

УДК 62-83
ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И
КОЛЬЦЕВЫХ ОБЪЕКТОВ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
ДЛЯ СЛУЧАЯ ПРОДОЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

В. Т. ВИШНЕРЕВСКИЙ

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Проектирование и создание быстродействующих и высокоточных электроприводов с широким диапазоном регулирования скорости немислимо в настоящее время без учета механических характеристик рабочих органов и объектов управления.

Большое влияние на работу электроприводов оказывают упругие деформации различных механических элементов оборудования, содержащих звенья с распределенными параметрами. Наличие таких элементов в манипуляторах и роботах, протяженных рамных конструкциях и в другом оборудовании обуславливает (вследствие запаздывания поступления входного воздействия на объект управления) значительное отличие возникающих в этом оборудовании переходных процессов от процессов в электроприводах с сосредоточенными параметрами. Недостаточно точное математическое описание такого оборудования приводит к большим погрешностям при анализе и синтезе автоматизированных электроприводов, к уменьшению точности их работы, а в наиболее неблагоприятных случаях – к потере устойчивости электропривода и возникновению незатухающих колебаний.

Целью работы является получение и исследование математического описания линейных и кольцевых объектов с распределенными параметрами.

В работе описываются выведенные передаточные функции, пригодные для исследования в частотной области. Исследуется адекватность аппроксимированной модели реальному объекту. Оценивается абсолютная и относительная погрешности математического описания аппроксимированной модели.

Динамические процессы объектов управления в соответствии с их расчетными схемами описываются системой уравнений, содержащих частные производные по двум независимым переменным.

В результате решения данной системы уравнений путем применения двух преобразований Лапласа (по относительно времени, а затем по относительно удлинению) получают передаточные функции объекта управления от изображения движущего усилия к скорости в любом сечении элемента с распределенными параметрами.

Полученные выражения передаточных функций позволяют сделать вывод о том, что использование методов прямого анализа и синтеза автоматизированного электропривода с подобными элементами

представляется весьма затруднительным из-за наличия гиперболических функций.

Существует два основных метода аппроксимации подобных передаточных функций.

Суть первого метода заключается в замене системы с распределенными параметрами системой конечной размерности с сосредоточенными параметрами. При использовании этого метода аппроксимация системы недостаточным количеством сосредоточенных элементов дает неудовлетворительный результат, а увеличение их числа ведет к неоправданному усложнению расчетной модели и значительному повышению порядка дифференциального уравнения системы в целом.

Второй метод подразумевает аппроксимацию системы с распределенными параметрами с использованием способов приближенного вычисления значений гиперболических функций.

Известен способ аппроксимации передаточных функций путем разложения на простейшие дроби. Получаемые передаточные функции описывают поведение объекта с достаточной степенью адекватности реальному объекту.

В настоящее время с учетом развития вычислительной техники и расширения области применения различных математических пакетов можно легко получить требуемые передаточные функции путем разложения трансцендентных выражений на простейшие дроби. При использовании данного метода аппроксимации учитываются полюса исходной передаточной функции и значения вычетов в найденных полюсах

В ходе расчетов получены передаточные функции объекта с распределенными параметрами от изображения движущего усилия к линейной скорости в начале и в конце упругого элемента.

Исследование полученных моделей в частотной области показало, что передаточные функции дают представление о всех резонансах и антирезонансах в рабочем диапазоне изменения частот входного воздействия.

Полученные передаточные функции предназначены для математического описания механической части исследуемого электропривода.

Передаточная функция от изображения движущего усилия к линейной скорости в начале упругого элемента необходима для осуществления отрицательной обратной связи по противо-ЭДС двигателя. Таким образом в модели создается возможность оценки влияния механической части на электромагнитные процессы в управляемом выпрямителе и работу привода в целом.