

Полученные результаты тестирования респондента могут служить обоснованием выбора шкалы и интерпретации результатов, при нахож-

УДК 620.179.14

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ НА СТОЙКОСТЬ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВНЕШНИМ ФАКТОРАМ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИБРАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Русак И.И.

*Белорусский государственный институт метрологии  
Минск, Республика Беларусь*

**Влияние вибрационных нагрузок на технику и технические устройства.** Причиной возникновения вибрационных нагрузок являются условия эксплуатации изделий, их транспортировка и конструкция. Избежать механических колебаний на практике почти нельзя, так как они обусловлены динамическими явлениями, сопровождающимися присутствием допусков, зазоров и поверхностных контактов отдельных деталей машин и механизмов. Даже механические колебания с малой амплитудой часто вызывают резонансные колебания других элементов конструкций, усиливаются и становятся важным источником вибрации и шума.

Основным критерием успеха разработки конструкций технических устройств, относящейся к медицинской аппаратуре, средствам измерения, устройствам бытового либо промышленного назначения, является анализ воздействия вибрационных нагрузок различного уровня.

Разработчики должны учитывать то, что их продукция в течение срока службы, так или иначе будет подвергаться воздействию вибрации. Отказы неудачно разработанных конструкций снижают доверие потребителя к изготовителю и его продукции. Что в свою очередь снижает конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

С течением времени проанализировано и собрано огромное количество информации и данных по вибрационным воздействиям. Как результат на сегодняшний день существуют сотни ТНПА, которые общим либо частным образом рассматривают и регламентируют вопросы вибропрочности и виброустойчивости технических средств. В основу этих ТНПА заложены уровни воздействий, которые необходимо передать на технические устройства. Основной задачей испытательной лаборатории является воспроизведение этих уровней и условий. Решением этой задачи является использование вибрационных испытательных систем.

### **Состав и устройство вибрационной измерительной системы**

Важнейшими компонентами вибрационной испытательной системы являются:

дени латентных переменных (например - качество объекта).

- вибростенд;
- усилитель;
- контроллер;
- акселерометр.

По принципу работы сам вибростенд похож на громкоговоритель, у которого движение катушки происходит в результате взаимодействия двух магнитных полей: переменного и постоянного. Переменное магнитное поле наводится протекающим по катушке током. Постоянное поле создается постоянным магнитом в небольших вибростендах или электромагнитом в больших вибростендах.

Назначение усилителя — подвести необходимую мощность к подвижной катушке вибростенда в виде напряжения и тока. Чем больше требуемая скорость движения обмотки, тем больше нужно напряжение. Чем больше требуемая сила или ускорение, тем больше нужен ток.

Основным отличием вибрационной испытательной системы от механических или электродинамических вибростендов с ручным либо полуавтоматическим управлением является наличие контроллера.

Задача контроллера — следить за тем, чтобы сигнал, получаемый с акселерометра, соответствовал сигналу, запрограммированному в контроллере, другими словами, нагружение испытываемого образца должно соответствовать заданным режимам испытаний. Режимы испытаний вводятся в контроллер оператором. Контроллер сравнивает выходной сигнал акселерометра с табличным значением и вносит коррекцию, чтобы оба сигнала стали равными. Система работает как система с обратной связью.

Завершающим звеном системы является акселерометр, который служит для преобразования ударного и вибрационного ускорения в точку контроля в электрический сигнал. Этот сигнал и обрабатывает контроллер для внесения необходимых корректировок в цепь усиления.

### **Метод испытания синусоидальным сигналом**

Одним из самых распространенных методов проведения испытаний является метод испытания синусоидальным сигналом. При этом виде

испытаний сигнал управления вибростендом имеет форму синусоиды, частота которой изменяется по времени.

Уровень или амплитуда сигнала может задаваться в виде ускорения, скорости или перемещения.

Существует однозначная математическая зависимость между этими величинами. Если известны любые два параметра из четырех, другие два можно определить.

#### **Метод испытания сигналом случайного характера**

Случайный сигнал, используемый в вибрационных испытаниях, имеет непрерывный спектр с амплитудой, варьирующейся в соответствии с гауссовым распределением. Внутри заданного частотного диапазона должны присутствовать все амплитуды, но на практике усилители и генераторы вносят в этот диапазон ограничения.

#### **Метод испытания ударным воздействием**

Степень жесткости и форма ударного импульса, воздействующего на образец, по возможности должны определяться внешними условиями, которым образец подвергается в процессе эксплуатации и транспортирования. Но, поскольку образцы зачастую подвергаются ударам различной амплитуды, имеющим сложный и случайный характер, параметры и методы испытаний стандартизованы.

#### **Определение параметров вибрационной испытательной системы**

Главная задача вибрационной системы заключается в создании определенных и воспроизводимых механических колебаний, передаче их объекту испытаний, а также в имитации реальных условий вибрации, создании переменных напряжений в объекте испытаний для выявления скрытых дефектов, изучении свойств испытываемой конструкции. Поэтому генератор колебаний — вибростенд — должен обеспечивать колебательные движения с малыми искажениями и иметь перемещение, скорость и ускорение, покрывающих большую часть требований по проведению испытаний в пределах создаваемой толкающей силы.

При определении параметров вибрационной испытательной системы необходимо учитывать, что возможности системы должны быть на 20–30 % больше, чем необходимо. Не существует одной универсальной вибрационной системы. Поэтому любая лаборатория при постановке задачи обеспечения виброиспытаний, должна оценить

основное направление и тип изделий, которые будут испытываться, и будет ли услуга пользоваться спросом.

#### **Испытательные возможности НИЦИСИиТ**

НИЦИСИиТ БелГИМ оснащен вибрационной испытательной системой V830 производства фирмы "Brüel & Kjær", Дания. Система позволяет проводить исследования влияния механических факторов, условий транспортирования на образцы техники. Обеспечивает широкий диапазон воспроизведения и высокую точность поддержания механических факторов для определения влияния на метрологические характеристики СИ и их устойчивость к таким воздействиям.

#### **Построение алгоритмов испытаний на базе программного**

##### **Обеспечения Shaker Control 8.0092**

Программное обеспечение Shaker Control 8.0092 испытательной системы V830 позволяет проектировать модели проведения испытаний на устойчивость к механическим нагрузкам, проводить анализ производимых воздействий, а также отслеживать отклики испытываемых изделий на передаваемую им нагрузку. При первом знакомстве с данным программным обеспечением возникает множество вопросов по задаваемым параметрам, отработки данных в системе защиты и безопасности, формированию модели вибрационных испытаний. Для обучения каждого сотрудника испытательной лаборатории могут быть затрачены большие временные и финансовые средства. Испытательная система V830 вместе с программным обеспечением Shaker Control 8.0092 предоставляет возможность создания алгоритмов испытаний и сохранения их на жесткий диск в виде отдельных файлов. Это позволяет испытательному центру минимизировать время на обучение персонала работе с вибрационной системой, минимизация рисков изменения критических параметров вибрационной системы, снижение временных затрат на подготовку и проведение виброиспытаний.

Применение в испытательной лаборатории вибрационной системы позволяет проводить исследования влияния механических факторов, условий транспортирования на образцы техники. Использование предустановленных алгоритмов испытаний позволяет снизить риски связанные с человеческим фактором при настройке вибрационной системы, сократить время подготовки к испытаниям и увеличить пропускную способность лаборатории.