

УДК 658.14+621.975

И. Я. ШЕСТАКОВ, Е. Н. ФИСЕНКО

*Сибирский государственный аэрокосмический университет
им. академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия*

ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ПРИВОДОВ ВИБРОСТЕНДОВ

Рассматривается применение линейных электродинамических двигателей для приводов вибростендов. Показаны преимущества электродинамического способа по сравнению с иными методами возбуждения вибраций.

Ключевые слова: линейный электродинамический двигатель, вибростенд, частота, амплитуда.

В настоящее время наибольшее распространение получили механические центробежные вибростенды с приводом от традиционных электродвигателей вращения. Обычно такие стенды имеют узкий диапазон частот (не выше 100 Гц), длинные кинематические цепи и сложные устройства регулирования ускорения. Например, современная отечественная вибрационная механическая установка 12 МВ 100/196–1 имеет в своей конструкции более двадцати шестерен. Несмотря на свою сложность, механические стенды не могут воспроизводить вибрацию со случайными характеристиками и используются для испытаний устройств и аппаратуры, к надежности которых не предъявляется особо жестких требований.

Высокое быстродействие обусловило применение в испытательных вибростендах для возбуждения колебаний звукового и инфразвукового диапазона (5–20000 Гц) линейных электродинамических двигателей [1]. Электродинамические испытательные вибростенды позволяют реализовать широкий диапазон частот и амплитуд сил (до 500 кН). Используя специальное оборудование, в том числе замкнутую систему управления, на них можно осуществить все основные режимы виброиспытаний. Все это предопределяет их преимущества по сравнению с иным аналогичным оборудованием (таблица 1).

Большое разнообразие задач, решаемых с помощью вибрационных стендов электродинамического типа, а также противоречивость отдельных требований не позволяет создать универсальную конструкцию и приводит к появлению особо сложных уникальных и дорогих стендов, вплоть до использования обмоток электродинамической машины, работающих в режиме сверхпроводимости, что позволяет значительно увеличить индукцию в рабочем зазоре и плотность тока в обмотке якоря. Однако для массовых изделий достаточно виброиспытаний средней степени сложности, производимых в настоящее время на механических вибрационных стендах. С другой сторо-

ны, наличие линейного электродинамического двигателя позволяет воспроизвести широкий диапазон частот колебаний, амплитуды вынужденной силы, гармонические и случайные вибрации, что невозможно получить на механических стендах.

Таблица 1 – Способы возбуждения вибраций

Способ возбуждения вибрации	Возможность воспроизведения								Характеристика вибрации	
	диапазона частот, Гц				амплитуды гармонической вынуждающей силы, кН					
	до 10	от 10 до 100	от 100 до 1000	свыше 1000	до 0,1	от 0,1 до 1,0	от 1,0 до 10	свыше 10	гармоническая	случайная
Электродинамический	+	++	++	++	++	++	++	+	++	++
Электромагнитный	+	++	–	–	++	++	+	–	+	–
Механический	++	++	–	–	++	++	+	–	+	–
Гидроэлектрический	+	++	–	–	++	++	++	+	+	–
Гидромеханический	++	+	–	–	++	++	++	+	+	–
Пьезоэлектрический	–	–	–	++	++	–	–	–	++	–

++ достижимо для распространенных конструкций вибростендов и систем управления;
+ достижимо для отдельных конструкций;
– недостижимо.

Группой ученых Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева разработана серия линейных электродинамических машин, которая включает более сорока тысяч моделей [2–5]. Одна базовая модель из каждого типоразмера позволяет получить разные технические характеристики вибрационного стенда за счет системы управления и применения схемы компоновки установки. С целью создания максимально простых и доступных вибростендов разработана конструктивная схема с простейшей механической подвеской стола [6]. Использование такой схемы позволяет при минимальных затратах проводить несложные испытания бытовой радиоаппаратуры и других изделий.

Характеристики механической установки 12 МВ 100/196–1 могут быть достигнуты на базе ЛЭДД 2Л250L, причем масса такого стенда не превысит 500 кг, в отличие от установки 12 МВ 100/196–1, масса которой 700 кг.

Таким образом, можно выделить следующие важнейшие преимущества вибростендов на базе линейных электродинамических двигателей по сравнению с иным аналогичным оборудованием:

- 1) большие амплитуды вынуждающей силы;
- 2) широкий частотный диапазон испытаний;

- 3) малый коэффициент нелинейных искажений;
- 4) строгая направленность создаваемой вибрации;
- 5) воспроизведение вибрации различного типа (гармонической, случайной, по заданной программе).

Эти достоинства особенно важны для испытаний авиационной и космической техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Шестаков, И. Я.** Линейные электродинамические двигатели. Конструирование. Практическое использование : [моногр.] / И. Я. Шестаков, А. И. Стрюк, А. А. Фадеев. – Красноярск : СибГАУ, 2011. – 148 с.

2 **Способ управления работой электродинамического молота:** пат. № 2062168 Рос. Федерации, МПК В 21J 7/30, В 21 В 26/14 / А. И. Стрюк, С. А. Безъязыков, И. Я. Шестаков, О. Л. Шелковский; заявители А. И. Стрюк, С. А. Безъязыков, И. Я. Шестаков, О. Л. Шелковский. – 9303141406; заявл. 06.06.1993; опубл. 20.06.96. – 6 с.

3 **Стрюк, А. И.** Установка электрообработки с линейным электродинамическим двигателем / А. И. Стрюк, И. Я. Шестаков // Вестник СибГАУ. – 2006. – № 3 (10). – С. 65–67.

4 **Электромагнитный молот:** А. с. № 544495 СССР, М. Кл. В 21J 7/30, В 21D 26/14 / Н. Н. Васильев, В. П. Вяткин, Е. И. Пучков; заявл. 17.04.1974; опубл. 30.01.1977. – 2 с.

5 **Шестаков, И. Я.** Особенности работы электродинамического молота / И. Я. Шестаков, Е. Н. Фисенко, И. А. Ремизов // Вестник СибГАУ. – 2014. – № 2 (54). – С. 85–88.

6 **Электродинамический привод подачи инструмента:** пат. № 2274525 Рос. Федерации, МПК В 23 Н 7/30 / А. И. Стрюк, И. Я. Шестаков, А. А. Фадеев. – № 2004128716/02; заявл. 27.09.2004; опубл. 20.04.2006. – 5 с.

I. Y. SHESTAKOV, E. N. FISENKO

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

LINEAR ELECTRODYNAMIC MOTORS FOR VIBRATION TABLES ACTUATORS

The application of the linear electrodynamic motors for vibrotables drives is considered. There are shown the advantages of the electrodynamic way compared to linear electromagnetic actuators.

Получено 09.04.2016