

АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АСИНХРОННЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гусаров А.А., Гусаров А.А., Ковалёв Е.Б.

Донецкий национальный технический университет

В связи с тенденцией увеличения энерговооруженности добычных участков угольных шахт появляется необходимость в создании взрывозащищенного электрооборудования, в частности, асинхронных двигателей (АД) повышенной энергоемкости для скребковых конвейеров.

Существующие мощности обдуваемых АД типа 2 ЭДКО ФВ-250 недостаточны для привода конвейеров длиной 300 м. и более. Эти двигатели с успехом применяются для традиционных лав длиной в 200 метров и менее [1]. Для повышения энергоемкости АД в существующих габаритах необходимо более эффективное, интенсивное охлаждение.

Обдуваемая система вентиляции является основной системой охлаждения электрических машин переменного и постоянного токов защищенного, закрытого и взрывозащищенного исполнений. Её используют практически все мировые производители электрических машин в диапазоне от 90 до 3000 кВт и выше.

Время выдвигает перед электромашиностроителями две физически взаимоисключающие задачи: повышение энергетических показателей и снижение материалоемкости электрических машин, в том числе и взрывозащищенного исполнения.

Электрические машины потребляют 80% электроэнергии, вырабатываемой в стране; почти 100% меди, 100% электротехнической стали и электроизоляции, которую Украина закупает за рубежом.

Признано, что энерго- и ресурсосбережение являются одним из главных аспектов обеспечения национальной экономической безопасности Украины. В связи с этим ведутся поиски замены обдуваемой системы вентиляции принципиально новыми системами охлаждения. Известно, что переход на новую систему охлаждения обусловлен соотношением потерь мощности в обмотках и поверхностью охлаждения двигателя. Потери в обмотках и стали растут пропорционально кубу линейных размеров машины I_a , D_a ($P_{вт} \equiv I_a^3$, $P_{ст} \equiv I_a^3$), а поверхность охлаждения $S_{охл}$ пропорциональна квадрату линейных размеров ($S_{охл} \equiv I_a^2 \equiv D_a^2$).

Отсюда следует, что система охлаждения мало эффективна и требуется или увеличивать размеры активных частей машины (снизив электромагнитные нагрузки) или усилить отвод тепла от них. В условиях ограниченного пространства, стесненности в угледобывающих участках шахт увеличение габаритов машины не допустимо. Поэтому с увеличением мощности и габаритных размеров двигателей растут требования к системам охлаждения: необходимо усиливать внутреннюю вентиляцию или создавать параллельный путь тепловому потоку от ротора к наружному воздуху.

Наиболее полные исследования асинхронных взрывозащищенных двигателей с обдуваемым охлаждением приведены в литературе [2, 3]. Сделан вывод о необходимости замены обдуваемого охлаждения применением центробежных двухфазных термосифонов, установленных в аксиальные каналы ротора и охлаждение их наружным воздухом.

Получено снижение температуры ротора на 35-83 °С, статора на 14-25 °С, увеличение мощности на 20-50%, увеличение КПД на 1,8%.

Япония и Германия освоили выпуск высокомоментных двигателей с центробежным термосифоном, расположенным в полом валу. Это решение позволило увеличить вращающий момент на 35-75%.

Мощность энергосберегающих асинхронных взрывозащищенных двигателей для скребковых конвейеров может быть повышена применением одноконтурной системы охлаждения жидким теплоносителем (например, водой) особенностью которой является разомкнутость для подачи и сброса теплоносителя.

Система охлаждения не всегда может быть обеспечена одноконтурной системой охлаждения. Требуемый теплосъем с активных частей АД надо обеспечивать альтернативным способом – осуществить переход на 2-х контурную систему охлаждения, причем внутренний контур с жидким теплоносителем (вода) замкнут, а наружный (воздух) разомкнут по отношению к окружающей среде [4]. В [4] показано, что энергосберегающие характеристики будут достаточно велики, если система 2-х контурного охлаждения будет работать с циклом Ренкена. В этом случае, снижаются расходы на сооружение системы охлаждения тепловой установки за счет замены громоздкого компрессора (работающего в цикле Карно) компактным водяным насосом.

Учитывая тяжелые условия эксплуатации двигателя скребкового конвейера (тяжелые условия пуска) энерговооруженность АД можно повысить переходом от одноконтурного двигателя на двухконтурной. Недостатком одноконтурного двигателя является то, что возникает опасность доставки в лаву при высоких скоростях длинномерных материалов. Этот процесс доставки связан с высокой степенью опасности для обслуживающего персонала. Создание двухконтурных двигателей с нормальной и пониженной частотой вращения с отношением частот вращения 1:3 (соответственно для частот вращения 500 и 1500 оборотов в минуту) будет

целесообразным [5]. Такой диапазон частот вращения полезен не только с целью безопасности в работе, но полезен и для экономии электроэнергии при недогрузках скребкового конвейера.

Разработаны двухскоростные двигатели с водяным охлаждением с традиционным свободным концом вала и с пустотелым валом под торсионный вал редуктора (ЭКВФ 315...12/4 и ЭКВФТ 315...12/4) [5].

Другим направлением является проблема повышения энергетических показателей взрывозащищенных асинхронных двигателей – коэффициента полезного действия и коэффициента мощности. Согласно прогнозам к 2015 году тарифы на электроэнергию по сравнению с действующими на 2007 год тарифами возрастут в 3,7 раза. Поскольку угольная промышленность Украины – энергоемкая отрасль экономики, главным направлением энергосбережения остается снижение суммарных и удельных затрат на добычу и транспортировку угля.

Проблема повышения энергосберегающих характеристик для конвейерных двигателей может быть существенно решена путем перехода от асинхронных двигателей с литой алюминиевой короткозамкнутой обмоткой ротора на асинхронные двигатели с литой медной короткозамкнутой обмоткой ротора.

Испытания экспериментальных образцов показывает, что для АД мощностью 18 кВт с медной литой короткозамкнутой обмоткой ротора потери в обмотке ротора снизились на 40%, общая сумма потерь – на 23%, температура – на 29% по сравнению с литой алюминиевой короткозамкнутой обмоткой ротора [6].

Двигатели с медной литой обмоткой ротора дороги, но срок окупаемости – короткий (10000 часов при расчетном сроке службы 50000 часов).

Помимо экономии электроэнергии и материалов, повышение коэффициента полезного действия (94-96%) позволяет уменьшить выбросы CO_2 в атмосферу.

По результатам исследований приведенным в [6] следует, что в АД с литой медной короткозамкнутой обмоткой ротора потери в стали уменьшаются на 6%, добавочные потери от поперечных токов сокращаются на 12%, уменьшается потребляемая мощность (при одинаковых размерах активных частей АД), ток в обмотке статора и потери в ней снижаются на 15%, коэффициент увеличения мощности составляет 1,25, а КПД возрастает на 2-2,5%, возрастает $\cos \varphi$ на 0,04 – 0,06 и критический момент на 50-70%, что увеличивает перегрузочную способность и надежность взрывозащищенных АД, пусковой момент двигателя увеличивается на 30-40% при повышении критического момента.

Таким образом, сравнивая характеристики АД с короткозамкнутой литой медной обмоткой ротора и АД с короткозамкнутой алюминиевой обмоткой ротора видим значительное преимущество первых с точки зрения их надежности, увеличения мощности, перегрузочной мощности при уменьшении длины активной части на 15%.

Выводы.

1. Приведенный обзор и анализ влияния конструктивных решений и технических параметров на эксплуатационную надежность и энергосбережение взрывозащищенных АД с короткозамкнутым ротором для привода скребковых конвейеров обуславливает создание серии двигателей с повышенным ресурсом, энергетическими показателями, уменьшенной трудоёмкостью изготовления.

2. Применение новых электротехнических материалов (обмотка ротора – литая медная) увеличит стоимость машины, которая быстро окупится, снизив энергозатраты, а учитывая простоту и сравнительно невысокую стоимость двигателей, они смогут успешно конкурировать с другими видами регулируемых приводов, применяемых в механизмах с тяжелыми условиями пуска, каким и является пуск двигателя скребкового конвейера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитренко Ю.И., Зиборов В.Н., Ширнин И.Г., Шубин А.К. Разработка и исследование взрывобезопасного электродвигателя ВАЖТ 63-4 с водяным охлаждением для привода скребковых конвейеров СК-38-СК-45. // Взрывобезопасное электрооборудование (разработка и исследование) Гипронисэлектрошахт. – М: Энергия, 1968. – Вып.7.
2. Бойко И.Г., Ткачук Н.Н., Красников Г.В. Возможность перехода от одноконтурной схемы охлаждения взрывобезопасных специальных электродвигателей на двухконтурную. // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «Юго-Восток Лтд», 2004. – с.184-193.
3. Дмитренко Ю.И., Ковалев Е.Б., Кукулевский А.В., Макаров К.Д. Динамика совершенствования двигателей с водяным охлаждением для забойных машин угольной промышленности. // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «Юго-Восток Лтд», 2007. – с.257-268.
4. Дмитренко Ю.И., Ковалев Е.Б., Кукулевский А.В., Макаров К.Д. Тенденции развития двигателей угледобывающих механизмов. // Уголь Украины, №5, 2007, Киев «Техника».
5. Севостьянов В.А. Целесообразность замены аксиальной вентиляции электрических машин новым способом охлаждения. // Взрывозащищенное электрооборудование: Сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «Юго-Восток Лтд», 2007. – с.200-213.
6. Чувашев В.А., Папазов Ю.Н., Чуванков В.Ю., Железняков А.В., Оленченко А.В., Велков А.А. Энергосберегающие асинхронные двигатели с литой медной обмоткой ротора. // Уголь Украины, №5, 2007, Киев «Техника».