

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ЛИНЕЙНЫМ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

А.В. Качура, аспирант; Сторожко В.С., ассистент;

А.М. Съянов, д.т.н.

(Днепродзержинский государственный технический университет, г. Днепродзержинск, Украина)

Системы электроприводов, содержащие редуктор, обладают рядом функциональных ограничений. Это связано со снижением надежности, точности, повышением массогабаритных показателей. Поэтому актуальной является задача объединения рабочего органа и двигателя. К электроприводам, в которых используется данный подход, можно отнести:

- устройства высокоточного позиционирования;
- станки прецизионной обработки материалов;
- системы конвейеров и наземного транспорта.

Последние представляют интерес с точки зрения создания высокоскоростных и эффективных транспортных средств. Сейчас широко ведутся исследования линейных двигателей различных модификаций. Интерес к ним и к линейным асинхронным двигателям (ЛАД) вызван целесообразностью их применения как тягового привода.

На рис.1. показаны конструктивные варианты ЛАД:

а – односторонний с массивным вторичным элементом;

б – ЛАД с вторичным элементом обмоточного типа;

в – двусторонний ЛАД.

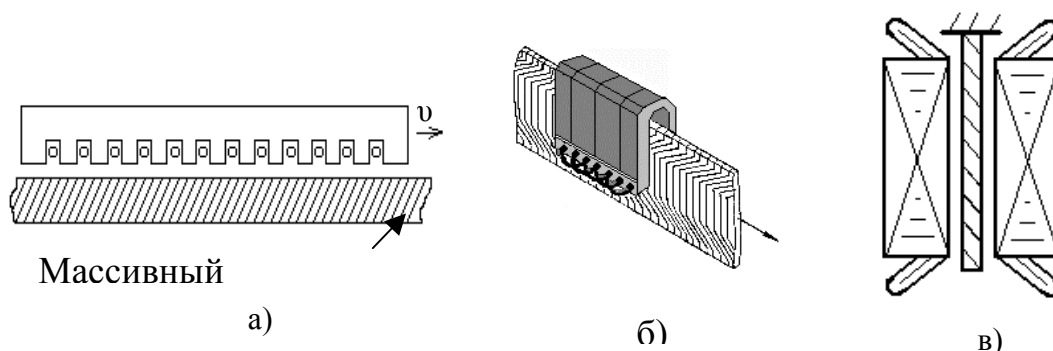


Рисунок 1 - Некоторые конструкции ЛАД.

Сегодня процесс исследования и оптимизации ЛАД остается актуальной задачей. Существует много различных методов [1,2]. методы физического моделирования; аналитические; численные.

Как методы физического моделирования, так и аналитические методы предусматривают введение ряда допущений, в результате чего получаемые решения являются приближенными и достаточно громоздкими. С развитием ЭВМ появилась возможность устранить эти недостатки путем применения численных методов, в частности метода конечных элементов (МКЭ). Данный метод основан на непосредственном решении уравнений Максвелла для анизотропных нелинейных сред.

Записав уравнения Максвелла относительно векторного магнитного потенциала, получим:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(v \frac{\partial A}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v \frac{\partial A}{\partial y} \right) + \sigma \frac{\partial A}{\partial t} = J, \quad (1)$$

где x, y – координаты области; v - магнитное сопротивление материала; σ - удельная проводимость среды; J – плотность тока.

Выражение (1) дополняется уравнением равновесия напряжения для обмотки ЛАД:

$$u_0 = r_0 i_0 + \frac{d\Psi_0}{dt}, \quad (2)$$

где u_0 - напряжение, приложенное к обмотке ЛАД; r_0 - активное сопротивление обмотки; i_0 - ток, протекаемый в обмотке; Ψ_0 - полное потокосцепление обмотки.

В результате применения МКЭ [3] был составлен алгоритм (рис.2.), позволяющий исследовать электромагнитные характеристики объекта с учетом насыщения магнитной системы. На основании разработанного алгоритма была создана программа. В качестве анализируемой модели был выбран линейный двигатель со следующими параметрами: число зубцов – 24; число витков – 120; размеры паза - 10×3 мм; число полюсов – 4. Вторичный элемент выполнен из стальной полосы марки Ст3. В результате расчета были получены картины распределения векторного магнитного потенциала (рис.3, а) и магнитной индукции (рис.3, б) для случая, когда индуктор неподвижен.

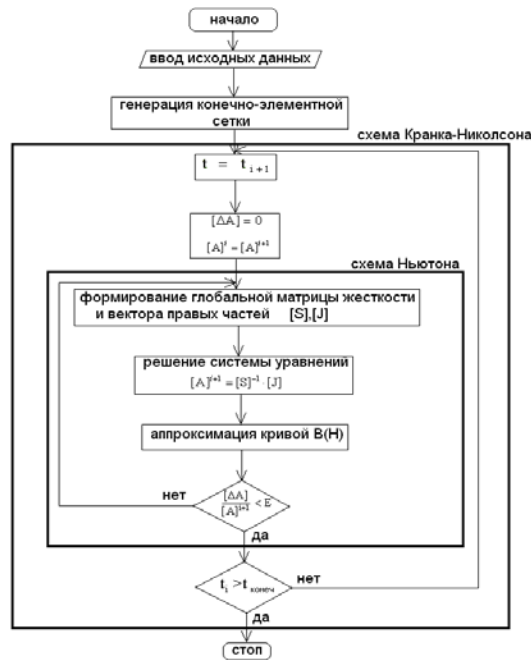


Рисунок 2 - Алгоритм решения нелинейной нестационарной задачи.

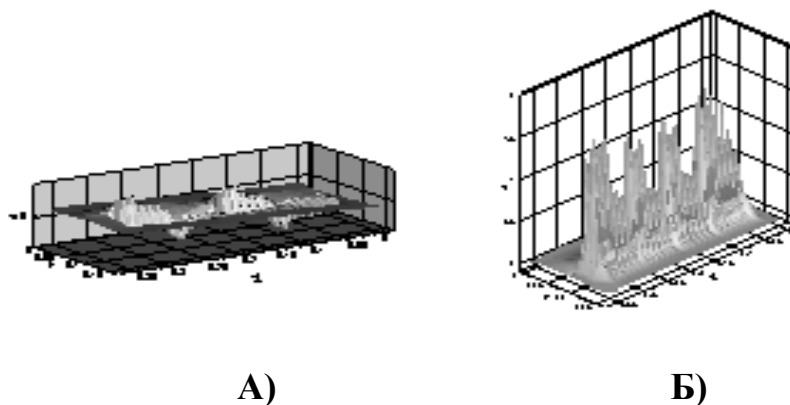


Рисунок 3 - Картина распределения векторного магнитного потенциала и магнитной индукции.

Из полученных результатов видно, что распределение магнитного поля в ЛАД является симметричным в области двух полюсов. Поэтому выполнять расчет целесообразно именно в этой области, что существенно уменьшает затраты времени.

Перечень ссылок

1. Ямамура С. Теория линейных асинхронных двигателей: Пер. с англ.- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1983.-180с.
2. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах. А.В. Иванов-Смоленский, Ю.В. Абрамкин, – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.

Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 352 с.