УДК 621.31

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
ENERGY EFFICIENCY OF ELECTRIC MOTORS

А.П. Буйвид, А.А. Долгий
Научный руководитель – С.В. Сизиков, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
A. Buivid, A. Dolgiy
Supervisor – S. Sizikov, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: *Был поставлен вопрос о энергоэффективности электрических машин, обозначены понятия энергоэффективности и необходимость применения эффективных электродвигателей. Были названы классы энергоэффективности и способы увеличения КПД. Названа альтернатива классическим электродвигателям.*

Abstract: *The question of energy efficiency of electric machines was raised, the concepts of energy efficiency and the need to use efficient electric motors were defined. Energy efficiency classes and methods for increasing efficiency were named. An alternative to classic electric motors was named.*

Ключевые слова: *энергоэффективность, КПД, классы энергоэффективности, электродвигатели.*

Keywords: *energy efficiency, efficiency, energy efficiency classes, electric motors.*

Введение

В связи с развитием общего уровня жизни идёт глобальное внедрение современных технологий и технических средств, повышающих качество и комфорт жизнедеятельности человека. В следствии чего идёт рост необходимых производственных мощностей и потребляемых ресурсов. Электродвигатели всё более востребованы и получают всё большее распространение. Вопрос о их эффективности широко заботит потребителей. Это влечёт за собой необходимость изучения и внедрения новых технологий по улучшению общего КПД используемых машин.

Основная часть

Энергоэффективность – множество характеристик, которые отражают соотношение затраченных энергетических ресурсов на получение полезного эффекта к реальному количеству используемого ресурса. Может применяться как к продукции, так и к технологическому процессу. Главной характеристикой энергоэффективности электродвигателя является коэффициент полезного действия (КПД).

Международным стандартом является классификация энергоэффективности IE (International Energy Efficiency Class) согласно которому, на момент написания, по мере возрастания энергоэффективности существуют следующие классы: IE1, IE2, IE3, IE4.

Класс IE1 является стандартным классом энергоэффективности. Двигатели данного класса могут применяться в случае удешевления оборудования и

упрощения конструкций, малоэффективны. КПД по мере возрастания мощности варьируется в пределах 72,1-94%.

IE2 – класс высокой эффективности. Электродвигатели применяются для случаев с более тонкой настройкой режима работы, показывают большую энергоэффективность даже в случае неполной нагрузки. КПД находиться в диапазоне 79,6-95,1%.

IE3 – высший или премиум класс. Получили значительное распространение в следствии принятия регламента ЕС. Способны работать длительное время при перегрузках в 10-15%. КПД в пределах 82,5-96,7%

IE4 – сверхвысокий класс эффективности. Двигатели данного класса являются наиболее технологически сложными и в следствии наиболее дорогими в производстве, но имеют существенный прирост эффективности и при внедрении достаточно легко окупаются. Самый высокий КПД от 85,7% до 96,7%.

Достаточно активно идёт определение нового класса IE5, который должен качественно по-новому определить энергоэффективность электродвигателя. Также достаточно важно, что помимо классов влияет и тип двигателя. Так синхронные двигатели с постоянными магнитами показывают большую эффективность и КПД чем асинхронные двигатели того же класса и габаритов [1].

Улучшение КПД различных типов электродвигателей также может быть достигнуто путем [2]: прямое повышение эффективности механической конструкции электродвигателя, таким образом уменьшая потери энергии на трение и нагрев элементов двигателя; при создании элементов двигателя с более совершенными геометрическими характеристиками применение технологий 3Д печати; использование материалов с меньшими потерями энергии в магнитных и электрических цепях, лучшей проводимостью и технологией обмотки; использование новых типов изоляции; улучшение системы охлаждения электродвигателя, что позволяет в следствии снижения температур внутри мотора улучшить проводимость элементов якоря и уменьшить потери энергии на нагрев обмоток; применение более сложных систем регулирования электродвигателем, которые позволяют оптимизировать работу двигателя под требуемые условий эксплуатации и обеспечение наиболее эффективного режима работы; регулярное техническое обслуживание, которое также продлевает срок работы и регенерирует некоторые характеристики двигателя, возникшие в следствии эксплуатации (накопившаяся пыль).

Следует обозначить, что перспективной областью развития являются так называемые двигатели на печатных платах (PCB-motors). Их главным конструктивным отличием является статор, медная обмотка из провода которого заменяется печатной платой с особенной топологией дорожек. Разные топологии статора также могут влиять на эффективность двигателя и его мощность. Такие двигатели показывают наилучшее соотношение мощность/вес что также определяет их сферу применения. Так как двигатели с печатным статором просты в монтаже и значительно меньше по габаритам традиционных двигателей при той же мощности, их конструкция частично является модульной что также позволяет увеличить энергоэффективность [3]. Всё это позволяет добиться

больших КПД, около 94%. Двигатели со статорами на основе печатных плат в высокоскоростных установках являются значительно эффективнее двигателей с классическими медными обмотками [4]. Тепловые потери в печатном статоре увеличиваются при использовании многослойных печатных плат, так как отвод тепла от центральных слоёв является проблематичным. Технологии создания печатных плат значительно удешевляют и упрощают изготовление и применение двигателей с печатным статором. Такие двигатели наиболее перспективны в достижении класса энергоэффективности IE5.

Заключение

Соответствуя целям устойчивого развития применение высоко энергоэффективных электродвигателей позволяет добиться существенного прироста в использовании полезной энергии и заботы о экологии. Вопрос о энергоэффективности нельзя игнорировать и внедрение соответствующих технологий должно широко применяться в промышленности.

Электродвигатели с печатным статором могут служить достойной альтернативой в будущем и потеснить в обиходе малоэффективные машины.

Литература

1. Рыбак А. Д. Энергоэффективность и окупаемость синхронных двигателей с постоянными магнитами / А. Д. Рыбак, А. Ю. Зарницын, К. С. Власов; науч. рук. С. В. Леонов // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г. : в 2 т. – Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 1. – [С. 325–326].

2. Малозёмов, И. В. Разработка технических решений по повышению эффективности эксплуатации электрооборудования при реконструкции системы электроснабжения АО ЖБК «Тольяттинское» : дис. … маг. : 13.04.02 И.В. Малозёмов – Тольятти, 2023. – 70 л.

3. Design aspects, winding arrangements and applications of printed circuit board motors: a comprehensive review. / Omolbanin Taqavi, Seyed Mehdi Mirimani // IET Electric Power Applications – 2020 – Vol. 14, Iss. 9. – pp 1505–1518/

4. Performance Comparison Between PCB-Stator and Laminated-Core-Stator-Based Designs of Axial Flux Permanent Magnet Motors for High-Speed Low-Power Applications / Neethu S., S.P. Nikam, Saumitra Pal, A K Wankhede, B.G. Fernandes // IEEE Transactions on Industrial Electronics – 2020 – Vol. 67, Iss. 7 – p. 5269–5277/

5. Международная научно-практическая конференция «Молодые инженеры ТЭК: развивая энергетическую повестку будущего» : материалы Междунар. науч.-прак. конф. / СПбГЭТУ «ЛЭТИ» : – СПб.: Невская Типография, ООО «Добрые коммуникации», СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2021. – 403 с.