

РАЗРАБОТКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ УЛУЧШЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

А. С. Третьяков, О. А. Капитонов

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель Г. С. Ленеvский

В настоящее время в промышленно развитых странах наблюдается устойчивая тенденция к замене нерегулируемых электроприводов на регулируемые и содержащие устройства плавного пуска. При этом область применения нерегулируемых по скорости вращения электроприводов с устройством плавного пуска составляет в Европе около 80 %, а приводов с частотным регулированием – 20 %.

В этой связи является актуальной разработка энергоэффективных комплектных электроприводов переменного тока на базе электродвигателей улучшенной конструкции.

Разрабатываемая конструкция такого электродвигателя должна обеспечивать снятие большей мощности по сравнению со стандартным электродвигателем (прототипом) без изменения массогабаритных характеристик. Данная задача может быть решена за счет улучшения условий отвода тепла из статора и ротора электродвигателя, особенно при скорости вращения ротора меньше номинальной. Такое конструктивное решение позволит устранить перегрев обмоток электродвигателя, вызванный увеличением потерь энергии при работе от преобразователя частоты и устройства плавного пуска, а также повышенным выделением тепла в пусковых режимах. Улучшение отвода тепла и исключение перегрева позволит значительно повысить надежность и срок службы электродвигателя, а также несколько повысить его энергетические характеристики за счет уменьшения активного сопротивления обмоток при снижении их рабочей температуры.

Задачами совершенствования конструкции силового преобразователя являются:

- улучшение электромагнитной совместимости с питающей сетью;
- снижение величины пусковых токов и нагрузки на сеть;
- компенсация потребляемой от сети реактивной мощности;

- обеспечение плавного пуска рабочей машины;
- устранение толчков и ударов при пуске;
- повышение энергетических характеристик электропривода;
- обеспечение возможности работы преобразователя в составе автоматизированной системы управления.

При использовании в качестве силового преобразователя устройства плавного пуска, осуществляющего регулирование напряжения на статоре электродвигателя при неизменной частоте, указанные задачи могут быть решены за счет перехода от традиционного для данных устройств фазового метода регулирования напряжения к импульсному с использованием входного фильтра, что позволит улучшить гармонический состав токов статора электродвигателя и токов фаз питающей сети. При работе от такого устройства потери в электродвигателе будут снижены за счет исключения из спектра напряжения на статоре низкочастотных гармонических составляющих, характерных для фазового метода регулирования напряжения. Входной фильтр, включающий в себя дроссель и конденсаторы, помимо фильтрации высокочастотных гармоник обеспечит компенсацию реактивной мощности, что приведет к снижению величины потребляемого от сети тока, уменьшению просадок напряжения питающей сети при пуске электропривода, уменьшению потерь в питающей сети и, как следствие, значительной экономии энергии.

Снижение величины потребляемого от сети тока за счет компенсации реактивной мощности в сочетании с улучшенным охлаждением асинхронного электродвигателя позволит уменьшить ограничение тока фаз статора электродвигателя при пуске и повысить пусковой момент по сравнению со стандартным электроприводом такой системы.

При работе предлагаемой конструкции асинхронного электродвигателя с преобразователем частоты исключается перегрев вследствие повышения потерь в номинальном режиме, а также при длительных и частых пусках с моментом выше номинального.

На данный момент на базе кафедры «Электропривод и АПУ» Белорусско-Российского университета в рамках госбюджетной работы разрабатывается энергоэффективный асинхронный электропривод на базе асинхронного электродвигателя улучшенной конструкции (рис. 1).

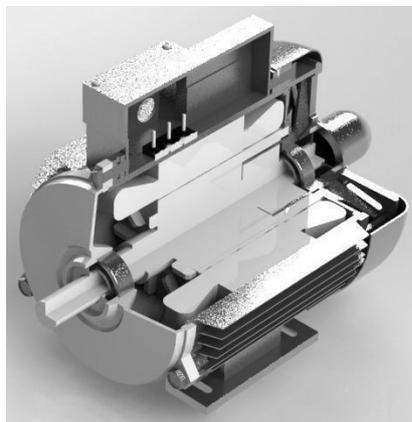


Рис. 1. Внешний вид энергоэффективного двигателя улучшенной конструкции

В его основе лежит общепромышленный асинхронный электродвигатель серии АИР с модифицированной станиной, модернизированной системой вентиляции и встроенным силовым преобразователем в клеммную коробку.

Модификация станины заключается в монтировании на нее клеммной коробки большой вместимости и специальной формы заднего подшипникового щита для монтирования новой системы вентиляции.

В качестве силового модуля, расположенного в клеммной коробке, используется устройство плавного пуска для запуска электродвигателя с возможностью регулирования скорости вращения. В основе системы управления верхнего уровня лежит микропроцессор stm32f103. Есть возможность дистанционного управления всей системой. Ведется доработка устройства плавного пуска до уровня контроллера-оптимизатора. Контроллеры-оптимизаторы – это регуляторы напряжения питания электродвигателя, осуществляющие контроль за фазами тока и напряжения. Они обеспечивают полное управление приводом на всех этапах работы и защищают его от повышенного и пониженного напряжения, перегрузки, обрыва или нарушения чередования фаз и т. д. Контроллеры-оптимизаторы согласуют значение крутящего механического момента, развиваемого электродвигателем, со значением механического момента нагрузки на его валу за счет изменения напряжения питания двигателя. При этом скорость вращения ротора электродвигателя остается прежней, а коэффициент мощности повышается. Это оборудование является функционально законченным и не требует подключения дополнительных устройств. При работе привода в режиме динамично меняющихся нагрузок контроллер обеспечивает прекращение отбора мощности из питающей сети в те моменты, когда полупроводниковые переходы тиристоров (управляемых диодов) закрыты, т. е. не пропускают электрический ток. Тиристоры открываются при поступлении управляющих импульсов, задержка подачи которых определяется степенью загрузки привода, а закрываются при переходе тока через ноль.

Одним из особенностей конструкции рассматриваемого асинхронного электродвигателя является модернизированная система вентиляции. В данном случае используется наружная вентиляция с независимым охлаждением, состоящая из двух вентиляторов. Один из которых жестко закреплен на выходном конце вала электродвигателя, а другой – на защитном кожухе специальной конструкции. Если скорость вращения первого вентилятора жестко определяется скоростью вращения вала электродвигателя, то второй вентилятор вращается независимо от первого, создавая дополнительный поток воздуха для интенсивного отвода тепловых потерь с поверхности станины. Данный вентилятор имеет свой собственный силовой модуль с микропроцессорной системой нижнего уровня, которая управляется верхней. Скорость его вращения зависит от условий работы электродвигателя и абсолютно не зависит от вентилятора, жестко закрепленного на валу асинхронного электродвигателя. В номинальном режиме работает вентилятор, закрепленный на валу. Как только начинает увеличиваться нагрузка, либо проседать скорость вращения, согласно заложенной программе начинает вращаться независимый вентилятор со скоростью, достаточной для обеспечения минимально необходимого объема воздуха. В случае короткого замыкания или заклинивания ротора независимый вентилятор выходит на максимальные обороты, позволяя минимизировать ущерб машине и сработать защите.

Расчеты и компьютерное моделирование показали эффективность рассматриваемого электродвигателя. В настоящее время идет подготовка к сборке данной модификации электродвигателя и проведению лабораторных испытаний.