

УДК 62-83-52: 004.94  
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЕЗДАТЧИКОВОГО ВЕНТИЛЬНО-  
ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

В.В.ЛЬГОТЧИКОВ, И.С.ПОЛЮЩЕНКОВ  
Филиал государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(технический университет)»  
Смоленск, Россия

В последние годы интенсивно осваиваются новые виды регулируемого электропривода (ЭП), одним из которых является вентильно-индукторный электропривод (ВИП) на базе вентильно-индукторной машины (ВИМ). При сопоставимых характеристиках по управляемости с ЭП на базе двигателя постоянного тока ВИП имеет надёжный и технологичный двигатель с электронным коллектором. Назначение датчика положения ротора (ДПР) в схеме ВИП имеет принципиальное значение, т. к. он применяется для управления силовым полупроводниковым преобразователем. Устранение ДПР, усложняющего конструкцию ВИП и снижающего его надёжность, является актуальной и широко обсуждаемой научной общественностью проблемой. При разработке бездатчиковых ВИП необходима синхронизация управляющих воздействий с положением ротора электро-двигателя.

Рассматривается возможность использования сигнальных контроллеров и математического аппарата искусственных нейронных сетей для организации движения ВИП. В процессе моделирования осуществляется проверка предложенного алгоритма и используемых технических средств.

В основу организации движения ВИП положен алгоритм идентификации параметров движения, который состоит в следующем:

- 1) в процессе управления осуществляется выборка изменяющегося фазного тока при детерминированном алгоритме изменения питающего фазного напряжения;
- 2) с помощью сигнального контроллера формируется частотный образ состояния объекта управления (ВИМ);
- 3) искусственная нейронная сеть (ИНС) по частотному образу идентифицирует параметры движения ВИМ для синхронизации управляющих воздействий с положением ротора.

При моделировании ВИМ было установлено, что при питании фаз двигателя от преобразователя (инвертора напряжения) прямоугольными импульсами напряжения форма фазных токов, определяясь электромагнитными переходными процессами, зависит от углов включения фаз. Это объясняется зависимостью индуктивного сопротивления фазы ВИМ от

взаимного положения зубцов статора и ротора. Искажение формы фазных токов означает изменение их гармонического состава, который может быть рассчитан с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Аппаратной базой реализации ДПФ являются сигнальные контроллеры. Совокупность отсчётов тока фаз ВИМ в частотной области (амплитудные и фазовые составляющие) можно назвать частотным образом ВИМ. Измерительный участок, т. е. интервал времени, в течение которого накапливается массив дискретных отсчётов во временной области, соответствует повороту поля статора на 360 электрических градусов. Расчёт гармонического состава токов фаз ВИМ при варьировании на измерительном участке параметров движения ротора и поля статора показал, что при каждом сочетании варьируемых параметров в частотном образе имеются характерные особенности. Это позволяет говорить о том, что по частотному образу можно идентифицировать параметры движения. Так как аналитическая зависимость между частотным образом и параметрами движения ВИМ неизвестна, то для их идентификации был применён математический аппарат искусственных нейронных сетей. Обученная ИНС ставит в соответствие частотному образу вектор идентифицируемых параметров движения.

Описанный алгоритм применён в замкнутом контуре идентификации и регулирования, в котором при сопоставлении идентифицированных параметров движения с заданными вычисляются управляющие воздействия для поддержания требуемых параметров движения.

Для моделирования бездатчикового ВИП в соответствии с алгоритмом идентификации в пакете SIMULINK системы MATLAB была составлена компьютерная модель. В основу модели ВИМ были положены уравнения электрического равновесия и электромеханического преобразования энергии фазы ВИМ. Для моделирования работы сигнального контроллера DSP использовался пакет DIGITAL SIGNAL PROCESSING системы MATLAB. Для моделирования ИНС использовался пакет NEURAL NETWORKS TOOLBOX системы MATLAB.

Составленная компьютерная модель бездатчикового ВИП позволила произвести моделирование установившихся состояний (при постоянном сигнале задания и возмущающем воздействии) и переходов ЭП из одного установившегося состояния в другое (реакция на изменение сигнала задания). Как в статике, так и в динамике моделируемая система управления корректировала движение поля статора, чтобы фазы ВИМ коммутировались как можно ближе к положениям ротора с минимальной индуктивностью фаз.

Результат моделирования бездатчикового ВИП показал работоспособность рассматриваемого алгоритма, что даёт основания для его дальнейшего совершенствования и экспериментальных исследований.