

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

С. В. Астравик

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: В. В. Тодарев, А. В. Емелин

При проведении энергоаудита промышленных предприятий нередко возникает необходимость оценить эффективность использования асинхронных электродвигателей, работающих в составе различных агрегатов.

Наилучшим показателем в этом плане является коэффициент полезного действия (КПД). Существует достаточно много способов точного определения КПД асинхронных электродвигателей [1].

Методы непосредственного определения:

1. Метод измерения механической мощности – метод, при котором отдаваемая механическая мощность на валу машины определяется как произведение измеренного вращающего момента на угловую частоту вращения, а подводимая электрическая мощность измеряется ваттметром.

2. Метод измерения электрической мощности – метод, при котором две одинаковые машины механически соединяются между собой и одна работает в режиме двигателя от соответствующего источника, а другая – в режиме генератора на реостат или на сеть.

Методы косвенного определения:

1. Метод динамометра или тарированного двигателя – метод, при котором испытываемая машина приводится во вращение при помощи динамометра или тарированного двигателя с номинальной частотой вращения и нагружается суммой механических потерь, потерь в стали и добавочных потерь холостого хода.

2. Метод ненагруженного двигателя – метод, при котором испытываемая машина работает в режиме холостого хода при питании от источника соответствующего напряжения и частоты.

3. Метод самоторможения – метод, при котором испытываемая машина подвергается свободному выбегу и затормаживается потерями в ней или какой-либо нагрузкой, поддающейся достаточно точному измерению.

4. Калориметрический метод – метод, при котором потери в испытываемой машине определяются по количеству тепла, выделяемого ими в объеме машины.

Отличительной особенностью этих методов является то, что все они требуют наличия специальных испытательных стендов, что в производственных условиях вызывает определенные трудности.

В этом случае целесообразно на первом этапе выявить с помощью относительно несложных в техническом отношении методов и способов с достаточной для инженерных расчетов точностью проблемные электродвигатели, а затем, используя соответствующее оборудование, определить точное значение КПД.

Предлагаются два способа предварительного определения КПД асинхронных электродвигателей непосредственно на рабочем месте. Способы могут применяться как раздельно, так и совместно с целью дополнения, проверки и уточнения результатов.

Первый основан на том факте, что между коэффициентом мощности и КПД электродвигателя существует непосредственная связь через ток ротора, и эту связь можно выразить через соответствующий полином. С этой целью для двигателей серии 4А, как наиболее распространенных, были аппроксимированы паспортные зависимости коэффициента мощности и КПД от мощности на валу электродвигателя $\cos\varphi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$ (рис. 1).

Определяем интерполяционный многочлен четвертого порядка:

$$P_4(x) = a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0.$$

Коэффициенты которого найдем как решение линейной системы вида:

$$y_i = a_4x_i^4 + a_3x_i^3 + a_2x_i^2 + a_1x_i + a_0,$$

где $i = 1, 2, \dots, 5$.

При этом сделано допущение, что на каждом элементарном отрезке мощности P_2 КПД и $\cos\phi_1$ изменяются по линейному закону. Найдем абсолютную погрешность значений КПД и интерполяционного многочлена:

$$\max|P_4(x) - (kx + b)|,$$

где $x \in [x_i, x_{i+1}]$.

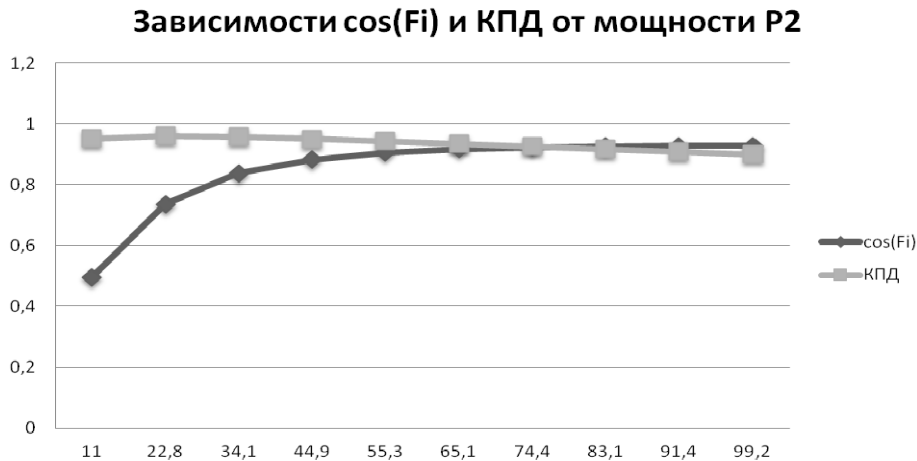


Рис. 1. Зависимости $\cos\phi = f(P_2)$ и $\eta = f(P_2)$ для электродвигателя 4A280M2У3

По измеренному значению $\cos\phi_1$ с помощью интерполяционного многочлена можно определить КПД двигателя. Сравнение реальной зависимости КПД от полезной мощности P_2 и зависимости, полученной рассматриваемым методом, представлено на рис. 2.

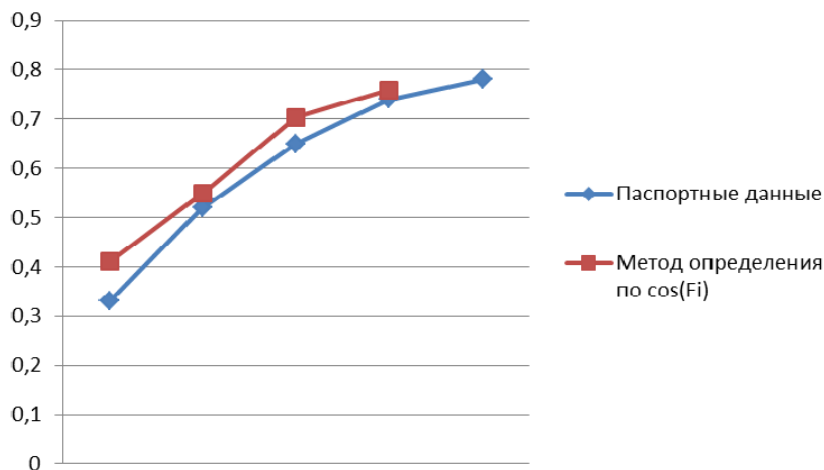


Рис. 2. Реальная зависимость КПД от полезной мощности P_2 и зависимость, полученная методом интерполяции по $\cos\phi_1$ для электродвигателя 4A80B6У3

Второй метод приближенного определения КПД асинхронного электродвигателя рассчитывается по параметрам «Г»-образной схемы замещения (рис. 3).

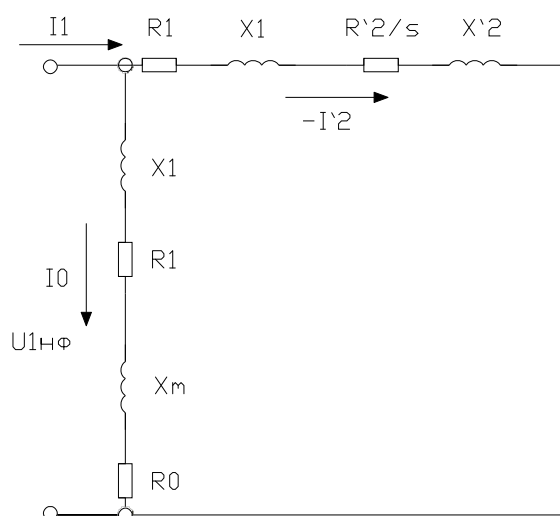


Рис. 3. Упрощенная «Г»-образная схема замещения асинхронного электродвигателя

С помощью простых бесконтактных способов определяется скорость (угловая частота) вращения ротора электродвигателя, далее определяется скольжение и рассчитываются рабочие характеристики, в том числе КПД и коэффициент мощности. Метод хорош тем, что в расчет вводится реальное значение напряжения сети, скорость (угловая частота) вращения ротора, а значения тока статора, коэффициента мощности можно проверить по его реальным измеренным величинам. Точность определения КПД в данном случае достаточно высока и соответствует уровню инженерных расчетов.

Таким образом, можно за небольшой промежуток времени оценить состояние типового, а также наиболее мощного оборудования цехов и далее проводить более точные измерения при необходимости в соответствии с методами, предложенными в ГОСТ 7217–87, и при необходимости проводить расчеты для определения стоимости замены асинхронного двигателя на другой.

Л и т е р а т у р а

1. Гольдберг, О. Д. Электромеханика : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; под ред. О. Д. Гольдберга. – М. : Академия, 2007. – 512 с.
2. Коварский, Е. М. Испытание электрических машин / Е. М. Коварский, Ю. И. Янко. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.