

# Отечественные электромеханические вибростенды серии ВЭМ: имитация транспортировочной тряски



В статье рассказано о вибрационном оборудовании, предназначенном для воспроизведения нагрузок, характерных для тряски при транспортировке. Электромеханический стенд серии ВЭМ был разработан для нужд конкретного предприятия. Он позволяет тестировать изготавливаемые изделия на устойчивость к таким нагрузкам и, в случае недостаточной устойчивости, принимать своевременные меры.

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

Производство развивается в условиях жесткой конкуренции, где требования к качеству и надежности изделий постоянно растут. Товар должен быть доставлен в целости и сохранности, независимо от сложности логистики. При этом именно этап транспортировки часто становится самым непредсказуемым и рискованным: вибрации, тряска, удары и перегрузки способны нанести ущерб даже прочным изделиям.

Многим знакома ситуация, когда заказанная посылка приезжает поврежденной. Но если для частного лица это лишь неприятность, то для предприятия выпуск партии изделий, не выдержавших транспортировку, может привести к серьезным убыткам, срывам контрактов и потере репутации. Поэтому сегодня недостаточно изготовить исправный продукт, необ-

ходимо убедиться, что он без проблем переживет дорогу. Чтобы минимизировать риски и заранее выявить потенциальные слабые места продукции, производители все чаще проводят собственные испытания на устойчивость к транспортировочным нагрузкам.

## Что подразумевается под испытаниями на транспортировку

Испытания на вибрацию при транспортировке моделируют типичные механические воздействия, среди которых:

- небольшие ускорения порядка  $2 \text{ g}$  ( $\approx 19,6 \text{ м/с}^2$ );
- колебания с частотой около 20–30 Гц;
- увеличенные масса и габариты изделия за счет упаковки.

Такие параметры позволяют еще на этапе производства выявить слабые

места конструкции или упаковки, оптимизировать защиту изделия и предотвратить возможные повреждения во время отправки.

Смоделировать реальные условия транспортировки в контролируемой и безопасной среде позволяют испытательные вибростенды. Они дают возможность заранее воспроизвести те нагрузки, которым изделие будет подвергаться в пути, и оценить его готовность к перевозке. ООО НПП «Универсал Прибор» разрабатывает и производит электромеханические вибростенды серии ВЭМ, предназначенные для:

- проверки работоспособности изделий при вибрационных нагрузках;
- повышения надежности и срока службы изделия;
- определения предела прочности конструкций;
- снижения количества брака;
- обеспечения стабильного качества.

## Случай из практики: брак при перемещении между цехами

На одном из предприятий возникла проблема: изделия, успешно прошедшие тестирование в цехе А, прибывали в цех Б уже в неисправ-

Таблица 1. Ключевые технические характеристики ВЭМ

Параметр	Значение
Диапазон ускорения, g	0,15–30 (до 300 м/с <sup>2</sup> )
Диапазон частот, Гц	5–100
Грузоподъемность, кг	От 1000 и выше
Габариты стола, мм	До 4000 × 6000 и более



Рис. 1. Электромеханический вибростенд серии ВЭМ повышенной мощности

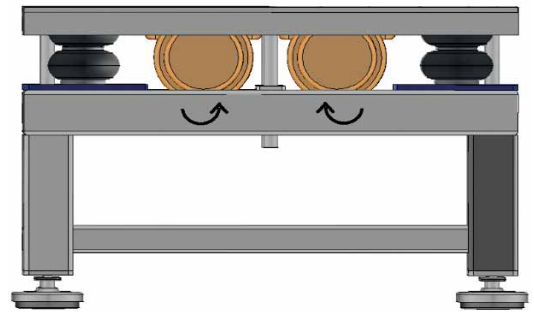


Рис. 2. Направление вращения вибраторов

ном, нерабочем состоянии. То есть огромное количество брака возникало из-за перемещения изделий из цеха в цех. По этой причине терялось много времени на возврат изделия обратно в цех А, где осуществляли его ремонт, а затем — в цех Б уже в исправном состоянии. И только после всех этих манипуляций можно было приступить к доработке изделия. Зачастую повторные перевозки не гарантировали работоспособности изделия после транспортировки.

Чтобы минимизировать затраты времени, было решено проводить вибрационное тестирование до транспортировки. Изделие было очень габаритным и имело достаточно большой вес, что сильно сужало выбор испытательного оборудования. Готовый электродинамический вибростенд может стоить сотню миллионов рублей, что было бы слишком затратно для предприятия, поэтому было принято решение изготовить собственный электромеханический вибростенд с увеличенной мощностью.

Для выполнения поставленных задач был разработан электромеханический вибростенд серии ВЭМ повышенной мощности (рис. 1), специально адаптированный под требуемые транспортные нагрузки. Конструкция стенда была усилена и оптимизиро-

вана таким образом, чтобы эффективно работать с крупногабаритными и тяжелыми изделиями, сохраняя при этом стабильность параметров вибрации. В основе установки — 8 высокочастотных вибромоторов, которые работают в такт друг с другом, выталкивая массу в 1 т с ускорением 2 g на частоте 25 Гц. Такая установка обошлась заказчику в 14 раз дешевле, чем электродинамический вибростенд. Вибростендам серии ВЭМ не требуются усилитель мощности, дорогостоящая система управления и вентиляторы охлаждения.

Комплектация ВЭМ включила в себя: сам вибростенд ВЭМ, шкаф управления, компрессор для подкачки пневмоподушек и виброметр для измерения вибрации.

#### Как работает ВЭМ

Принцип работы ВЭМ основан на придании столу возвратно-поступательного движения, создаваемого закрепленными на столе вибраторами. На вибростенде устанавливается два вибромотора. Вращение роторов двигателей с установленными на них дисбалансами должно быть встречным: вибромотор № 1 имеет вращение против часовой стрелки, вибромотор № 2 — по часовой стрелке (рис. 2). Только в данном случае было исполь-

зовано 8 вибромоторов, так как мощности двух не хватило бы для проведения испытания.

#### Регулировка моторов

За счет изменения угла соотношения между дисбалансами для каждого вибромотора можно регулировать величину перемещения стола. Для безопасности работы и равномерности создаваемой вибрации необходимо, чтобы углы дисбалансов были одинаковыми с обеих сторон и на обоих вибромоторах (рис. 3).

При максимальном угле между дисбалансами они будут расположены на противоположных сторонах и не будут создавать вибрации. При совмещении дисбалансов создаваемый момент будет максимальным и будет создаваться максимальная вибрация.

Регулировка перемещения с помощью дисбалансов и частоты вращения вибромоторов позволяет регулировать ускорение. Важно понимать, что амплитуда колебаний рабочего стола зависит от массы установленного объекта испытаний и положения дисбалансов на вибромоторах. Вибростенд с установленной массой может достигать больших ускорений на высоких частотах, но ограничен по ускорению на низких частотах (рис. 4).

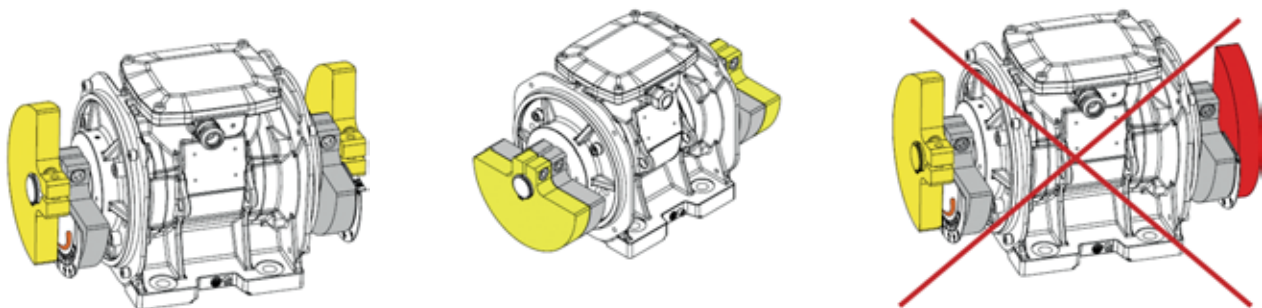


Рис. 3. Для безопасности работы и равномерности создаваемой вибрации необходимо, чтобы углы дисбалансов были одинаковыми с обеих сторон вибромотора

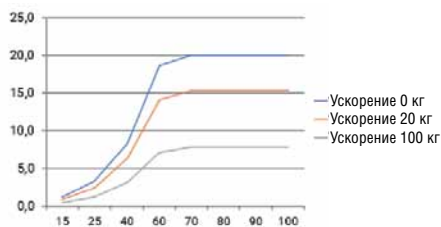


Рис. 4. Зависимость ускорения от частоты при разных массах

Для электромеханического вибростенда также существует ограничение по максимальному усилию:

$$F = m \cdot a,$$

где  $F$  – максимальное усилие вибростенда (Н);  $m$  – подвижная масса стола и изделия;  $a$  – ускорение на вибростенде ( $m/c^2$ ).

#### Управление и безопасность

Вибростенд оснащен современным шкафом управления (рис. 5) на базе оборудования Siemens. Функциональные возможности:

- ▶ сенсорная панель управления с интуитивно понятным интерфейсом;
- ▶ автоматический расчет требуемого угла дисбаланса;
- ▶ возможность задания параметров вибрации в различных единицах:
  - ускорение (g);
  - перемещение (мм).

Система поддерживает подключение к ПК и оснащена промышленными сетевыми интерфейсами Ethernet Cat и Ethernet IP. Для повышения



а



б

Рис. 5. Оснащение вибростенда ВЭМ: а – выносная панель (общий вид и интерфейсы); б – шкаф управления и вибростол

безопасности оператора предусмотрена выносная панель управления, позволяющая запускать и контролировать испытания из отдельного помещения, что исключает необходимость находиться рядом с работающим оборудованием.

ВЭМ выполняет режимы:

- ▶ работа на фиксированных частотах;
- ▶ синусоидальная вибрация;
- ▶ многошаговая программируемая вибрация на фиксированных частотах.

Рабочую поверхность стола можно адаптировать под любую оснастку и тип крепежа. Оборудование проходит как гражданскую, так и военную аттестацию, что подтверждает его соответствие строгим отраслевым стандартам.

В результате внедрения вибростенда серии ВЭМ количество поломок при перемещении на предприятия

сократилось до 1%, исчезли возвраты и простои, сократились затраты на ремонт и логистику.

#### Заключение

Испытания на транспортную тряску становятся частью современного производственного процесса, поскольку позволяют выявить потенциальные проблемы еще до отправки изделия заказчику. Моделирование реальных транспортировочных воздействий – вибраций, ударов, перегрузок – дает производителям возможность заранее укрепить конструкцию и снизить риск повреждений.

ООО НПП «Универсал Прибор»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 334-5566,  
эл. почта: pribor@pribor.ru,  
сайт: pribor.ru



#### ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- БИРЖА ПОСТАВЩИКОВ

16+

14-16 АПРЕЛЯ 2026

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»  
Петербургское шоссе, 64

РЕКЛАМА