

МНОГОФАЗНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ФАЗНО-ПОЛЮСНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Белозеров И.Р., Ачеев Т.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Бражников А.В.

Сибирский федеральный университет

В статье Бражникова А.В., Пантелеева В.И. и Довженко Н.Н. «Фазно-полусное управление многофазными асинхронными инверторными электроприводами», опубликованной в журнале «Электрика» (№ 3 за 2005, стр. 22-27), а также в других работах было показано, что использование фазно-полусного управления (ФПУ) позволяет существенно улучшить технико-экономические характеристики асинхронного электропривода и значительно расширить область его применения. В частности при применении ФПУ наблюдается эффект, адекватный увеличению числа пар полюсов электродвигателя, сопровождающийся увеличением критического и пускового моментов машины и обеспечивается высокая кратность пускового момента, что необходимо, в частности, в тяговых приводах. Однако реализация ФПУ требует использования многофазных асинхронных электродвигателей специальных конструкций и (или) некоторого усложнения системы привода.

В упомянутой выше работе Бражникова А.В., Пантелеева В.И. и Довженко Н.Н. описан один из возможных вариантов построения системы многофазного асинхронного инверторного электропривода, в котором обеспечиваются все необходимые условия для 100-процентной реализации ФПУ асинхронным двигателем (АД), сущность которого заключается в том, что в случае его использования изменение скорости вращения ротора достигается за счет повышения в определенное число раз с помощью блока управления вентильными элементами инвертора (преобразователя частоты) величины фазовых смещений между напряжениями (токами) соседних фаз многофазного инвертора (а тем самым и АД) без какого либо изменения частоты названных напряжений и токов. Поскольку реализация ФПУ требует обязательного обеспечения гальванической независимости друг от друга всех пазов статора (в противном случае при использовании ФПУ двигатель будет иметь недопустимо низкий КПД), то в этом электроприводе применяется АД со стержневой обмоткой статора (обладающей чрезвычайно малыми значениями индуктивности и активного сопротивления), при использовании которой обеспечивается указанная гальваническая независимость пазов статора. Стержни этой обмотки представляют собой отдельные фазы статора двигателя, размещаются в пазах статора и подключаются к соответствующим фазам преобразователя частоты через многофазный понижающий трансформатор. В такой системе число стержней обмотки статора определяет число фаз АД и преобразователя частоты.

Недостатком такой системы электропривода является обязательное наличие в ней понижающего трансформатора, коэффициент трансформации которого в зависимости от мощности привода может составлять от нескольких десятков до нескольких сотен, а также согласующего устройства, обеспечивающего резонанс напряжений в подсистеме «автономный инвертор – асинхронный двигатель», основными элементами которого являются высокочастотные конденсаторы (из-за чрезвычайно малой индуктивности фазных «обмоток» статора АД), что обуславливает высокие массогабаритные показатели, как упомянутого трансформатора и согласующего устройства, так и системы электропривода в целом.

В связи с этим представляется актуальной задача разработки системы многофазного асинхронного инверторного электропривода с ФПУ, обладающей более простой структурой, большей надежностью и меньшими массогабаритными показателями, чем

система, описанная в упомянутой выше работе Бражникова А.В., Пантелеева В.И. и Довженко Н.Н. Решение этой задачи и являлось целью данной работы.

В качестве решения сформулированной задачи предлагается следующее. Представленная выше цель достигается тем, что многофазный асинхронный двигатель, регулирование скорости которого осуществляется за счет фазно-полюсного управления, питающийся от преобразователя частоты и имеющий число фаз более пяти, оснащается магнитной системой, которая выполняется следующим образом: массивный ферромагнитный ротор имеет в сечении Ш-образную форму и состоит из внутренней и внешней частей, жестко соединенных механически и охватывающих статор снаружи и изнутри; шихтованный магнитопровод статора состоит из двух полых цилиндрических частей, вставленных одна в другую и отделенных друг от друга полый цилиндрической диамагнитной (например, медной) гильзой, и имеет два ряда пазов – внутренний и наружный; каждая из многовитковых фазных обмоток статора укладывается в два паза – в один внутренний и в один наружный, ближайший к внутреннему в радиальном направлении, и подключается напрямую к соответствующей фазе преобразователя частоты, минуя понижающий трансформатор; в целом многофазная обмотка статора – тороидального типа; АД имеет два основных рабочих воздушных зазора.

Использование многовитковых фазных обмоток статора АД, число витков в которых (как и в обмотках двигателей традиционного типа, например, серии 4А) равно нескольким десяткам и более, позволяет исключить из системы электропривода понижающий трансформатор и, тем самым, значительно уменьшить массогабаритные показатели привода по сравнению со случаем, когда применяется электродвигатель с многостержневой обмоткой статора. При этом в указанной системе не используются никакие устройства, осуществляющую механическую коммутацию каких-либо конструктивных элементов системы, а фазно-полюсное управление многофазным асинхронным двигателем реализуется только за счет соответствующего изменения с помощью системы управления преобразователем частоты моментов отпирания и запираания силовых вентильных элементов преобразователя.

Описанная выше многофазная тороидальная обмотка статора позволяет (как и в случае стержневой обмотки) осуществить гальваническую независимость пазов статора (отдельно во внутреннем и отдельно в наружном ряду пазов), которая необходима для обеспечения возможности реализации фазно-полюсного управления в таком многофазном асинхронном инверторном электроприводе. При этом фазные обмотки статора электродвигателя подключаются напрямую к фазам преобразователя частоты. Понижающий трансформатор между преобразователем частоты и электродвигателем отсутствует.

В процессе работы двигателя магнитное поле, возбуждаемое элементами фазных обмоток, расположенных в наружных пазах статора, создает вращающий момент в наружной части Ш-образного ротора, а поле, возбуждаемое элементами обмоток, расположенных во внутренних пазах статора, создает момент во внутренней части ротора. В торцевой части статора, отделенной от ротора воздушным зазором, лобовыми частями фазных обмоток статора также создается вращающееся магнитное поле, проникающее в ротор и тоже создающее дополнительный крутящий момент.

Диамагнитная гильза препятствует наложению и взаимной компенсации в обоих воздушных зазорах магнитных полей, создаваемых внешним и внутренним рядами пазов статора.

На рис. 1 представлен (в разрезе) возможный вариант реализации описанного выше принципа построения многофазного асинхронного двигателя. Вал ротора 1 двигателя опирается на подшипники качения 2, установленные в корпусе 3 двигателя. Фазные обмотки 4 статора подключаются к фазам преобразователя частоты кабелями 5.

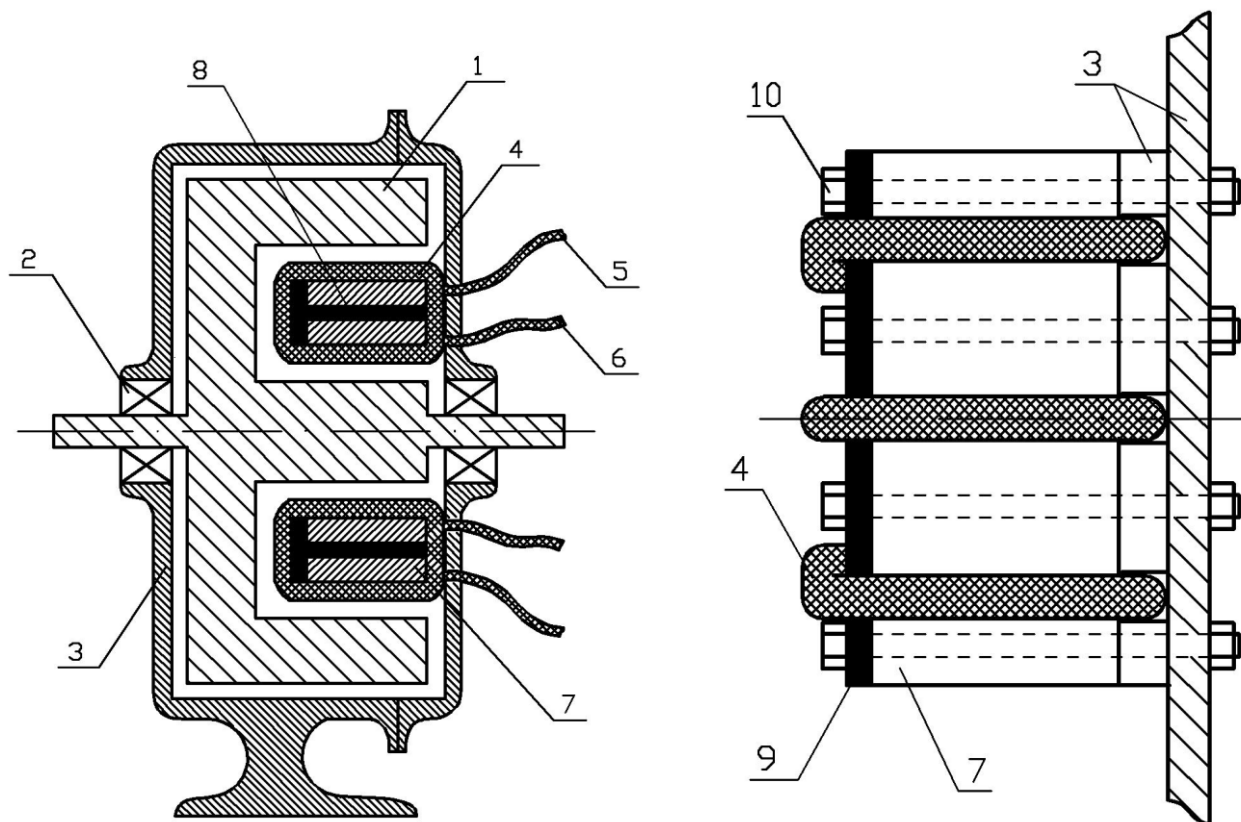


Рис. 1.

Рис. 2.

Другие концы обмоток 4 кабелями 6 подключаются к общей точке многофазной обмотки статора, соединенной по схеме «звезда». Общая точка звезды может быть соединена с нулевой точкой вторичной обмотки входного трансформатора преобразователя частоты нулевым проводом.

На рис. 2 показан вид сверху на статор двигателя, приведенного на рис. 1, для случая, когда число фаз двигателя равно шести. Магнитопровод 7 статора вместе с диамангнитной гильзой 8, закраина 9 которой показана на рис. 2, крепится к корпусу 3 электродвигателя болтовыми соединениями 10.