?
13. Назовите химические названия оргстекла, винипласта, “синей” изоленды.
14. Назовите значения диэлектрической проницаемости известных Вам твердых диэлектриков.
15. Назовите значения тангенса угла диэлектрических потерь известных Вам твердых диэлектриков.
16. Какое значение емкости получится, если в измерительном конденсаторе установить двухслойный диэлектрик из измеренных образцов?
17. Как будет выглядеть векторная диаграмма, если ее построить по измеренным данным?