

Иванов Константин Алексеевич

студент

ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»

г. Череповец, Вологодская область

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ВЕНТИЛЬНОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Аннотация: в представленной работе исследователем рассматривается вопрос использования индукторных двигателей в вентильном электроприводе. В статье автором подробно разъясняется структура вентильно-индукторного двигателя.

Ключевые слова: индукторные двигатели, вентильный электропривод.

В настоящее время основной объем произведенной электрической энергии используется различными электрическими двигателями. Наиболее популярны асинхронные двигатели переменного тока, так как они достаточно просты в изготовлении, могут использовать энергию переменного тока без различных дополнительных преобразователей, и при этом на номинальных мощностях обладают достаточно высоким коэффициентом полезного действия (КПД). Их эффективно используют при постоянной нагрузке, которая близка к номинальной, но использование электродвигателей в таком режиме работы в мире составляет не более 10%. От остальных электродвигателей требуются такие режимы работы, которые характеризуются изменением нагрузки на валу двигателя в широких пределах.

Использование асинхронных двигателей без специальных преобразовательных устройств в таких режимах работы неэффективно и затратно. В связи с этим в последнее время динамично развивается производство преобразовательных устройств для асинхронных двигателей, способных использовать электрическую энергию в более широком диапазоне нагрузок.

Из-за сложных связей соединений асинхронных двигателей с преобразователями последние получаются очень сложными и очень дорогими, а попытки

ещё увеличить диапазон нагрузок с высоким КПД приводят к снижению надежности, усложнению и удорожанию преобразователя [1].

Вентильно-индукторный двигатель (ВИД) идеально работает с электронной цифровой реализацией систем управления, так как электронные блоки управления таких двигателей получаются гораздо проще, имеют компактный размер и при серийном производстве гораздо дешевле, чем для асинхронных электродвигателей.

Такой двигатель представляет собой новый тип преобразователя электромеханической энергии, он содержит в себе свойства электрической машины и встроенной системы регулируемого электропривода. ВИД дает возможность осуществлять управление данным процессом в соответствии с особенностями конкретной нагрузки: регулировать частоту вращения, мощность, момент и т. п.

На рисунке 1 представлена структурная схема ВИД, используемого для привода исполнительного механизма (ИМ).

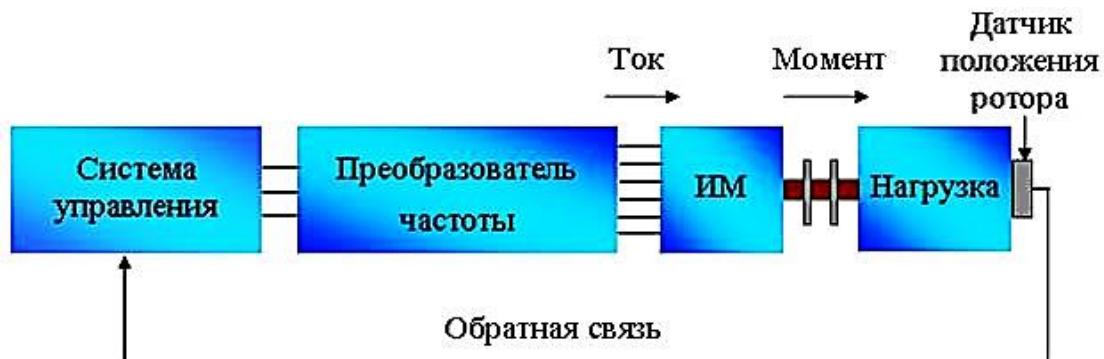


Рис. 1. Структурная схема ВИД

Структура ВИД соответствует традиционной системе регулируемого электропривода и обладает всеми её качествами и свойствами. Однако, в отличие от регулируемого асинхронного электропривода, ВИД неспособен функционировать в отсутствии частотного преобразователя и системы управления, которые нужны для осуществления электромеханического преобразования энергии.

Статор и ротор ВИД имеют явновыраженные полюса, при этом количество полюсов обычно небольшое (до 16). Число полюсов статора должно быть больше числа полюсов ротора. Наиболее популярные конфигурации магнитной системы

6/4 (рис. 2), 12/8, 12/10 – для трехфазных двигателей, 8/6 и 16/12 – для четырехфазных.

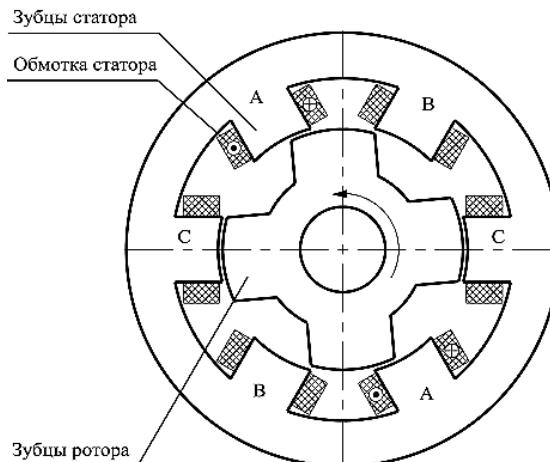


Рис. 2. Разрез ВИД с конфигурацией магнитной системы 6/4

В подобном двигателе статор и ротор изготовлены в виде набора пакетов листового магнитомягкого материала. Фазная обмотка находится на статоре. На роторе ВИД отсутствует обмотка и не используются постоянные магниты.

Простота конструкции обмоток ВИД повышает его ремонтопригодность, так как для ремонта достаточно сменить вышедшую из строя катушку на статоре.

Управление электромеханическим преобразователем данного привода осуществляется при помощи высокоеффективных силовых полупроводниковых элементов, таких как IGBT или MOSFET(HEXFET) транзисторов [2]. ВИД успешно конкурирует по характеристикам с вентильными двигателями с постоянными магнитами (ВДПМ). Так, ВИД с примерно одинаковыми электрическими и весогабаритными характеристиками по сравнению с ВДПМ имеет стоимость в четыре раза меньше, значительно большую надежность, более широкий диапазон частот вращения, более широкий диапазон рабочих температур, не имеет ограничения по мощности, не требует защиты от металлической пыли, не боится перегревов и сильных электромагнитных полей.

Для изготовления ВИД требуется примерно в 2–3 раза меньше меди, чем для двигателя с коллектором такой же мощности и в 1,3 раза меньше чем для асинхронного двигателя [2]. Выделение теплоты в основном идет только на статоре,

при этом легко обеспечить герметичную конструкцию, а также водяное или воздушное охлаждение.

ВИД имеет низкую трудоемкость при изготовлении, так как обладает простой конструкцией. Например, трудоемкость изготовления ВИД меньше на 70% трудоемкости при изготовлении коллекторного двигателя и на 40% меньше для асинхронного двигателя. Это объясняется тем, что не нужно выполнять трудоемкие и сложные операции, такие как изготовление коллектора и щеток для коллекторного двигателя, заливка клетки ротора для асинхронного двигателя [3].

ВИД обладает высокой гибкостью компоновки, благодаря, отсутствию магнитов и обмотки на роторе. Конструкция данного двигателя может быть выполнена в плоской, обращенной, вытянутой, линейной, секторной форме. Для изготовления ВИД с различной мощностью можно использовать один и тот же набор штампов для вырубки ротора и статора, так как для повышения мощности достаточно увеличить длину набора ротора и статора.

Простая конструкция обеспечивает высокую безотказность ВИД по сравнению с другими типами электрических машин. Даже, если произойдет полное замыкание полюсной катушки в одной из фаз, ВИД продолжит работать, благодаря, конструктивной и электрической независимости фазных обмоток.

Диапазон частот вращения ВИД находится в пределах: от единиц до сотен тысяч об/мин. При помощи электромагнитной редукции можно создавать мало-габаритные «моментные» электродвигатели для приводов роботов, манипуляторов и других низкооборотных механизмов. В то же время частота вращения быстроходных ВИД может быть больше 100000 об/мин.

В широком диапазоне частот вращения ВИД обладает очень высоким КПД. В диапазоне 5–10-кратной перестройки частоты вращения двигатель мощностью 1 кВт может иметь КПД равный 90%. Более мощные ВИД имеют КПД около 95–98% [2].

Так как ВИД насыщается (возбуждается) однополярными импульсами, то для управления электромагнитным полем достаточно простой электрический

коммутатор. Меняя скважность импульсов силовых транзисторов электрического коммутатора можно плавно изменять форму импульсов тока фазных обмоток электродвигателя. Применяя замкнутую систему управления с обратными связями по скорости и нагрузке, можно получить механические характеристики любой заданной формы, в том числе абсолютно жесткие (астатические), и это не усложнит систему управления, потому что её процессор обладает большим числом входов и выходов, быстродействием и памятью.

ВИД найдет применение там, где обычным двигателям трудно или невозможно обеспечить требуемые режимы работы. Прежде всего, это низкооборотные высокомоментные приводы, которые позволяют в ряде случаев исключить механический редуктор, для упрощения конструкции механизма, а также высокооборотные приводы в металлообработке, робототехнике, лабораторном оборудовании и бытовой технике. Важное значение имеет такое свойство ВИД, когда простым токовым управлением можно создать такой требуемый момент, при котором скорость будет близка к нулевой. Существенной особенностью также является предельно прочная и простая конструкция ротора, которая позволяет выдержать огромные механические напряжения, возникающие вследствие центробежных сил на больших скоростях.

Список литературы

1. Миронов Ю.А. Энергосберегающее оборудование на основе вентильно-реактивных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=287
2. Саввинов П.В. Обзор вентильно-реактивных двигателей / П.В. Саввинов, А.С. Семёнов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2013/210/2632>
3. Шабаев В.А. Анализ критериев технико-экономического оптимума применения вентильно-индукторных двигателей // Электротехника. – 2008. – №4. – С. 44–51.