

Анализ данных сличений при измерении ускорений

Х.Моек, ПТБ, Германия

Hartmut.Moeck@ptb.de

При ключевых сличениях в области измерений ускорений при вибрации и ударе акселерометры (АСМ) используются как эталоны-сравнения. Пьезоэлектрический АСМ является электромеханическим датчиком, который генерирует электрический сигнал, соответствующий вибрации на входе. Электрический сигнал прямо пропорционален ускорению АСМ в ограниченном частотном и динамическом диапазонах. Чувствительность датчика определяется как отношение электрического выхода АСМ к механическому входу. АСМ циркулирует между лабораториями, и в каждой лаборатории проводят его калибровку. Полученные значения чувствительности являются величинами, которые следует сравнивать.

Чувствительности определяются при синусоидальных ускорениях с фиксированными амплитудами в некотором диапазоне частот, например, от 100 Гц до 10 кГц. Зависимость чувствительности от частоты $S(f)$ в диапазоне от 100 Гц до 10 кГц может быть представлена в виде

$$S(f) = \frac{S_0}{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2} G_f, \quad (1)$$

где f – обозначает частоту, S_0 – неизвестную чувствительность при нулевой частоте, f_0 – неизвестную резонансную частоту, G_f – известные поправочные коэффициенты для датчика, используемого в качестве эталона сравнения.

Обычно при сличениях анализ данных калибровки акселерометров выполняется как независимый анализ данных для каждой частоты. Например, для того, чтобы вычислить опорное значение на определенной частоте рассматриваются только измерения, выполненные на этой частоте.

В качестве альтернативного подхода предлагается подход, основанный на использовании физической модели (1). В этом подходе неизвестные параметры S_0 , f_0 соотношения (1) определяются с использованием данных всех лабораторий для всех частот с использованием взвешенного метода наименьших квадратов. Соответствие модели данным должно быть проверено. Если модель согласуется с данными, она может быть использована для вычисления опорных значений на любой частоте. Поскольку используется больше информации по сравнению с традиционным анализом, в частности

соотношение (1), то неопределенности опорных значений уменьшаются в результате применения этого способа. Предлагаемый подход может рассматриваться как расширение подхода, использующего взвешенное среднее, при наличии физической модели, описывающей зависимость чувствительности в некотором диапазоне частот.

В докладе предлагается анализ, основанный на использовании модели. Содержится определение опорной кривой, включая оценивание ее неопределенности. Далее вычисляются неопределенности отклонения отдельных измерений от опорной кривой. В заключении применение предлагаемого подхода иллюстрируется на примере данных калибровки, полученных при региональных ключевых сличениях.