

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

Задача 1.1.

Цель задания – умение правильно использовать информацию о метрологических характеристиках средств измерений при выполнении измерений типовых физических величин.

Напряжение постоянного тока измеряется двумя вольтметрами класса точности Кл.Т.1 (используется предел измерений $U_{пр1}$) и класса точности Кл.Т.2 (используется предел измерений $U_{пр2}$).

Показания вольтметров составляют соответственно $U_{пок1}$ и $U_{пок2}$.

Определить, какой вольтметр предпочтительнее принять для обеспечения большей точности измерений.

Значение Кл.Т.1, Кл.Т.2, $U_{пр1}$, $U_{пр2}$, $U_{пок1}$ и $U_{пок2}$ приведены в табл. 20 и 21.

Влиянием входного сопротивления вольтметра на исследуемую цепь пренебречь. Определить пределы, в которых находится измеряемое напряжение, при использовании двух вольтметров. Представить результат измерения напряжения в форме, установленной ГОСТ 8.011-72 и ГОСТ 8.207-76.

Таблица 20

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кл.Т.1	1,5/0,5		2,0		1,0		1,5		2,0	2,5
Кл.Т.2	1,5	1,0	2,0/0,5		1,0/0,1		1,5/0,5		2,5/0,5	

Таблица 21

Данные	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$U_{пр1}$, В	50		150	200	250	300	350	400	450	
$U_{пок1}$, В	40	120		180	220	280	340	370	420	
$U_{пр2}$, В	100		500	250	300	500	500	500	1000	
$U_{пок2}$, В	41	121		181	219	279	341	371	419	

Указания

Пользуясь обозначениями классов точности вольтметров табл.5, с учетом используемых пределов измерений и полученных показаний, определить максимально допустимую относительную погрешность показания обоих вольтметров, что позволит сделать необходимый вывод.

Задание 1.2.

Цель задания – умение рассчитывать и строить функцию преобразования измерительного преобразователя.

Для измерения толщины бумажной ленты применен емкостной измерительный преобразователь, у которого электриче-

ская емкость изменяется под воздействием входной величины (рис.18).

Чувствительный элемент измерительного преобразователя имеет размеры (табл.22): площадь пластин конденсатора S ; зазор между пластинами δ .

Функция преобразования емкостного преобразователя данного типа определяется аналитической зависимостью

$$C = \frac{S}{\frac{\delta - \delta_{л}}{\epsilon_{в}} + \frac{\delta_{л}}{\epsilon_{б}}},$$

где $\delta_{л}$ – толщина бумажной ленты, протягиваемой между пластинами;

$\epsilon_{в} = 8,85$ пФ/м – диэлектрическая постоянная воздуха;

$\epsilon_{б} = 17,7$ пФ/м – диэлектрическая постоянная бумажной ленты.

Рассчитать и построить функцию преобразования емкостного преобразователя в координатах $C=f(\delta_{л})$. Определить по этой характеристике линейный участок изменения емкости, а также диапазон измерения толщины бумажной ленты $\delta_{л}$, протягиваемой между пластинами. Определить чувствительность измерительного преобразователя в точках, где толщина бумажной ленты составляет (0,15; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; 0,65; 0,85) мм. Увеличить или уменьшить зазор между пластинами (δ) на 2 мм. Повторно определить чувствительность измерительного преобразователя в прежних точках толщины бумажной ленты.

Сделать вывод как влияет зазор между пластинами на чувствительность измерительного преобразователя.

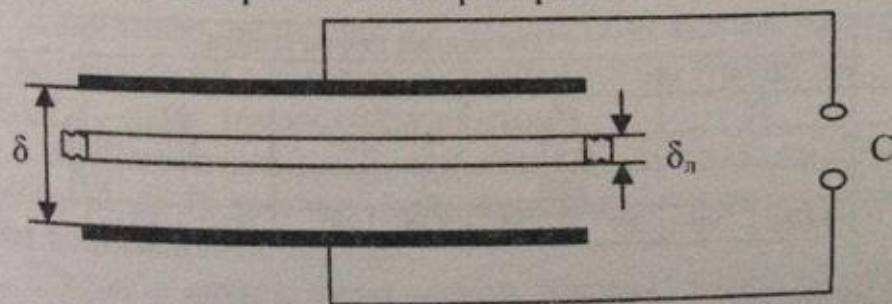


Рис.18. Схема емкостного измерительного преобразователя

Для выполнения задания №1.2 студент выбирает исходные данные из табл. 22 по последней цифре собственного шифра.

Таблица 22

Данные	Последняя цифра шифра				
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9
$S, 10^{-3} \text{ м}^2$	40	50	60	70	80
$\delta, \text{ мм}$	6	8	10	12	14
$\delta_{a1}, \text{ мм}$	0,1				
$\delta_{a2}, \text{ мм}$	0,9				

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №2

Задание 2.1.

Цель задания – умение определять показание измерительных приборов при выполнении измерений типовых физических величин.

Определить показание ваттметра электродинамической системы, если обмотка подвижной катушки включена в сеть через добавочное сопротивление, рассчитанное на ($U_{пр}$) вольт, а обмотка неподвижной катушки рассчитана ($I_{пр}$) ампер. Шкала отсчетного устройства ваттметра имеет n_{max} делений. При включении цепи стрелка отсчетного устройства прибора отклонилась на угол, равный n_x делениям.

Для выполнения задания №2.1 студент выбирает исходные данные из табл. 23 по последней цифре собственного шифра.

Таблица 23

Данные	Последняя цифра шифра				
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9
$U_{пр}, \text{ В}$	75	60	50	40	30
$I_{пр}, \text{ А}$	0,15				
$n_{max}, \text{ дел.}$	150				
$n_x, \text{ дел.}$	120	95	85	125	145

$$P_{np} = I_{np} \cdot U_{np},$$

а затем рассчитать показание ваттметра, воспользовавшись формулой

$$P_{пок} = \frac{P_{np}}{n_{max}} \cdot n_x.$$

Задание 2.2.

Цель задания – научиться измерять активную и реактивную мощность, а также угол сдвига фазы между током и напряжением в цепи переменного тока промышленной частоты.

Определить пределы, в которых находится активная и реактивная мощность в комплексной нагрузке (RL или RC) цепи переменного тока промышленной частоты, измеряемая электромеханическими электроизмерительными приборами, если показания приборов составило:

- ваттметра ($P_{арпок}$) на пределе ($P_{np}=I_{np} \cdot U_{np}$) – стрелка отсчетного устройства прибора отклонилась на угол, равный n_x делениям (шкала отсчетного устройства ваттметра имеет n_{max} делений);
- фазометра ($\varphi_{пок}$), нормирующее значение которого выбирают равным ($\varphi_N=180^0$). За показание фазометра ($\varphi_{пок}$) принимают расчетное значение фазового сдвига в комплексной нагрузке.

Характеристики ваттметра, отсчет n_x и n_{max} максимальное число делений шкалы ваттметра, а также характеристики фазометра приведены в табл.24,

где Кл.Т. ($K_{вт}$) – класс точности ваттметра;

$r_{посл}$ – сопротивление последовательной обмотки ваттметра;

$I_{пар}$ – номинальный ток параллельной обмотки ваттметра;

Кл.Т. (K_{φ}) – класс точности фазометра.

Напряжение сети U_c , ток сети I_c , круговая частота $\omega=2\pi f$, сопротивление R , емкость конденсатора C и индуктивность катушки L приведены в табл.25.

Угол φ сдвига фазы между током и напряжением в комплексной нагрузке (последовательное соединение RC или RL рас-

считывают по формуле

$$\varphi = \arctg \frac{1}{\omega RC} \quad \text{или} \quad \varphi = \arctg \frac{\omega L}{R}$$

Представить результат измерения активной и реактивной мощности в форме, установленной ГОСТ 8.011-72 и ГОСТ 8.207-76.

Исходные данные для решения задания студент выбирает из табл.24 и табл.25 по последней цифре собственного шифра.

Таблица 24

Данные	Последняя цифра шифра							
	0-1	2-3	4	5	6	7	8	9
$U_{пр}, В$	25		50		75		100	
$I_{пр}, А$	0,1		0,15		0,2		0,25	
$n_x, \text{дел.}$	100	120	70	80	90	130	65	85
$n_{max}, \text{дел.}$	150		100		150		100	
$r_{пост}, Ом$	4		3		2,5		3,5	
$I_{нар}, мА$	30							
Кл.Т. ($K_{от}$)	0,25/0,1	0,2	0,3		0,2/0,1	0,3	0,4	
Кл.Т. (K_{ϕ})	0,5	0,3	0,25	0,4	0,5	0,2	0,25	0,5

Таблица 25

Данные	Последняя цифра шифра							
	0	1	2	3	4	5	6-7	8-9
$U_c, В$	20	22	45	42	65	70	85	90
$I_c, А$	0,08	0,09	0,12	0,14	0,17	0,18	0,22	0,24
$f, Гц$	50	400	50	400	50	400	50	400
$R, Ом$	900	600	400	350	550	700	850	650
$C, мкФ$	1,5		2,5		4,5		3,5	
$L, мГн$		55		75		65		45

Указание

Показание ваттметра определяют по формуле

$$P_{арпок} = \frac{P_{пр}}{n_{max}} n_x,$$

а абсолютная поправка к показаниям ваттметра определяется по формуле

$$\Theta_{ар} = I_c r_{посл} + U_c I_{пар}$$

Реактивная мощность определяют по формуле

$$P_{pp} = (P_{арток} + \Theta_{ар}) \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

Относительная погрешность измерения реактивной мощности рассчитывается по формуле

$$\delta_{pp} = \sqrt{\delta_{ар}^2 + \delta_{\varphi}^2}$$

Зная условное обозначение классов точности приборов табл.5, показание и предел измерения, необходимо рассчитать относительную погрешность измерения активной мощности $\delta_{ар}$ и фазового сдвига δ_{φ} .

Абсолютная погрешность измерения реактивной мощности рассчитывают по формуле

$$\Delta_{pp} = \frac{P_{pp} \cdot \delta_{pp}}{100 \%}$$

а активной мощности по формуле

$$\Delta_{ар} = \frac{P_{арток} \cdot \delta_{ар}}{100 \%}$$

Измеряемая реактивная мощность находится в пределах

$$(P_{pp} \pm \Delta_{pp}) \text{ ВАР} ,$$

а активная мощность в пределах

$$((P_{арток} + \Theta_{ар}) \pm \Delta_{ар}) \text{ Вт} .$$