

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА НА ОСНОВЕ БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Юденко Д.Г.

БНТУ, МИДО, г.Минск, Беларусь, e-mail: d.yudenko22@yandex.ru

Развитие современной техники, в особенности в отраслях автоматизированного производства, робототехники и средств обработки и передачи информации существенно расширяет уровень требований, предъявляемых к исполнительным электромеханическим устройствам.

К электромеханическому приводу предъявляется требование преобразовать командные сигналы в механическое перемещение, обеспечивая при этом устойчивую работу привода во всем рабочем диапазоне. В определенных случаях закономерности преобразования командных сигналов в механическое перемещение настолько сложны, что невозможно их реализовать с помощью известных электромеханических устройств. В этом случае используются исполнительные устройства, управляемые с помощью микроконтроллера, или в более сложных случаях с использованием ЭВМ. Все эти задачи потребовали разработки электромеханических устройств, механические и регулировочные характеристики которых могут быть перестроены в процессе эксплуатации в соответствии с условиями, определяемыми законом управления.

Одним из наиболее перспективных устройств электропривода по совокупности технических и эксплуатационных характеристик являются бесконтактные двигатели постоянного тока (БДПТ). Эти двигатели обеспечивают устойчивую работу привода в режимах с изменяющейся нагрузкой, имеют относительно высокий КПД и могут быть реализованы в малых габаритах. Отсутствие коллекторного узла, являющегося необходимым для обычных двигателей постоянного тока, обеспечивает надежную работу устройства в вакууме, взрывоопасных средах, или средах с повышенной запыленностью. Кроме того, бесконтактные двигатели обеспечивают относительно низкий уровень, создаваемый ими уровень радио и акустических помех. Все эти особенности бесконтактных двигателей определили интерес к этой области проектирования исполнительных устройств электропривода как у нас в стране, так и за границей.

Электроприводы на базе бесконтактных двигателей постоянного тока обладают потенциальной возможностью формирования рабочих характеристик без изменения его конструкции. Требуемые характеристики могут формироваться в этом случае за счет использования в схеме управления электроприводом внутренних обратных связей и применением аналоговых датчиков углового положения ротора. Таких возможностей лишены наиболее распространенные в настоящее время асинхронные и коллекторные двигатели постоянного тока, в которых требуемые режимы обеспечиваются при существенном усложнении их конструкции и при использовании ряда дополнительных внешних датчиков[1].

В настоящее время имеется небольшое количество работ по вопросам проектирования, выбора оптимальных параметров, конструкции бесконтактных двигателей постоянного тока (БДПТ), предназначенных для работы в составе электроприводов металлообрабатывающих станков. Наиболее целесообразным является применение бесконтактных двигателей постоянного тока в электроприводах подачи металлообрабатывающих станков. По сравнению с электроприводами постоянного тока эти электроприводы обладают следующими, уже упомянутыми, преимуществами: двигатель имеет более простую конструкцию, меньшие массу и габариты, большую надежность; отсутствуют ограничения, налагаемые узлом коммутации на характеристики двигателя и электропривода; тот же уровень быстродействия может быть получен при значительно меньших кратностях максимального момента. Масса, габариты и стоимость электроприводов постоянного тока и с бесконтактным двигателем постоянного тока примерно одинакова. Перед электроприводом с асинхронным двигателем будут следующие преимущества: значительно меньшие габариты и масса двигателя и электропривода; большее быстродействие и меньшая стоимость.

Упомянутые качества значительно выделяют бесконтактный двигатель постоянного тока из ряда остальных электрических машин. Поэтому он и требует исследований в области адаптивного управления. Много внимания таким системам управления БДПТ уделяют зарубежные

производителями, такие как: ABB; Ansaldo; Control Techniques; Danfoss; Fuji; General Electric; Hitachi; KEB; Lenze; LG; Mitsubishi; Schneider Electric; SEW; Siemens; Yaskawa и другие. Методы управления частотой вращения БДПТ с наблюдателями состояний основаны на моделях двигателей, но отличаются высокой вычислительной сложностью при необходимости обеспечения высокой точности. Для улучшения показателей качества системы управления БДПТ в переменных режимах работы объекта управления, например, таких как разгоны и торможения с нагрузкой и вхолостую, могут применяться адаптация параметров регулятора и его структуры[2]. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. Она строится не только за счет изменения параметров регулятора и законов регулирования. Хорошие результаты дает переход с пропорционального (П) на пропорционально-интегральный (ПИ) регуляторы и наоборот в процессе работы. В качестве параметра, характеризующего существенное изменение свойств объекта, может использоваться величина возмущения, например, механический момент, приложенный к валу двигателя. Более широкие возможности для адаптивного регулирования дает использование пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора скорости с адаптивной структурой и переменной постоянной времени интегрирования.

Далее рассмотрим возможность проектирования электромеханической системы (ЭМС) БДПТ с целью обеспечения их последующего эффективного функционирования возникает ряд проблем, связанных с необходимостью тщательного анализа динамических свойств синтезируемой системы и использованием в процессе проектирования большого числа моделей отдельных устройств, в которых нужно учитывать достаточно сложный характер рабочих процессов.

В процессе функционирования ЭМС с БДПТ в условиях реального технологического процесса практически всегда возникает в той или иной степени выраженное взаимодействие объекта с внешней средой, которое оказывает влияние на рабочие процессы, выходную величину системы и прочие качественные показатели, и динамические характеристики [3].

Учет особенностей конструктивного исполнения БДПТ открывает дополнительные перспективные возможности в решении поставленных задач и формировании управляющих функций. В частности, обеспечение соответствующей настройки датчика положения ротора позволяет БДПТ функционировать с коэффициентом мощности, близким к единице. Особую роль в организации процессов функционирования ЭМС с БДПТ и формировании управляющих функций занимают обратные связи, которые также являются основой процессов саморегулирования, самонастройки и развития систем. Механизм обратных связей в ЭМС с БДПТ позволяет обеспечивать возможность приспосабливаться к изменяющимся внешним воздействиям, условиям внешней среды и управляющим функциям, влияющим на поведение, характер рабочих процессов.

Использование в ЭМС с БДПТ микропроцессорного управления с процедурой быстрого ввода в систему информации и сигналов управления открывает еще более широкие возможности для формирования управляющих функций. Следует заметить, что применительно к ЭМС с исполнительными элементами различных типов, в том числе с БДПТ, микропроцессорные системы управления в настоящее время являются достаточно перспективными и обладают способностью для реализации различных методов и алгоритмов управления. Системы управления для ЭМС с БДПТ, реализованные на базе микропроцессорных устройств, обладают определенным конструктивным своеобразием и являются предметом самостоятельного рассмотрения. Помимо улучшенных возможностей для формирования особых управляющих функций, микропроцессорные системы управления по сравнению с аналоговыми обладают некоторыми преимуществами. В частности, достоинства микропроцессорных систем управления обусловлены достоинствами цифровых элементов по сравнению с аналоговыми - большей точностью и помехоустойчивостью, относительной простотой и удобством задания программ движения, объективной тенденцией к миниатюризации габаритов и постоянному снижению стоимости. Кроме того, современные системы микропроцессорного управления относительно надежны и функционально имеют возможности к интеграции с прочим дополнительным оборудованием (например, аппаратурой диагностирования, наблюдения и контроля).

Применение в ЭМС с БДПТ систем микропроцессорного управления, а также микроконтроллеров резко расширяет их функциональные возможности, позволяя программным путем организовывать и воздействовать на рабочие процессы в системе, в том числе с учетом изменяющихся условий внешней среды. Особенностью БДПТ как объекта регулирования в данной системе является то обстоятельство, что скорость протекания рабочих процессов, особенно для

двигателей малой мощности, соизмерима со скоростью и временем расчета алгоритма регулирования. Несомненно, запаздывания, возникающие как в прямом канале управления, так и в каналах обратных связей, могут создавать дополнительные сложности функционированию системы. Однако появление современных и более быстродействующих микропроцессоров позволяет компенсировать данный недостаток и повышать требования к быстродействию ЭМС с БДПТ, усложнять законы и алгоритмы управления. Последнее обстоятельство приведет к наращиванию объема вычислений, но при этом также открываются дополнительные возможности осуществлять одновременное управление несколькими объектами. Данный вопрос применительно к ЭМС с БДПТ с учетом специфических конструктивных особенностей последнего нуждается в дополнительном исследовании и разработке новых и перспективных методов, моделей и алгоритмов формирования управляющих функций.

Вывод

Применение бесконтактного двигателя постоянного тока в электромеханической системе металлорежущих станков открывает дополнительные возможности реализации синхронизации частот вращения двигателей и значительно улучшает качественные показатели.

Список литературы

1. Совершенствование автоматизированных электроприводов с бесконтактными двигателями : отчет о НИР (заключительный) : 06-272 / Белорусский национальный технический университет; рук.Фигаро Б. И., исполн. Гульков Г. И. [и др.]. – Минск, 2010. – 246 с.
2. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и допол. Т.2: Статическая динамика и идентификация систем автоматического управления/ Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Ягупова. – М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.- 640 с.
3. Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. - 911 с.