

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общей физики

О.Д. ЮРК, А.Х. КУЛЕЕВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 131

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2008

УДК 621.43.018.7(07)

ББК 31.364я7

Ю 74

Рецензент

доктор физико-математических наук, профессор Н.А.Манаков

Юрк О.Д.
Ю 74 **Определение мощности двигателя: методические указания к лабораторной работе № 131 / О.Д. Юрк, А.Х. Кулеева - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. - 9с.**

Методические указания включают теоретическое изложение материала, описание методики проведения опыта и контрольные вопросы для самоподготовки.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы №131 «Определение мощности двигателя» по дисциплине «Физика» для студентов всех специальностей.

ББК 31.364я7

© Юрк О.Д.,
© Кулеева А.Х. 2008
© ГОУ ОГУ, 2008

Лабораторная работа № 131 Определение мощности двигателя

Цель работы:

Познакомиться с определением мощности на валу микроэлектродвигателя ленточным методом, установить зависимость мощности от нагрузки.

Определение мощности электродвигателя производится методом электрического или механического торможения. В данной работе используется метод определения мощности ленточным тормозом.

Введение

Работа и мощность

Мощность характеризует быстроту совершения работы. Понятие **работы** отражает процесс превращения одних форм движения материи в другие. Так, например, в момент выстрела пороховые газы совершают работу, выталкивая снаряд из ствола орудия, интенсивность движения молекул газа уменьшается, а скорость снаряда увеличивается. Происходит превращение тепловой формы движения материи в механическую. Работа газа в этом случае является количественной характеристикой этого процесса.

При совершении работы всегда имеются, во – первых, сила, действующая на данное тело со стороны других тел, и, во – вторых, вызванное этой силой перемещение тела. Выясним, как определяется величина работы в таких случаях.

Пусть некоторое тело M движется прямолинейно под действием постоянной силы \vec{F} , которая составляет угол α с направлением перемещения (с направлением скорости v). Тогда, работа этой силы будет равна произведению проекции силы на направление перемещения F_s (рисунок 1), умноженной на перемещение тела S .

$$A = F_s \cdot S = F \cdot S \cdot \cos \alpha .$$

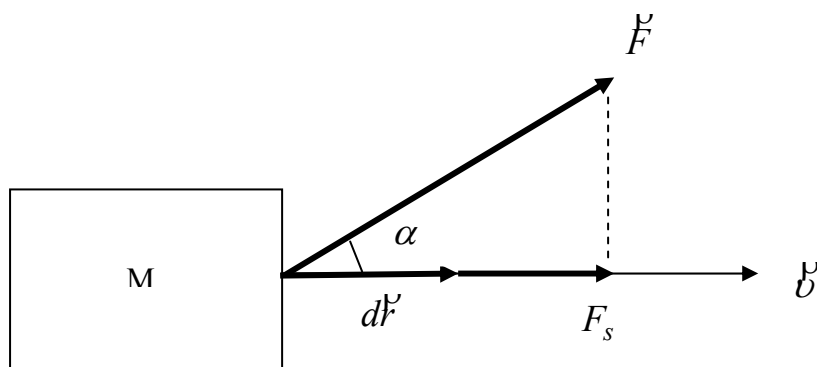


Рисунок 1

В общем случае сила \vec{F} может изменяться как по величине, так и по направлению. В таком случае надо рассматривать не все перемещение, и его бесконечно малый элемент $d\vec{r}$ (рисунок 1).

Элементарная работа силы \vec{F} на перемещение $d\vec{r}$ является скалярной величиной:

$$dA = \vec{F}d\vec{r} = F \cdot \cos \alpha \cdot dS = F_s \cdot dS,$$

где α - угол между векторами \vec{F} и $d\vec{r}$,

$dS = |d\vec{r}|$ - элементарный путь,

F_s - проекция вектора \vec{F} на вектор $d\vec{r}$.

Работа силы на всем участке пути (от какого-то пункта 1 до какого-то пункта 2) равна алгебраической сумме элементарных работ на отдельных бесконечно малых участках, которая в пределе дает интеграл:

$$A = \int_1^2 F \cdot dS \cdot \cos \alpha = \int_1^2 F_s dS.$$

Для вычисления этого интеграла надо знать, как изменяется сила, т.е. знать зависимость силы F_s от пути S на всем участке (от пункта 1 до пункта 2).

Очевидно, при $\alpha < \pi/2$ работа силы положительна (составляющая F_s совпадает по направлению с вектором скорости \vec{v}), при $\alpha > \pi/2$ работа силы отрицательна. При $\alpha = \pi/2$ (сила перпендикулярна перемещению) работа силы не совершается ($A = 0$).

В системе СИ работа измеряется в джоулях (Дж).

Быстроту совершения работы характеризует мощность (работа за единицу времени).

$$N = \frac{dA}{dt}.$$

За время dt сила \vec{F} совершает работу $\vec{F}d\vec{r}$, и мощность, развиваемая этой силой в данный момент времени будет:

$$N = \frac{\vec{F}d\vec{r}}{dt} = \vec{F}\vec{v},$$

т.е. равна скалярному произведению векторов силы и скорости.

N - величина скалярная. В системе СИ мощность измеряется в ваттах (1 Вт = 1Дж/с).

Трение

Во всех реальных механических процессах имеют место силы сопротивления, например, сила трения, действие которых в большинстве случаев связывают с превращением механической энергии в тепло.

При перемещении одного тела по поверхности другого возникает так называемая сила внешнего трения, тангенциальная относительно перемещения двух твердых тел при их соприкосновении. Возникает сила трения и в нашем примере.

Сила трения зависит от силы, прижимающей данное тело к поверхности другого тела, т.е. от силы нормального давления N_{\perp} (нагрузки) и качества трущихся поверхностей. Экспериментально установлено, что при неизменном состоянии трущихся поверхностей сила их трения прямо пропорциональна силе нормального давления, т.е.

$$F_{mp} = k \cdot N_{\perp},$$

где k - коэффициент трения от материала и качества обработки трущихся поверхностей. Коэффициент трения показывает, какую часть силы нормального давления составляет сила трения.

Поскольку сила трения препятствует движению, то ее направление всегда противоположно силе, под действием которой тело движется. Значит в нашем примере (рисунок 1):

$$|\vec{F}_{mp}| = -|\vec{F}_s|,$$

а сила тяги:

$$F_{тяг} = F_s - F_{mp}.$$

Тормозящее действие силы трения лежит в основе метода ленточного тормоза, с помощью которого определяют в данной работе мощность на валу электродвигателя.

Экспериментальная установка

Прибор для определения мощности двигателя (рисунок 1) смонтирован на панели 1. Он состоит из электродвигателя 2; металлической стойки 3 с прорезью, по которой можно перемещать планку 4 с укрепленными на ней динамометрами; держателя со счетчиком числа оборотов 5 и пускового реостата 6. На валу электродвигателя закреплен деревянный шкив 7. Шкив охватывается ленточным тормозом 8, концы которого одеты на крючки динамометров 9. Натяжение тормозной ленты можно изменять, поднимая

динамометры на различную высоту и закрепляя их при помощи стопорного винта.

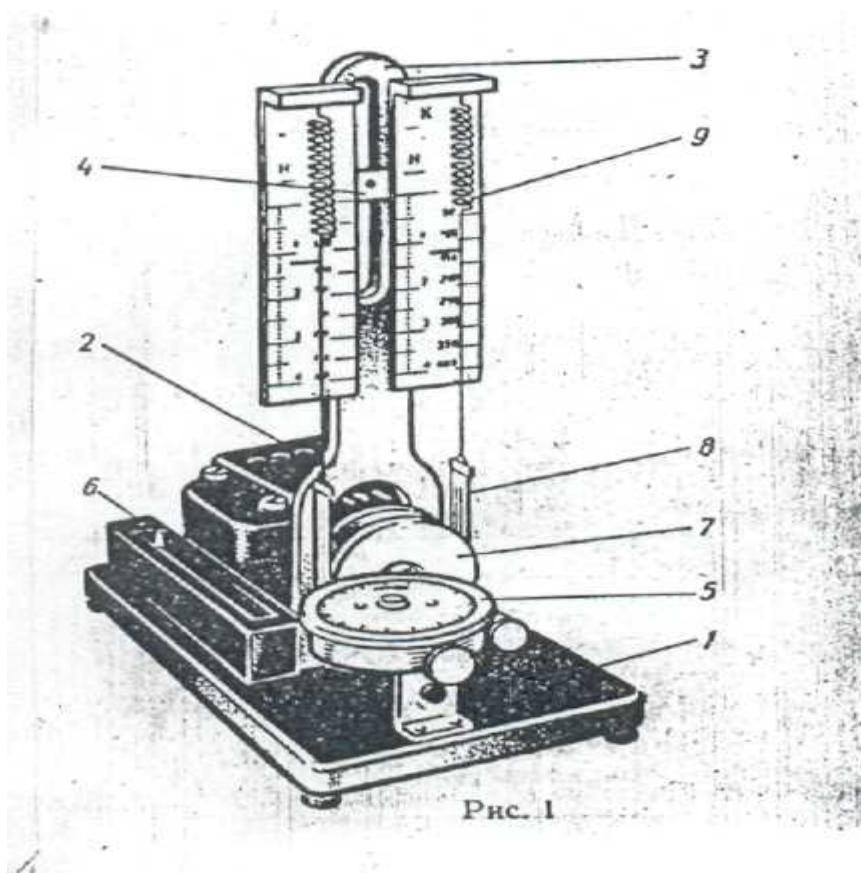


Рисунок 1

Счетчик оборотов состоит из корпуса, червячного винта, диска со шкалой и поворотного кольца со стрелкой – указателем. Шкала счетчика имеет деления от 0 до 200. Каждое деление соответствует двум оборотам вала электродвигателя. Подключение счетчика к электродвигателю осуществляется с помощью фрикционного сцепления.

При включении электродвигателя шкив приходит во вращение, и между ним и охватывающей его тормозной лентой возникает сила трения. Под действием этой силы лента увлекается шкивом в сторону вращения, и показания одного динамометра становятся больше показаний другого. Разность показаний динамометров равна силе тяги электродвигателя. Работа этой силы за один оборот шкива выражается так:

$$A = \pi \cdot D \cdot F,$$

где D - диаметр шкива,
 F - модуль силы тяги двигателя.

Если шкив делает за t секунд n оборотов, то мощность N , развиваемая электродвигателем на шкиве будет равна:

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot F \cdot n}{t}$$

Диаметр шкива измеряют штангенциркулем (или пользуются готовым результатом). Число оборотов шкива определяют при помощи счетчика, время измеряют секундомером, модуль силы тяги измеряют по разности показаний динамометров.

Порядок выполнения работы

1 Подготовьте таблицу для записи результатов измерений:

№опыта	1	2	3	4	5	6
показания левого динамометра						
показания правого динамометра						
сила тяги F , Н						
число оборотов двигателя n , об						
время t , с						
частота вращения ν , об/с						
мощность N , Вт						

2 Ознакомьтесь с устройством прибора и подготовьте его к работе. Для этого планку с динамометрами опустите вниз, чтобы указатели динамометров установились на нуле. Скользящий контакт реостата поставьте в среднее положение.

3 Измерьте и запишите диаметр шкива.

4 Включите электродвигатель и поднимите планку с динамометрами так, чтобы динамометр, измеряющий большую силу, показывал 0,3Н. В этом положении закрепите на стойке планку с динамометрами и запишите показания другого динамометра.

5 Определите время, затраченное на 100 оборотов шкива. Для этого в тот момент, когда нулевое деление шкалы счетчика оборотов совпадает с указателем, имеющимся на кольце, пустите секундомер. Отсчитайте по шкале счетчика 100 оборотов и остановите секундомер. Результаты запишите в таблицу.

6 Опыт повторите 6 раз, увеличивая каждый раз, натяжение тормозной ленты примерно на 0,3Н. Результаты каждого измерения (показания

динамометров, число оборотов и время, за которое двигатель сделал данное число оборотов) занесите в таблицу.

7 Для каждой нагрузки рассчитайте частоту вращения шкива по формуле:

$$v = \frac{n}{t},$$

и соответствующую мощность электродвигателя:

$$N = \frac{\pi \cdot D \cdot F \cdot n}{t}.$$

Результаты занесите в таблицу.

8 Постройте график зависимости механической мощности электродвигателя от частоты вращения его якоря.

9 Определите по графику, при какой нагрузке электродвигатель развивает наибольшую мощность.

10 Оцените относительную погрешность данного метода измерения мощности по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{dN}{dF} \cdot \frac{\Delta F}{F}\right)^2 + \left(\frac{dN}{dt} \cdot \frac{\Delta t}{t}\right)^2 + \left(\frac{dN}{dD} \cdot \frac{\Delta D}{D}\right)^2},$$

приняв относительные ошибки измерений силы 0,05; диаметр шкива 0,001; времени 0,05. Учитывая это, определите абсолютную ошибку:

$$\Delta N = \varepsilon \cdot \bar{N}.$$

Контрольные вопросы

1. Почему полученная максимальная мощность не равняется полной мощности, указанной на корпусе электродвигателя?

2. Изменится ли мощность двигателя. Если при определенной нагрузке вести отчет не 100 оборотов, а большего или меньшего числа оборотов? Когда результат будет более точным?

3. Почему электродвигатель развивает максимальную мощность только при определенной нагрузке?

4. Какую работу совершал двигатель в каждом случае?

Список использованных источников

- 1 **Трофимова, Т.И.** Курс физики: учебное пособие для вузов Т.И.Трофимова.- М.: Высшая школа, 2001. - 542с.
- 2 **Рымкевич, П.А.** Курс физики: учебное пособие для вузов П.А.Рымкевич.- М.: Высшая школа, 1975. - 463с.
- 3 Лабораторный практикум по физике; под редакцией Ахматова С.А. - М.: Высшая школа, 1980. - 360с.