

Электромеханический вибростенд: создание новой установки



В интересное время мы живем: оно заставляет инициативных и творческих людей в промышленности активно действовать и развиваться, иногда даже по принципу: нет нужного оборудования – разработаем и сделаем сами. В статье представлен электромеханический вибростенд, разработанный компанией «Универсал Прибор» под требования заказчика.

ООО НПФ «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург

Возможно, не всем известно, что практически любое изделие, которым мы пользуемся, проходит испытание на вибропрочность. Опытный образец закрепляют на столе вибрационной установки и с помощью разных режимов (синусоидальная вибрация, случайная широкополосная вибрация и т.д.) проверяют его способность сохранять свою функциональность и характеристики после воздействия вибрации.

Для каждого изделия предусмотрены свои режимы: для одного будет достаточно ускорения от 2 до 4 g, другому необходимо выдержать 100 g. Для этого требуется разное оборудование: например, если нужно провести испытание с большим усилием, используются электродинамические вибростенды. Сегодня на рынке представлен большой выбор электродинамических вибростендов, обеспечивающих ускорение до 100 g с частотой в диапазоне от 5 до 5000 Гц.

Это сложное и многофункциональное оборудование изготавливают разные производители, однако стоит оно зачастую дорого именно в силу своей сложности и многофункциональности. Получается, что заказчик может оказаться в невыгодной ситуации: имея потребность, например, в частотах не более 100 Гц и ускорении

до 10 g, он вынужден оплачивать все возможности электродинамического стенда, которыми никогда не воспользуется. Как же найти решение, которое полностью окупит себя?

Коллектив компании «Универсал Прибор», который давно и плодотворно работает в области поставок высокотехнологичного оборудования для оснащения радиоэлектронных и приборостроительных предприятий, всегда руководствуется принципом: «Есть задача – найдем решение». В этой компании любят нестандартные задачи и подходят к их решению творчески. Итак, один из постоянных заказчиков попросил поставить для виброиспытаний установку, в которой на образец весом 120 кг оказывалось бы усилие в 7 g в диапазоне частот от 20 до 30 Гц.

У этого заказчика на предприятии имелись установки, на которых в принципе можно было бы провести данное испытание. Однако существовал ряд требований, ограничивающих их применение:

- ▶ новое оборудование предназначалось для новой площадки, которая не была оснащена вибродинамическими стендами;
- ▶ нужен был стол определенного размера: не менее 1000 мм в ширину и 1000 мм в длину;

▶ при этом оборудование требовалось компактное, оно не должно было занимать много места;

▶ надо было уместиться в очень ограниченный бюджет;

▶ требовался вибростол только российского производства.

«Универсал Прибор» поставляет вибрационное оборудование уже 20 лет, и его специалистам было ясно, что классический вибростенд не отвечает задачам заказчика, надо поставлять электромеханический вибростенд. Но какой выбрать? Ведь немецкие и китайские производители не подходят по последнему из перечисленных условий, а российского оборудования такого типа на рынке нет.

Специалисты компании «Универсал Прибор», которые имеют многолетний опыт не только в поставках, но и в разработке оборудования, приняли решение создать такой стенд самостоятельно. Ситуация усложнялась тем, что раньше компания изготавливала климатические камеры, и конструирование электромеханического стенда стало для нее новым направлением деятельности. Тем не менее заказчик отреагировал на эту идею с энтузиазмом и во время работы над опытным образцом оказывал всестороннюю поддержку.

Инженеры компании «Универсал Прибор», исходя из теории механики,

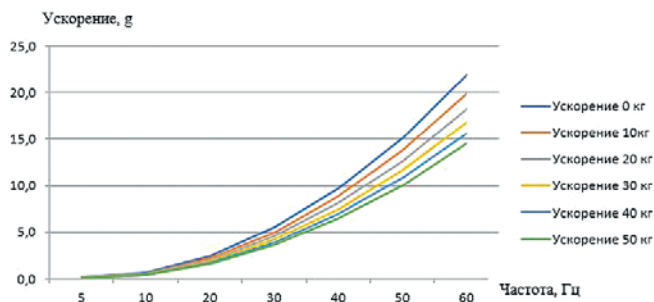


Рис. 1. График зависимости ускорения вибростола от частоты вращения вибромоторов при разных массах испытуемого образца

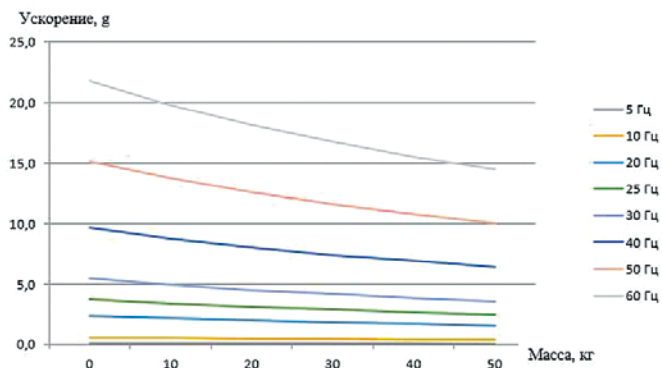


Рис. 2. График зависимости ускорения вибростола от массы изделия при разных частотах вращения вибромоторов

остановили выбор на возвратно-поступательном движении вибростола. По формуле для вычисления амплитуды ускорения они определили, что необходимо регулировать перемещение вибростола и частоту колебаний. Для этого были выбраны вибраторы с дисбалансами.

Амплитуда ускорения вычисляется по формуле:

$$A = \frac{(2 \times \pi \times F)^2 \times d}{g},$$

где A – амплитуда ускорения вибростола (g),

F – частота вращения вибромоторов (Гц, об/с),

d – амплитуда перемещения (м),

g – гравитационная постоянная (9,80665 м/с²);

Чтобы регулировать частоту колебания стола или частоту вращения вибромоторов, был установлен частотный преобразователь. Вращение роторов вибромоторов с установленными на них дисбалансами осуществляется во встречном направлении. При совмещении дисбалансов создается максимальная вибрация. Изменяя угол соотношения между дисбалансами для каждого вибромотора, можно регулировать величину перемещения стола. Перемещение может быть вычислено по формуле:

$$d = \frac{10 \times n \times M_{ст}}{m_{и} + m_{с} + n \times m_{в}},$$

где d – амплитуда перемещения вибростола (мм),

$m_{и}$ – масса установленного изделия (кг),

$m_{с}$ – масса стола (кг),

$m_{в}$ – масса вибромотора (кг),

n – количество установленных вибромоторов,

$M_{ст}$ – статический момент вибромотора (кг·см).

Регулируя перемещение с помощью дисбалансов и частоты вращения вибромоторов, можно регулировать ускорение вибростола. При этом важно помнить, что амплитуда колебаний рабочего стола зависит от массы установленного объекта испытаний и положения дисбалансов на вибромоторах (рис. 1, 2).

У новой установки была своя конструктивная особенность: вибромоторы крепились напрямую к столу, с обратной стороны, без использования переходных муфт и ременных передач (рис. 3). Это позволило обеспечить максимально точную передачу вибрации на стол. Были установлены два вибромотора российского производства.

Практика показала, что расчетной массы рамы для установки стола и вибромоторов недостаточно для стабильной работы вибростенда, поэтому массу рамы пришлось увеличить в 1,5 раза.

На раме были установлены виброизоляционные опоры, что позволило заказчику обойтись без строительства специального фундамента. Более того, благодаря тому что вес установки в целом оказался небольшим, ее смогли разместить на втором этаже здания лаборатории.

Стол вибростенда, разработанный по требованиям заказчика, имел сеть отверстий для установки уже существующей оснастки (рис. 4). Это позволило сократить сроки его ввода в эксплуатацию и быстрее начать работать на частотах до 100 Гц.

Для электромеханического вибростенда была разработана система управления, реализующая несколько режимов работы:

- ▶ на фиксированных частотах;
- ▶ с качанием частоты (синусоидальная вибрация);
- ▶ многошаговая программируемая вибрация на фиксированных частотах.

Настройка и мониторинг работы осуществляются с помощью сенсорной панели оператора. Установлен-



Рис. 3. Электромеханический вибростенд: крепление вибромоторов напрямую к столу



Рис. 4. Стол вибростенда

Первичная аттестация вибростенда по ГОСТ РВ 008-0002-2013, позволяющая подтвердить все заявленные характеристики, была проведена на месте его эксплуатации. Результаты аттестации показали полное соответствие нового оборудования требованиям заказчика и военной приемки. Таким образом, НПП «Универсал Прибор» не только удачно реализовало проект, но и разработало новинку для рынка испытательного оборудования. Теперь новый электромеханический вибростенд представлен в ассортименте компании.

ООО НПП «Универсал Прибор» продолжает работу над линейкой своих электродинамических стендов. В настоящее время их максимальная грузоподъемность достигает 1000 кг, а размеры стола – 2000 × 2000 мм.

ное на панели оператора программное обеспечение автоматически вычисляет угол, на который требуется установить дисбалансы для получения необходимого перемещения.

Разработчики включили в комплект поставки виброметр, прошедший первичную поверку в качестве средства измерения. Этот многофункциональный прибор позволяет

заказчику записывать результаты испытаний для согласования с представителями МО РФ, а также проведение элементарного анализа.

Для вибростенда была составлена документация в соответствии с ГОСТ: руководство по эксплуатации, формуляр, электрическая схема, сертификат соответствия, программа и методика первичной аттестации.

К. О. Федосеенко,
ООО НПП «Универсал Прибор»,
г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 334-5566,
e-mail: pribor@pribor.ru,
сайт: www.pribor.ru

HEAT & ELECTRO MACHINERY

Международная выставка оборудования для промышленности и теплоэнергоснабжения гражданских объектов и предприятий различных отраслей

24–26.10.2023

ЦВК «Экспоцентр», Москва

Итоги выставки 2022 года:

4 864 целевых посетителя

120 участников из России, Республики Беларусь, Киргизии, Ирана, Китая

10 отраслевых мероприятий деловой программы



Забронируйте стенд на главной отраслевой выставке

machinery-fair.ru

GA GEFERA MEDIA