

## Задача с решением по метрологии

### ЗАДАНИЕ.

Начертить эскиз электроизмерительного прибора заданного принципа действия. На эскизе обозначить цифрами основные детали прибора. Пояснить принцип действия прибора, написать и пояснить выражение для вращающего момента на оси (уравнение шкалы). Указать, для измерения каких электрических и неэлектрических величин применяются на судах данные приборы, какими основными эксплуатационными свойствами они обладают.

Начертить и пояснить схемы включения приборов заданного принципа действия, применяемых для измерения физических величин, указанных в табл. 2.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 6 | Электродинамический прибор с механическим противодействующим моментом | Схема включения двухэлементного ваттметра для измерения активной мощности в трехфазной сети (с использованием измерительных трансформаторов) |
|---|---|--|

### РЕШЕНИЕ.

*Электродинамические измерительные приборы.*

Электродинамический измерительный механизм работает по принципу взаимодействия магнитных потоков двух катушек. Электродинамический механизм состоит из двух катушек. Одна из них подвижная, а другая укреплена неподвижно. Токи, протекающие по этим катушкам и магнитные потоки ими образуемые, при своем взаимодействии создают вращающий момент.

Устройство электродинамического механизма и векторная диаграмма, поясняющая его работу, приведены на рисунках:



Вращающий момент, возникающий в данном механизме, определяется как:

$$M_{вр} = \frac{dW_{э}}{d\alpha} = \frac{d \left( \frac{L_n I_n^2}{2} + \frac{L_p I_p^2}{2} + I_n I_p M_{н.п.} \right)}{d\alpha}$$

где:  $L_n$  и  $L_p$  – индуктивности, соответственно, неподвижной и подвижной катушек,  
 $I_n$  и  $I_p$  – токи неподвижной и подвижной катушек.

$M_{н.п.}$  – коэффициент взаимной индуктивности между неподвижной и подвижной катушками.

Если учесть, что  $L_H$  и  $L_H$ , а также  $I_H$  и  $I_H$  не зависят от пространственного положения катушек, после дифференцирования можно записать:

$$M_{\text{сп}} = I_x I_x \frac{dM_{\text{х.х.}}}{d\alpha}$$

При этом условии угол перемещения подвижной части будет определяться как:

$$\alpha_y = \frac{I_x I_x}{W} \frac{dM_{\text{х.х.}}}{d\alpha}$$

Наиболее широкое распространение в практике электрических измерений нашли электродинамические амперметры и вольтметры переменного тока, ваттметры постоянного и переменного тока и, реже, фазометры, частотомеры и фарадометры.

*Двухэлементный ваттметр* – прибор для измерений активной электрической мощности в ваттах. Двухэлементный ваттметр имеет две неподвижные катушки тока и соответственно две подвижные катушки напряжения, укрепленные на одной оси с указательной стрелкой. Мгновенная мощность трехфазной цепи равна сумме мгновенных мощностей трех фаз

$$P = P_A + P_B + P_C = I_a U_A + I_b U_B + I_c U_C.$$

Заменив ток  $I$  с его выражением  $I_c = I_a + I_b$ , получим

$$P = I_a U_A + I_b U_B - I_a U_C - I_b U_C = I_a (U_A - U_C) + I_b (U_B - U_C) = P_1 - P_2.$$

Из этого уравнения следует, что мгновенную мощность трехфазной цепи можно считать состоящей из слагающих  $P_1$  и  $P_2$ . Включим ваттметр согласно схеме (рис.).

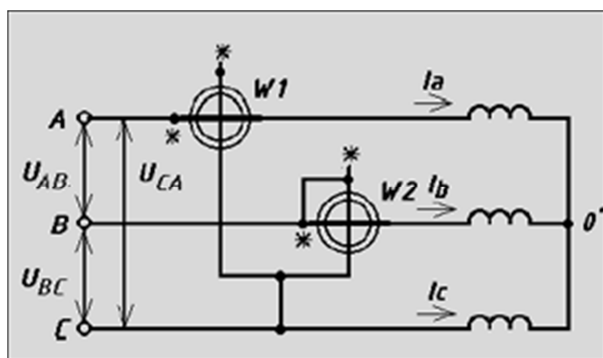


Рисунок. Схема включения.

Катушку тока первого элемента подсоединим в разрыв провода  $A$  ( $I_a$ ), второго элемента – провода  $B$  ( $I_b$ ); цепь напряжения первого элемента к проводам  $AC$  ( $U_{AC}$ ), второго элемента – к проводам  $BC$  ( $U_{BC}$ ). При такой схеме соединения мгновенный момент, действующий на подвижную часть пропорционален мгновенной мощности цепи, а угол поворота подвижной части – среднему вращающему моменту и средней или активной мощности трехфазной цепи

$$P = I_a U_{AC} \cos \varphi (A - AC) + I_b U_{BC} \cos \varphi (B - BC),$$

где  $\varphi (A - AC)$  и  $\varphi (B - BC)$  – углы сдвига между  $I_a$  и  $U_{AC}$ ,  $I_b$  и  $U_{BC}$ .