

Государственное высшее учебное заведение
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ
МЕТОДОМ ЛЕНТОЧНОГО ТОРМОЗА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа №9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ
МЕТОДОМ ЛЕНТОЧНОГО ТОРМОЗА

Цель работы – исследовать зависимость мощности, развиваемой электродвигателем на валу, от угловой скорости.

Приборы и принадлежности: электродвигатель, динамометр, счётчик оборотов, штангенциркуль, секундомер.

Описание экспериментальной установки

Прибор представляет собой коллекторный электродвигатель мощностью около 40 Вт, рассчитанный на рабочее напряжение 220 В, смонтированный на горизонтальной панели.

На панели установлены: стойка с продольной прорезью (по стойке перемещается планка с прикрепленными к ней двумя динамометрами), держатель шкалы счётчика оборотов и реостат.

Шкив охватывается ленточным тормозом, концы которого связаны с динамометрами, имеющими две шкалы. Ось электродвигателя выходит за торец шкива и имеет фрикционное соединение со счётчиком оборотов. Конструкция держателя дает возможность включить счётчик путем перемещения его в небольших пределах вдоль оси электродвигателя. Шкала счётчика имеет 100 делений. Каждое деление соответствует двум оборотам электродвигателя.

Поворотом верхнего кольца шкалы можно устанавливать указатель на нулевое деление шкалы.

Внимание! В процессе выполнения работы необходимо проявлять особую осторожность, в связи с тем, что:

- 1) шкив вращается с большой скоростью;
- 2) на реостат подано напряжение 220 В.

Общие положения

Элементарная работа, совершаемая при вращательном движении, равна скалярному произведению момента внешних сил на элементарное угловое перемещение:

$$dA = \vec{M} \cdot d\vec{\phi}, \quad (1)$$

где \vec{M} – момент внешних сил; $d\vec{\phi}$ – элементарное угловое перемещение.

Мощность – скалярная физическая величина равная скорости совершения работы

$$P = \frac{dA}{dt}. \quad (2)$$

Подставим (1) в (2), получим:

$$P = \vec{M} \frac{d\vec{\phi}}{dt} = \vec{M} \vec{\omega}, \quad (3)$$

где $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\phi}}{dt}$ – угловая скорость.

Из формулы (3) следует, что мощность пропорциональна моменту M внешних сил.

На шкив действует вращающий момент M_D , создаваемый электродвигателем и тормозящий момент M_T , создаваемый ленточным тормозом. Момент внешних сил будет равен:

$$M = M_D - M_T. \quad (4)$$

Согласно основному уравнению динамики вращательного движения $\vec{M} = J\vec{\varepsilon}$. Шкив вращается равномерно, следовательно, его угловая скорость $\omega = \text{const}$, а угловое ускорение $\varepsilon = 0$. Отсюда следует, что $\vec{M} = 0$. Уравнение (4) примет вид: $M_D - M_T = 0$, т.е.

$$M_D = M_T. \quad (5)$$

Тормозящий момент M_T создается силами натяжения F_1 и F_2 ленточного тормоза. Плечом сил является радиус шкива R . Следовательно,

$$M_T = |F_2 R - F_1 R|. \quad (6)$$

Сравнивая (5) и (6), запишем:

$$M_D = R \cdot |F_2 - F_1|. \quad (7)$$

За время t шкив совершает N оборотов, поэтому угловая скорость

$$\omega = \frac{2\pi N}{t}. \quad (8)$$

Подставив выражения (7) и (8) в соотношение (3), и учитывая, что $2R=d$, где d – диаметр шкива, получим формулу для расчёта мощности, развиваемой электродвигателем на валу:

$$P = \frac{\pi d N \cdot |F_2 - F_1|}{t}. \quad (9)$$

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. В чём состоит цель работы?
2. Какие физические величины измеряются непосредственно (прямые измерения)?
3. По какой формуле Вы будете рассчитывать угловую скорость?
4. По какой формуле Вы будете рассчитывать мощность на валу электродвигателя. Поясните смысл обозначений, входящих в формулу.
5. Какой график необходимо построить по результатам работы?

Выполнение работы

1. Измерить диаметр d деревянного шкива штангенциркулем.
2. Установить и закрепить планку с динамометрами таким образом, чтобы указатели динамометров показывали нагрузку на шкив 0,5 Н.
3. Установить реостат в среднее положение.
4. Включить прибор в сеть.
5. Снять показания динамометров F_1 и F_2 .
6. Измерить время, за которое двигатель совершает 500 оборотов. Для этого в момент совпадения нулевого деления шкалы счётчика с указателем кольца включить секундомер. После того, как счётчик сделает 2,5 оборота, секундомер выключить.
7. Выключить двигатель (не изменяя положение реостата). Переместить динамометры на 0,2 Н, чтобы нагрузка на шкив увеличилась, и снова выполнить пункты 4, 5, 6.
8. Повторить измерения еще 7 раз, каждый раз увеличивая нагрузку на 0,2 Н.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать угловую скорость вращения шкива по формуле (8).
2. Рассчитать мощность двигателя на валу по формуле (9).
3. Построить график зависимости мощности P от угловой скорости ω :
$$P = f(\omega).$$
4. Определить по графику примерный интервал значений угловой скорости, в котором двигатель развивает максимальную мощность.

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Дайте определение работы, совершаемой при вращательном движении. Запишите формулу. Укажите единицы измерения.
2. Дайте определение мощности, запишите формулу. Укажите единицы измерения.
3. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения. Запишите формулу.
4. Сделайте вывод по результатам работы.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе №9

Выполнил(а) _____

Группа _____

Диаметр шкива $d =$ _____

№ п/п	Нагрузка F , Н	F_1 , Н	F_2 , Н	N , оборот	t , с	ω , рад/с	P , Вт
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Дата _____

Подпись преподавателя _____