

7. Определяне на диелектричната прониктаемост и тангенса от ъгъла на диелектричните загуби на твърди електроизолационни материали в електрическо поле с честота 50 Hz.

7.1.Цел на упражнението: Студентите да усвоят метода за измерване на диелектричната прониктаемост и тангенса от ъгъла на диелектричните загуби на твърди електроизолационни материали с цифров RLC мост.

7.2.Теоретична сведения.

Относителната диелектрична прониктаемост ϵ_r се определя като отношение на капацитета C_x на кондензатор, с диелектрик между електродите си, към капацитета C_0 на същия кондензатор, поставен във вакуум.

$$\epsilon_r = \frac{C_x}{C_0} \quad (1)$$

Капацитетът C_0 , във F (фаради), на плосък вакуумен кондензатор е

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{h} \quad (2)$$

където $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$, F.m⁻¹ е диелектричната константа
S, m² - ефективната площ на електрода
h, m - разстоянието между електродите

След заместване в (1) и (2) се получава

$$\epsilon_r = \frac{10^{12} h C_x}{8,86 S} \quad (3)$$

Следователно определянето на ϵ_r при известни геометрични параметри се свежда до измерване на капацитета C_x и пресмятане по формула (3).

Диелектричните загуби се дефинират като мощност, която се разсейва в диелектрика при въздействие на приложеното към него напрежение. Те се наблюдават както при постоянно, така и при променливо електрическо поле, защото и в двата случая протича ток на проводимост.

При постоянно напрежение диелектричните загуби са

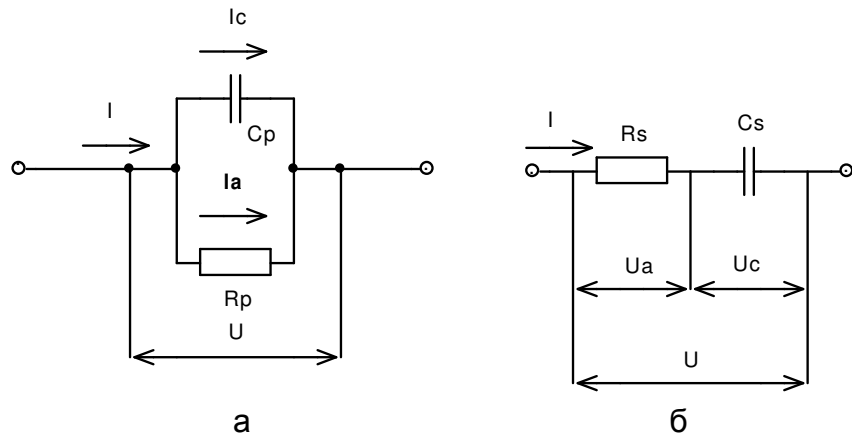
$$P = UI = \frac{U^2}{R_{из}} = U^2 G_{из} \quad (4)$$

където $R_{из}$ е съпротивлението на електроизолационния материал

$G_{из}$ – проводимостта на електроизолационния материал

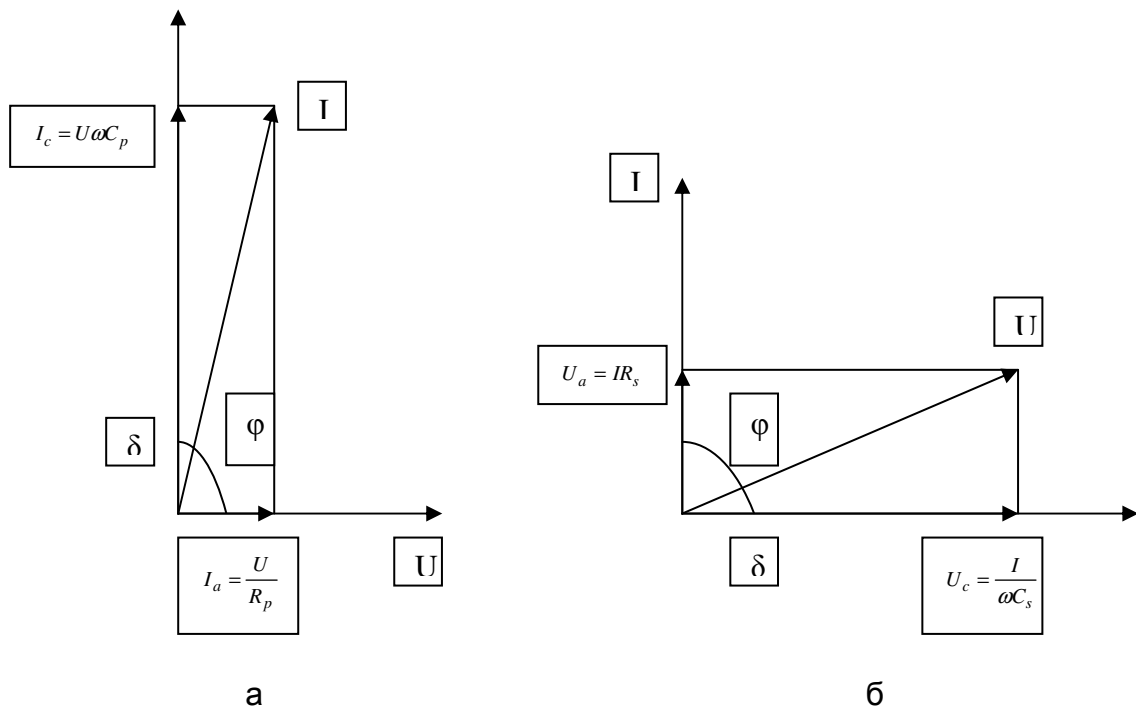
В променливо поле, за изчисляване на диелектричните загуби, се използва подходяща заместваща схема на реалния диелектрик(фиг.1). Те се състоят от идеален

кондензатор и активно съпротивление отразяващо диелектричните загуби, свързани в паралелна схема (а) и последователна схема (б).



Фиг.1

Векторните диаграми на токовете и напреженията (фиг.2) са:



Фиг.2

За паралелната заместваща схема:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a}{I_c} = \frac{1}{\omega C_p R_p} \quad (5)$$

$$P_a = U^2 \omega C_p \operatorname{tg} \delta \quad (6)$$

където ω е ъгловата честота, s^{-1}

За последователната заместваща схема:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{U_a}{U_c} = \omega C_s R_s \quad (7)$$

$$P_a = I U_a = I^2 R_s = \frac{U^2 R_s}{z} = \frac{U^2 \omega C_s \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} \quad (8)$$

От формули (6) и (8) за капацитетите и съпротивленията в паралелната и последователна схеми се получава:

$$C_p = \frac{C_s}{1 + \operatorname{tg} \delta} \quad \text{и} \quad R_p = \frac{1 + \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg}^2 \delta} R_s \quad (9)$$

За качествените диелектрици $\operatorname{tg} \delta = (0,001 \div 0,0001)$ и $\operatorname{tg}^2 \delta \ll 1$.
Следователно:

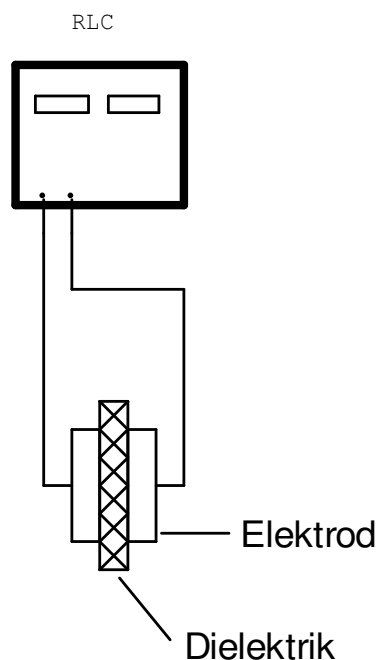
$$C_p \approx C_s = C \quad \text{и} \quad P_a = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta \quad (10)$$

7.3. Задачи за изпълнение, схеми на свързване на опитната установка и методика за изпълнението им.

7.3.1. Да се измерят геометричните размери на електродите и се определи площта им S и се нанесе в таблица 1 – измерването се извършва с шублер;

7.3.2. Да се измери дебелините на различните диелектрици и се нанесат в таблица 1 – измерването се извършва с микрометър;

7.3.3. Да се измери капацитета на кондензаторите получени с различните диелектрици поставени между електродите и $\operatorname{tg} \delta$ с RLC моста по схемата от фиг.3



фиг.3

Резултатите да се нанесат в таблица 1

Методика на измерването:

1. Включва се RLC моста и си превключва в режим на измерване на капацитет;
2. Поставя се съответния диелектрик между електродите;
3. Електродите се включват към изводите на RLC моста;
4. Изчаква се балансирането на моста – угасване на индикатора за балансиране;
5. Чрез превключвателя се подбира подходящата разрядност на индикацията;
6. Отчита се стойността на капацитета от левия цифров индикатор;
7. Отчита се стойността на $\text{tg}\delta$ от десния цифров индикатор.

Да се пресметне стойността на ϵ_r по (3) и се нанесе в таблица 1

Забележка: Всички стойности трябва да са в основни единици

Резултати от измерванията

Таблица 1

Диелектрик	h,mm	S,mm ²	C _x	ϵ_r	tg δ
Електротехническа хартия					
Лакотъкан					
Фолиран прешпан					
Хостафан					
Гетинакс					
Въздух					

7.5. Анализ на получените резултати и изводи