

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ДЛЯ СТАНКОВ - КАЧАЛОК

Шутов В.А., магистр гр. ЭТ-13, I курс

Научный руководитель: Овсянников В.Н., к.т.н., доцент  
Самарский государственный технический университет,  
г. Самара

Электротехническая промышленность является одной из ведущих отраслей современной промышленности. Продукция электротехнической промышленности используется практически на всех промышленных предприятиях; Поэтому качество электротехнической продукции во многом определяет качество продукции других отраслей. Электрические машины в общем объеме производства электротехнической промышленности занимают главную площадь, поэтому эксплуатационные характеристики новых электрических машин важны для экономики нашей страны.

Асинхронные двигатели преобразовывают до 40 % всей вырабатываемой в России электроэнергии в механическую — около 400 ТВт • ч в год. При полной загрузке АД в течение года стоимость преобразованной электроэнергии в 6—8 раз выше стоимости самих электродвигателей. При КПД 90 % в АД за год выделяются потери энергии стоимостью до 60—80 % стоимости АД. Цена двигателя составляет примерно 2 % суммарных затрат на жизненный цикл двигателя, при этом стоимость электроэнергии, потребленной двигателем за период его эксплуатации, может в 100—200 раз превосходить стоимость самого двигателя. Используя энергоэффективные двигатели и эксплуатируя АД в режимах с минимальным потреблением энергии, при сложившемся в России уровне энергопотребления можно сэкономить до 6 ТВт • ч в год, или более 12 млрд руб., поэтому актуально повышение эффективности работы АД.

Проектирование электрических машин - это искусство, в котором применены знания о процессах электромеханического преобразования энергии с опытом поколений инженеров-электриков, способностью применять компьютерные технологии и талантом инженера, создающего новую или уже изготовленную машину. В конструкции электрической машины рассчитаны размеры статора и ротора, типы обмоток, обмоточные провода, изоляция, материалы, выбранные из активных и конструктивных частей машины. Асинхронный двигатель является преобразователем электрической энергии в механическую и является основой большинства механизмов, используемых во всех секторах экономики [1]. В настоящее время асинхронные двигатели потребляют более 40% вырабатываемой электрической энергии. Средства на ремонт и обслуживание асинхронных

двигателей в эксплуатации составляют более 5% затрат на обслуживание всего установленного оборудования. Поэтому создание серий высокоэкономичных и надежных асинхронных двигателей является важнейшей экономической задачей, а правильный выбор двигателей, их эксплуатация и высококачественный ремонт играют важную роль в экономии материалов и труда, затраченных на производство АД.

Ведущие фирмы-производители выпускают энергосберегающие стандартные АД мощностью 0,5-30 кВт и более. В этих двигателях потери электроэнергии снижены не менее чем на 10% по сравнению с ранее производимыми двигателями с нормальным КПД. При этом КПД энергосберегающего двигателя можно определить следующим образом:

$$\eta_{\text{ЭК}} = \frac{\eta_{\text{норм}}}{(1 - e \cdot (1 - \eta_{\text{норм}}))} , \quad (1)$$

где  $e$  - относительное снижение общих потерь "ПΣ" в асинхронном электродвигателе ( $e = \Delta P / P\Sigma$ ).

Очевидно, что производство энергосберегающих электродвигателей связано с дополнительными затратами, которые можно оценить с помощью коэффициента удешевления  $K_y$ , значение которого мы предлагаем определять следующим образом:

$$K_y = 1 + (1 - \eta_{\text{норм}}) \cdot e , \quad (2)$$

Результаты расчетов показывают, что дополнительные затраты, связанные с приобретением энергосберегающих электродвигателей, окупаются за счет экономии электроэнергии за 2-3 года в зависимости от мощности двигателя [2]. Срок окупаемости более мощных двигателей меньше, так как эти двигатели имеют большую годовую добычу и более высокий коэффициент загрузки.

При работе от преобразователя частоты (ПЧ), может потребоваться в некоторых случаях защиту двигателя от перенапряжения, если это не предусмотрено в системе [3].

Большинство производимых и используемых в настоящее время ВЧП, рассчитанных на среднюю мощность до 3000 кВт, имеют в своей структуре инверторы. Выходное трехфазное напряжение в данном ПН формируется методом широтно-импульсной модуляции, что приводит к воздействию на изоляцию (обмотку) электродвигателя, амплитуда которой превышает амплитуду первой гармоники выходного напряжения. Это приводит к преждевременному старению изоляции и снижению срока службы обмотки и двигателя в целом [4].

Срок службы асинхронных двигателей общепромышленного применения в составе регулируемого привода может и должен обеспечиваться схемотехническими решениями ПН, либо введением в цепь электродвигателя специальных фильтрующих устройств.

### **Способы повышения энергоэффективности двигателя:**

1. Применение электротехнических сталей с улучшенными магнитными свойствами и уменьшенными магнитными потерями;
2. Использование дополнительных технологических операций (например, отжиг для восстановления магнитных свойств сталей, как правило, ухудшающихся после механообработки);
3. Использование изоляции с повышенной теплопроводностью и электрической прочностью;
4. Улучшение аэродинамических свойств для снижения вентиляционных потерь;
5. Использование высококачественных подшипников (NSK, SKF);
6. Увеличение точности обработки и изготовления узлов и деталей двигателя;
7. Использование двигателя совместно с частотным преобразователем.

В заключение можно сделать следующие выводы:

Повышение класса энергоэффективности приводит к уменьшению рабочей температуры обмотки статора и других составных частей, что приводит к повышению надежности, и продлевает срок службы двигателя. Уменьшение потерь энергии позволяет использовать более простые системы вентиляции и охлаждения. К сожалению, повышение энергоэффективности происходит за счет увеличения массы и габаритов активной части, что неминуемо приведет к увеличению стоимости энергоэффективного двигателя. Таким образом, использование энергоэффективных асинхронных двигателей экономически наиболее оправдано при эксплуатации в продолжительном режиме работы.

### **Список литературы:**

1. Копылов И. П. Электрические машины. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 674 с.
2. Проектирование электрических машин. Под редакцией акад. АЭН РФ д-ра техн. наук, проф. О.Д. Гольдберга. 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 430 с.: ил.
3. Ильинский, Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсоснабжение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 288 с.
4. Абакумов, А.М. Теория автоматического управления: метод. пособ. / А.М. Абакумов, В.И. Котенев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 124 с.