КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЛИНЕЙНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПРИВОДЕ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Валерий Литвин, Фуад Мамедов, Александр Сафонов

A vibrational regime of a linear induction motor in the accessory drive of the grain separator: *The authors considers potentialities of using a linear induction motor to create a vibrational motion in the accessory drive of agricultural machines. Diagrams illustrating results of researches, constructions of the sieve are shown in this article.*

Key words: *Grain separator, linear induction motor, vibrational regime, sieve, lagging, electromagnetic torque.*

ВВЕДЕНИЕ

В работе обоснована возможность применения линейных асинхронных двигателей в электроприводе сельскохозяйственных машин колебательного движения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Перспективным направлением развития электропривода колебательного движения является создание его без механических преобразователей вида движения, т.е. упрощение кинематической схемы привода. Это становится возможным благодаря созданию встроенных электромеханических систем на базе линейных асинхронных двигателей (ЛАД). Отличительной особенностью встроенных электромеханических систем (ВЭМС) является органическое сращивание с рабочей машиной и использование в качестве ротора её рабочего органа. В сельском хозяйстве, на перерабатывающих предприятиях находят широкое применение трехфазные АД, поэтому ВЭМС целесообразно создавать на базе трехфазных ЛАД.

Диапазон используемых частот колебаний в сельском хозяйстве достаточно широк и составляет 0,3 … 50 Гц, а амплитуда колебаний 1 … 25 мм. Существует множество схем возбуждения колебательных режимов электродвигателей без механических преобразователей [1], но наиболее предпочтительным в условиях АПК является использование разночастотного питания [2]. Для преобразования поступательного движения ЛАД в колебательное движение решета одна статорная обмотка трехфазного ЛАД подключается непосредственно к сети, а две другие, включенные последовательно, соединяются с преобразователем частоты, напряжение на выходе которого имеет частоту, отличную от частоты сети. При данном способе включения трехфазного ЛАД происходит непрерывное изменение сдвига фаз между двумя напряжениями питания, обуславливаемое различными величинами периодов питающих напряжений. Поле в рабочем зазоре при этом меняется от кругового до пульсирующего с изменением чередования фаз, что приводит к появлению периодически меняющегося электромагнитного усилия ЛАД. Частота изменения электромагнитного усилия, а, следовательно, и скорости вторичного элемента ЛАД определяется абсолютной разностью частот: напряжения сети переменного тока и напряжения на выходе однофазного частотного преобразователя.

Данный способ создания колебательного движения иллюстрируется графиками зависимости электромагнитного усилия $F_{эм}$ и скорости v ЛАД мощностью 0,09 кВт на рис.1. Данные зависимости получены в результате решения математической модели ЛАД, записанной в двухфазной системе координат и изложенной в [3]. В модели учтены краевые эффекты, дискретность токовой нагрузки индуктора, конструкция обмотки и питание от источника напряжения, а также принимаются допущения, общепринятые для одномерной модели ЛАД. Из графиков видно, что при снижении

частоты напряжения питания в одной из фаз, при неизменной частоте в другой появляется знакопеременное электромагнитное усилие $F_{эм}$ и скорость v. С увеличением частоты колебаний характерно увеличение амплитуды $F_{эм}$ и уменьшение v.

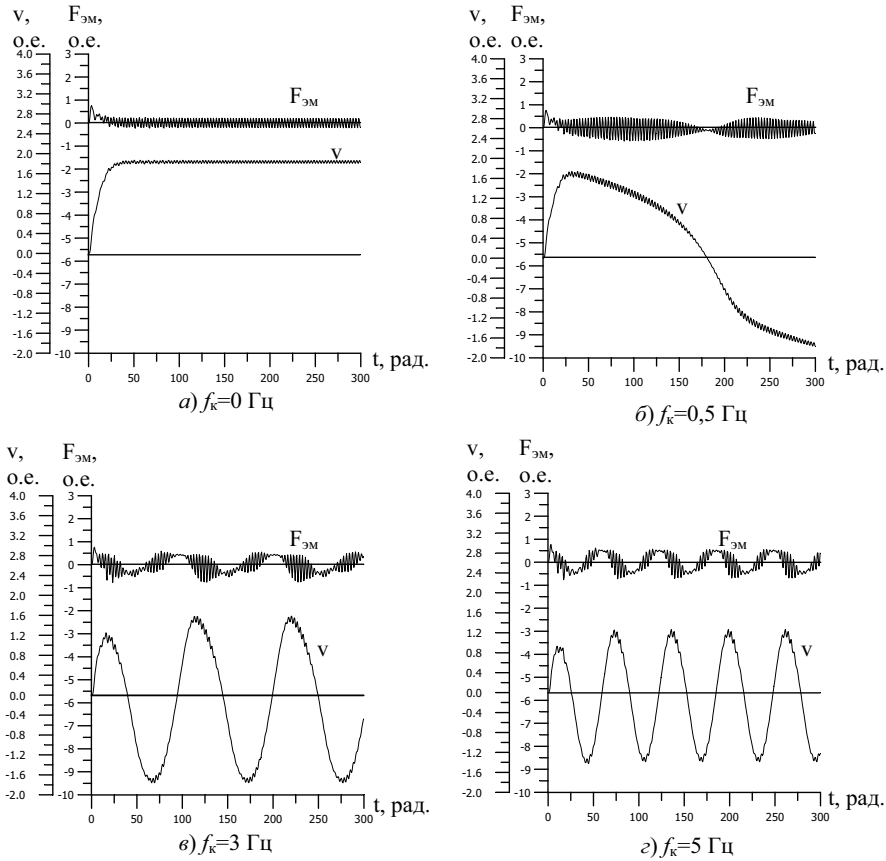

Рис. 1. Зависимость $F_{эм}$, v = f(t)

Практическая реализация рассмотренного способа возбуждения колебательного режима может быть в конструкции зерноочистительной машины, вибрационного сита, установки для мойки деталей и узлов, вибротранспортёра.

Для создания колебательного движения решета зерноочистительной машины одна обмотка трехфазного ЛАД подключается к сети, а две другие, включенные последовательно, соединяются с преобразователем частоты, напряжение на выходе которого имеет частоту, отличную от частоты сети. Частота изменения усилия ЛАД и скорости (*v*) вторичного элемента ЛАД определяется абсолютной разностью частот питающих напряжений [1]:

$$\omega_к = |\omega_1 - \omega_2|, \qquad (1)$$

где $\omega_к$ – частота изменения величины усилия ЛАД;

ω_1 – частота напряжения сети переменного тока;

ω_2 – частота напряжения на выходе однофазного частотного преобразователя.

На рис. 2,*а*,*б*,*в* представлены конструкции ВЭМС на базе ЛАД модульной конструкции для привода плоского решета зерноочистительной машины. Модули ЛАД работают согласно (1) в колебательном режиме.

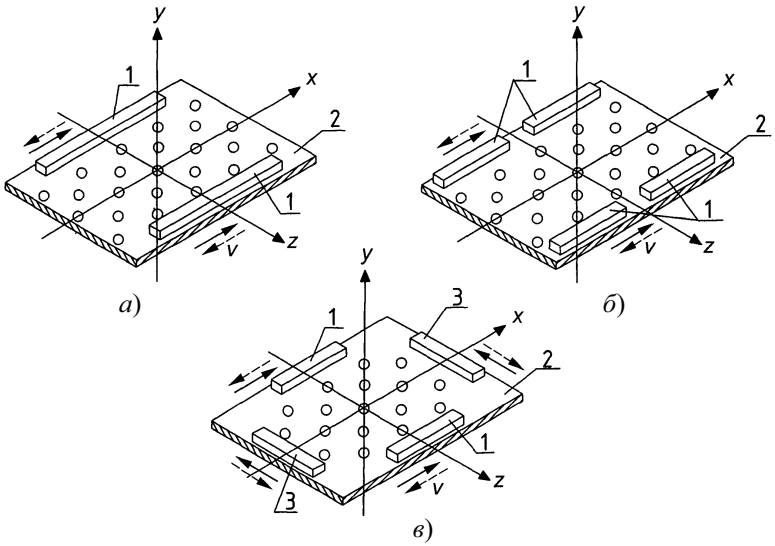

Рис. 2. Конструкции ВЭМС на базе ЛАД:
1, 3 – модуль индуктора ЛАД, 2 – решето

На рис. 2,*а* решето 2 совершает колебательное движение в горизонтальной плоскости вдоль оси *x*. Для симметричного движения решета модули индуктора 1 ЛАД располагаются симметрично по краям решета вдоль плоскости движения.

На рис. 2,*б* решето 2 совершает колебательное движение в горизонтальной плоскости вдоль оси *x*. При этом на каждой стороне решета 2 вдоль плоскости движения располагаются по два модуля индуктора 1 ЛАД. Модулей на каждой стороне решета может быть больше чем два. Это дает возможность при необходимости ступенчато снижать мощность когда зерноочистительная машина загружена частично. Снижение мощности ЛАД в этом режиме позволяет повышать КПД и коэффициент мощности.

На рис. 2,*в* решето 2 совершает круговое возвратно-вращательное движение в горизонтальной плоскости. Для организации данного вида движения применяются четыре модуля индуктора ЛАД. Два модуля индуктора 1 ЛАД приводят в движение решето 2 в направлении "вперед-назад" вдоль оси *x*, а два модуля индуктора 3 ЛАД – в направлении "влево -вправо" вдоль оси *z*.

При этом необходимо управлять работой модулей индуктора 1 и 3 таким образом, чтобы в начальный момент времени модули 1 продвинули решето вперед, а в следующий момент времени модули 3 продвинули решето влево. Далее модули 1 ЛАД продвигают решето в направлении назад, а в следующий момент времени модули 3 ЛАД продвигают решето вправо. Этим завершается полный цикл движения решета, который повторяется необходимое количество раз. Задержка во времени между работой модулей индуктора 1 и 3 ЛАД реализуется схемой управления.

В данных конструкциях имеется возможность подобрать такую частоту и скорость колебаний рабочего органа сельскохозяйственной машины, которые

обеспечат оптимальное соотношение производительности и качества производимой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разночастотного питания линейного асинхронного двигателя в электроприводе зерноочистительной машины позволяет получить колебательное движение решета без преобразователя движения. Применение модульных конструкций линейного асинхронного двигателя обеспечивает ступенчатое регулирование мощности зерноочистительной машины, оптимальные траекторию движения решета, производительность и качество.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Луковников В.И. Электропривод колебательного движения. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с., ил.
[2]. Мамедов Ф.А., Беспалов В.Я., Резниченко В.Ю., Малиновский А.Е. Асинхронный двигатель в "синусном" режиме. – Минск: Энергетика. №5. 1977. – 57 с., ил.
[3]. Литвин В.И. Теория сложных электромеханических процессов и пути совершенствования работы асинхронных двигателей сельскохозяйственных машин. Дис. докт. техн. наук. – М.: 2001.

Для контактов:

1. Доктор технических наук Литвин Валерий Иванович, профессор кафедры электрооборудования и автоматики, Российский государственный аграрный заочный университет, Тел.: +7 (495) 521-51-65, e-mail: vlitvin@mail.cnt.ru
2. Доктор технических наук Мамедов Фуад Алиевич, профессор кафедры электрооборудования и автоматики, Российский государственный аграрный заочный университет, Тел.: +7 (495) 521-48-81, e-mail: prof-mamedov@yandex.ru
3. Кандидат технических наук Сафонов Александр Сергеевич, доцент кафедры электрических машин, Московский государственный открытый университет, Тел.: +7 (495) 682-84-18, e-mail: safonovmgou@rambler.ru

Докладът е рецензиран.