

КАФЕДРА «ЭНЕРГЕТИКА И ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ»

Я.В. Бухтояров, Г.С. Строк, Д.Ф. Тукало
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
 В.И. Мошкин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
 ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ
 ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЯ ОТ ТОКА
 СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
 ДВИГАТЕЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
 СТРУКТУРЫ

Известные методы экспериментального исследования зависимостей $\psi=f(i)$ для электромагнитных двигателей и силовых электромагнитов отличаются степенью сложности используемой аппаратуры, трудоемкостью обработки данных, точностью. Методы определения потокоосцепления электромагнитов на переменном токе непригодны в данном случае из-за больших погрешностей, вызываемых вихревыми токами в нешихтованном магнитопроводе, трудностями проведения эксперимента при больших значениях токов.

Нами использована методика определения потокоосцепления электромагнитов [1], удовлетворяющая следующим требованиям: простота схемы и аппаратуры; обеспечение высокой точности измерений.

Потокоосцепление регистрируется милливексметром mWb, который является интегрирующим прибором, поэтому его отклонение [1]:

$$\Delta\alpha = k \int_0^{\infty} e dt = k \frac{R_{ш}}{R_u + R_{ш}} \int_0^{\infty} e dt = k \cdot \frac{R_{ш}}{R_u + R_{ш}} \cdot \psi_{изм},$$

где e - ЭДС измерительной обмотки; $R_u, R_{ш}$ - сопротивления измерительной катушки и шунта в момент измерения; k - чувствительность милливексметра.

Величина потокоосцепления определяется по формуле:

$$\psi_{изм} = \frac{\Delta\alpha}{k} \times \frac{R_u + R_{ш}}{R_{ш}}$$

Результаты сравнения магнитных систем по интегральной механической работе в статическом режиме представлены в табл. 1.

Таблица 1
 Сравнение магнитных систем по интегральной механической работе

Тип магнитной системы линейного электромагнитного двигателя (ЛЭМД)	Диапазон хода δ	Интегральная механическая работа $A_{и}$ [%]		
		0,5I _H	1,0I _H	1,5I _H
С притягивающимся якорем	0 - δ_H	41	30,5	23,5
С комбинированным якорем без стопа	0 - δ_H	57,5	51,5	45
Со стопом и комбинированным якорем	0 - δ_H	64,5	61	55,5

Примечание. За 100% принята величина $W_{пр} = A_{и} + W_{КО} + W_{О}$.

Предложенная методика экспериментального исследования электромагнитных двигателей и силовых электромагнитов позволяет сравнить предлагаемые магнитные цепи цилиндрической структуры на уровне зависимостей потокоосцепления от тока по величине интегральной механической работы.

Список литературы

1. Любчик М.А., Клименко Б.В. Определение потокоосцепления силовых электро-магнитов // *Электротехника*. - 1971. - №9. - С. 74-77.

Г.В. Просеков, И.С. Алексеева, Т.В. Осипова
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
 В.И. Мошкин

РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ
 ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНОГО
 ЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
 ДВИГАТЕЛЯ

В отличие от традиционных электродвигателей импульсные линейные электромагнитные двигатели (ЛЭМД) питаются однополярными импульсами определенной амплитуды, частоты повторения и формы. Поэтому в состав электромагнитного привода входят устройства питания и управления (УПУ). Они преобразуют напряжение источника питания в импульсы напряжения необходимой амплитуды, формы, длительности и частоты повторения. В результате электромеханического преобразования происходит изменение электромагнитного тягового усилия ЛЭМД при рабочем ходе якоря [1].

На кафедре ЭТМ созданы и испытаны УПУ, в состав которых входит устройство управления (УУ) на основе программируемого микроконтроллера PIC-16. Такие УПУ способны обеспечить различные технологические режимы (одиночные ходы, серии ходов и т.д.) и одновременно регулирование и стабилизацию выходных параметров ЛЭМД (тяговое усилие и энергия рабочего хода).

В результате расширяются технологические возможности оборудования с ЛЭМД, оно становится более универсальным. Представленные УПУ предназначены для импульсных ЛЭМД с конструктивной схемой, содержащей одну обмотку возбуждения и возвратную пружину при средней потребляемой мощности до 10 кВт и с частотой ходов до 600 мин⁻¹ (10 Гц).

Анализ структуры УПУ показал, что основным его элементом является полупроводниковый преобразователь (ПП) с устройством управления (УУ). Установлено, что для обеспечения предельной простоты и надежности УПУ, а также высоких энергетических показателей привода наиболее целесообразным является режим работы ПП с углом управления, близким к нулю. Это обеспечит минимум потребления реактивной энергии при работе УПУ от промышленной сети, а также позволит исключить систему импульсно-фазового управления (СИФУ) из состава УУ, либо значительно упростить его. Упрощение обусловлено возможностью совмещения функций отдельных узлов СИФУ в одном устройстве и невысокими требованиями к симметрии управляющих импульсов ПП. Устройство управления легко выполнить на основе микроконтроллера, наделяя его отмеченными выше свойствами.

Проведенные производственные и лабораторные испытания предложенных УПУ с синхронизацией, плавным и дискретным регулированием подтвердили их технические преимущества перед известными.

Список литературы

1. Усанов К.М., Мошкин В.И., Угаров Г.Г. *Линейный импульсный электромагнитный привод машин с автономным питанием*. - Курган: Изд-во КГУ, 2006. - 284 с.
 2. Мошкин В.И., Помялов С.Ю., Трофимов А.А. *Особенности построения устройств питания и управления импульсным электромагнитным двигателем от промышленной сети* // *Вестник Курганского государственного университета. Серия «Технические науки»*. - Вып. 6. - №1(20). - 2011. - С. 109-113.

А.А. Трофимов, А.Д. Чалый
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
 В.И. Мошкин

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В ряде отраслей промышленности при производстве мелких деталей используются технологические процессы обработки материалов давлением, механизация которых осуществляется машинами импульсного действия. В качестве привода таких машин выступают силовые импульсные системы, реализованные на базе линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД).

На кафедре ЭТМ проводились исследования, направленные на повышение удельных силовых и энергетических характеристик импульсных ЛЭМД за счет выбора рационального типа магнитной системы двигателей, режима их работы и оптимизации геометрических параметров с учетом особенностей технологического процесса. Для этого решалась одна из основных задач, связанная с исследованием влияния геометрических соотношений размеров двигателей, магнитных свойств элементов конструкции и режима питания на их удельные силовые и энергетические характеристики в диапазоне рабочего хода при разной степени насыщения стали магнитопровода, выполнены исследования импульсных двигателей с помощью математического моделирования. При создании математической модели магнитной системы двигателя с целью анализа статических и динамических процессов использовались методы расчета магнитных полей, численные методы решения дифференциальных уравнений. Для расчета удельных силовых и энергетических показателей и поиска рациональных геометрических соотношений размеров ЛЭМД были использованы известные программы в среде FEMM 4.0.

В результате моделирования импульсных ЛЭМД были получены новые результаты:

1. Исследовано влияние степени насыщения стали магнитопровода на удельные силовые показатели, определены области рациональных соотношений геометрических размеров элементов конструкции ЛЭМД исходя из максимумов отношений тягового усилия и полезной работы двигателя к массе его активных материалов в зависимости от величины хода якоря и степени насыщения стали магнитопровода. Установленные зависимости удельных силовых показателей ЛЭМД от соотношений геометрических размеров элементов конструкции имеют максимум, смещающийся при изменении степени насыщения магнитопровода.

2. Исследовано влияние магнитных свойств материала магнитопровода импульсного ЛЭМД на его удельные силовые показатели. Для магнитопроводов, выполненных из конструкционной стали Ст3, обосновано применение материалов с повышенным порогом насыщения, имеющим значения магнитной индукции до 2,0-2,5 Тл.

КАФЕДРА «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

И.Н. Шаламов
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц.
 В.К. Коротовских

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ

В отечественной и зарубежной практике более половины выпуска алмазного шлифовального инструмента составляют круги на органических связках. Их работоспособность в

большой степени зависит от структуры. Структура серийных шлифовальных кругов определяется соотношением объемов алмазных зёрен и связки. Размер зёрен (зернистость) устанавливается шероховатостью обрабатываемой поверхности. Остаётся при заданной зернистости менять объёмную долю алмазных зёрен или концентрацию.

Рабочий слой круга состоит из огромного числа случайно расположенных зёрен, находящихся под действием произвольной, постоянно меняющейся по направлению и величине нагрузки и т.д. Учесть все это многообразие в наиболее полном объеме и получить наиболее достоверную картину изменения изучаемых параметров можно только с помощью вычислительной техники, специальных пакетов и программ.

В качестве критерия оптимизации использовалось напряженное состояние системы «зерно-связка». С помощью программного пакета T-Flex CAD была построена трехмерная параметрическая модель заделки алмазного зерна в виде эллипсоида вращения в связке и с общепринятой площадкой износа. К зерну прикладывалась распределенная нагрузка под углом 45 градусов. Связка представлена в виде куба, размеры которого определялись переменной. Создана сборка из зерна, вокруг которого расположены на равном расстоянии l четыре зерна, каждое из которых наполовину закреплено в связке, представленной в виде куба с ребром в 2 раза большим l . Коэффициенты, которые характеризуют основные параметры зерна и связки в построенной модели алмазного круга, были заданы в таблице переменных. Составлена база прочностных характеристик алмазных зёрен и органической связки (модуль продольной упругости, коэффициент поперечной деформации, модуль сдвига и другие). Выполнен конечно-элементный статический анализ, позволяющий определить наибольшие главные напряжения $\sigma_{I\max}$ из имеющихся. Эксперименты проведены на концентрации от 25 до 200% включительно. Для осуществления автоматизации расчетов выведена зависимость концентрации K от расстояния между зёрнами l и, в конечном итоге, от главного напряжения. После обработки данных был построен следующий график (рис.1).

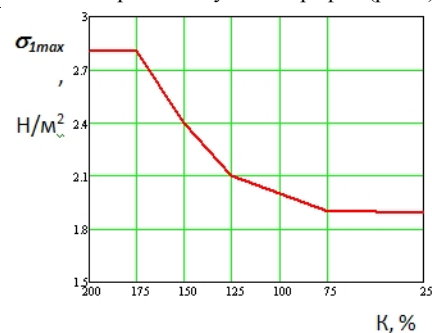


Рис.1. Зависимость напряжения от концентрации

Установлено, что при малом содержании алмазных зёрен (концентрации 25-75%) и соответственно большом расстоянии между зёрнами повышенного объема связки достаточно для того, чтобы напряженное состояние было практически постоянным. При увеличении концентрации зёрен в круге формируется определенная критическая толщина прослойки связки, после превышения которой напряжения резко возрастают. Здесь недостаточное количество связки приводит к тому, что алмазные зерна начинают воздействовать друг на друга, увеличивая напряженное состояние системы «зерно-связка». При этом для обеспечения низкой шероховатости за счет увеличения числа режущих зёрен наиболее оптимальной является 100-150% концентрация. Полученные результаты подтверждены опытными данными испытания кругов различной концентрации.

Дальнейшие исследования в данном направлении с применением современных средств компьютерного моделирования (при изменении нагрузок на зерна, зернистости и т.д.) будут способствовать получению высокоэффективного шлифовального инструмента.

ФТС