

Ю.Г. Задорожный /к.т.н./
 ООО "Пьезосенсор" (Чернигов, Украина)

ВИБРОМЕТРЫ С ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИЕЙ АЧХ

Розглянута задача зниження погрешності виміру віброприскорення за рахунок цифрової корекції амплітудно-частотної характеристики віброметра.

Рассмотрена задача снижения погрешности измерения виброускорения за счет цифровой коррекции амплитудно-частотной характеристики виброметра.

The considered problem of the reduction to inaccuracy of the measurement acceleration to account of the digital correction amplitude-frequency feature of vibrometer.

На украинском рынке для контроля параметров вибропреобразователей со встроеной электронной схемой (с возбуждением линии связи по току или по напряжению) наибольшее распространение получили комплекты контрольной аппаратуры, выпускаемые фирмой "Bruel & Kjaer". Стоимость одного комплекта значительна, а украинские производители не изготавливают подобного рода аппаратуру. Поэтому существует необходимость в разработке контрольной виброаппаратуры с точностью измерения не уступающей мировым аналогам.

При проведении измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) контрольный и контролируемый вибропреобразователи устанавливаются на вибростенде и механически закрепляются друг с другом – "спина к спине" [1,2]. Подается синусоидальная вибрация заданной величины, и производится измерение уровня электрического сигнала от вибропреобразователя. При этом имеются значительные методические погрешности, связанные с особенностями

калибровки, установки датчиков на вибростенд, наличия боковой составляющей вибростенда, величины шума канала измерения вибросигнала, неточности настройки электрических фильтров и др. Наибольший вклад при измерении АЧХ в суммарную погрешность калибровки вносит работа электрических фильтров верхних и нижних частот. Практически все аналоговые фильтры верхних и нижних частот имеют нелинейность в измерительном диапазоне порядка нескольких процентов и образуют "волны" на уровне $\pm (3 \dots 10) \%$ вблизи точки перегиба АЧХ. Исходная АЧХ виброметров УС-093 и УСТ-096 (без цифровой коррекции) (ООО "Пьезосенсор") имеет пики в измерительном диапазоне от 10 до 1000 Гц (см. рисунок 1 -□-).

Это не позволяет провести измерения с достаточной точностью во всем частотном диапазоне и приводит к необходимости задавать максимальную точность измерения только на базовой частоте. Максимальная погрешность измерения на базовой частоте для промышленных вибро-

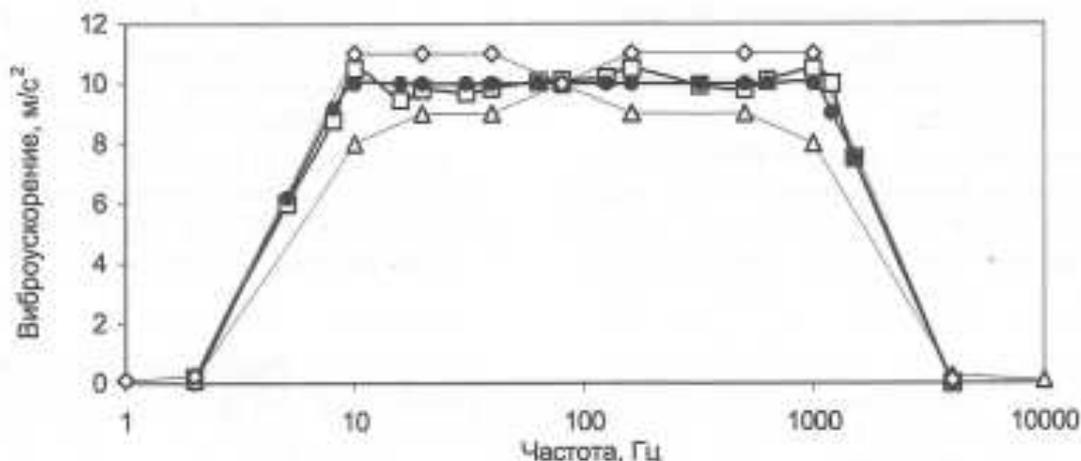


Рисунок 1 – Амплитудно-частотные характеристики виброметра:

-◇-, -△- – границы АЧХ виброизмерительного канала в соответствии с ГОСТ (базовая частота 80 Гц) [3]; -□- – АЧХ виброметра без цифровой коррекции; -●- – АЧХ виброметра с цифровой коррекцией

преобразователей как правило не превышает $\pm 10\%$. На краях частотного диапазона погрешность измерения может достигать $- 20\%$. (см. рисунок 1). Эти особенности погрешности измерения заданы в требованиях ГОСТ [3].

Для калибровки вибропреобразователей с необходимой точностью, был разработан контрольный комплект виброаппаратуры в составе виброметра УС-093 вибропреобразователя ВПИ-094 и виброметра УСТ-096.

Комплект оборудования для измерения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и амплитудной характеристики (АХ) в соответствии с нормативной документацией [4] включает в себя вибростенд, подключенный к генератору через усилитель, контрольный канал измерения вибрации и измерительный виброметр. Контрольный канал измерения вибрации включает вибропреобразователь ВПИ-094 и виброметр УС-093. Измерительный виброметр УСТ-096, измеряющий величину электрического сигнала от вибропреобразователя (см. рисунок 2).

Калибруемый вибропреобразователь с электронной схемой типа ВПЭ (2) устанавливается на поверхности контрольного вибропреобразователя (1) и закрепляется винтами.

От генератора Р4 через усилитель Р3 на вибростенд 3 подается синусоидальная вибрация на фиксированной частоте. Значения частоты задаются из ГОСТ [3,4]. Величина вибрации контролируется по контрольному каналу и задается равной 10 м/с^2 . После чего контролируется синусоидальность сигнала и производится измерения значения сигнала с помощью виброметра Р2, рисунок 2.

Виброметр УС-093 предназначен для измерения и контроля параметров вибрации (виброскорости и виброускорения) в комплекте с пьезоэлектрическим вибропреобразователем ВПИ-094, а виброметр УСТ-096 в комплекте соответственно с вибропреобразователями со встроенной электроникой типа ВПЭ-077 и типа ВПЭ-102. Функциональные схемы виброметров УС-093 и УСТ-096 представлены на рисунке 4.

В виброметрах электрический сигнал, поступающий от вибропреобразователя, усиливается, интегрируется (в режиме измерения виброскорости), фильтруется, преобразуется из сигнала переменного тока в сигнал среднеквадратичного сигнала (СКЗ), и далее поступает на контроллер, в котором происходит цифровая коррекция АЧХ фильтра и датчика (ВПИ-094). Цифровая коррекция производится в двух режимах измерения: "по виброускорению" и "по виброскорости". На индикаторе в цифровом виде отображается информация об измеренном уровне виброускорения в м/с^2 или виброскорости в мм/с (в зависи-

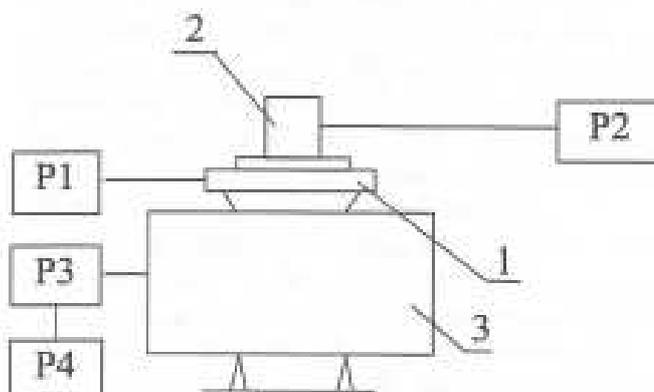


Рисунок 2 – Схема калибровки вибропреобразователей типа ВПЭ:

- 1 – контрольный вибропреобразователь ВПИ-094; 2 – контролируемый вибропреобразователь ВПЭ; 3 – вибростенд; Р1 – виброметр УС-093; Р2 – виброметр УСТ-096; Р3 – усилитель; Р4 – генератор



Рисунок 3 – Внешний вид виброметров УС-093 и УСТ-096 (слева) и вибростенда с размещенными эталонным и калибруемым вибропреобразователями (справа)