

АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ (ВА) СИГНАЛОВ

Камолиддинов Ойбек Отабек угли

Аннотация: В работе рассматривается аппаратура для исследования виброакустических (ВА) сигналов, возникающих в процессе механической обработки. Для измерения вибраций используется пьезоэлектрический акселерометр, основанный на эффекте преобразования механических колебаний в электрический сигнал.

Ключевые слова: виброакустические сигналы, пьезоэлектрический акселерометр, вибрации, измерение, обработка, колебания, шум, помехи, станок, частотный диапазон.

Вибрации в зоне обработки измеряются с помощью пьезоэлектрического акселерометра. Устройство для регистрации вибрационных процессов должно качественно записывать информацию из зоны обработки и надежно закрепляться на упругой системе станка. Устройство акселерометра, основанного на использовании пьезоэлектрического эффекта. Пьезоэлектрический акселерометр работает в широком диапазоне частот (от нескольких Гц до 50 кГц с учетом нелинейного диапазона) в зависимости от габаритов. Он преобразует в электрический сигнал колебательное ускорение поверхности, на которой он установлен. При установке необходимо учитывать, что существует не только полезный сигнал в зоне обработки, но и присутствуют помехи от работы других механизмов (например, шумы от работы приводов, насосов и т. п.). Таким образом, надо стремиться, чтобы отношение амплитуды полезного сигнала к амплитуде помех было наибольшим.

Пьезоэлектрический эффект заключается в том, что при приложении механической силы на поверхности пьезоэлектрического кристалла с двумя типами атомов генерируется электрический заряд, и наоборот, при приложении заряда создается сила (обратный пьезоэффект). Под действием поверхностной вибрации корпус акселерометра испытывает виброускорение. Инертная масса согласно закону Ньютона ($F = ma$) давит на пьезоэлемент с силой, пропорциональной его ускорению. Сила вызывает пропорциональное смещение на поверхности пьезоэлектрического кристалла, образуя соответствующий заряд.

На рис. 1 представлена схема акселерометра.

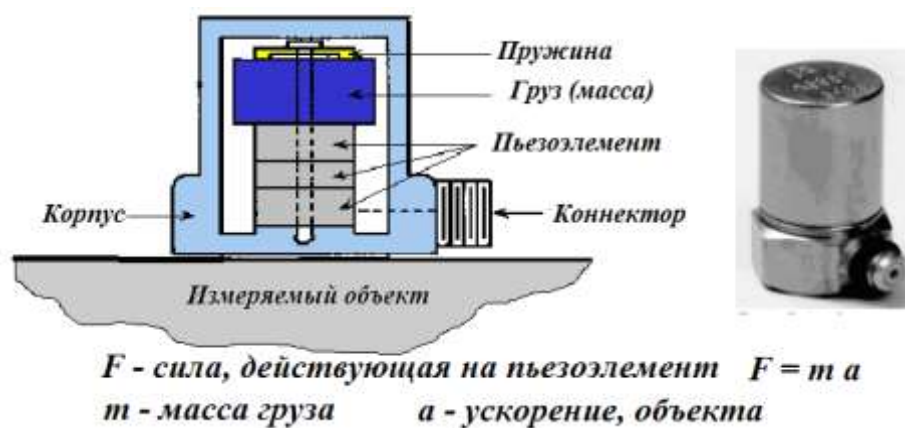


Рис. 1 Схема пьезоэлектрического акселерометра и его внешний вид.

В виброакустической диагностике часто используется понятие амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). АЧХ — это зависимость коэффициента передачи в канале наблюдения от частоты входного воздействия. Если в качестве входного сигнала используется силовое воздействие, а в качестве выходного сигнала — амплитуда виброускорения (как на выходе акселерометра), то коэффициент передачи определяется как отношение амплитуд виброускорения и силы для определенной частоты. Содержание коэффициента передачи может меняться, если на входе и выходе контролировать другие параметры. Часто в качестве выходного сигнала исследователей интересует виброскорость или виброперемещение. В этом случае выходной сигнал с акселерометра интегрируется один или два раза. Однако процедура интегрирования может быть связана с ухудшением качества сигнала. Лучше пользоваться изначальным сигналом, снимаемым с акселерометра. Для расширения информационных возможностей сигналов вибраций их анализируют не только во временной области, но и в частотной. Для этого используются методики спектрального анализа.

Канал наблюдения виброакустических сигналов.

Для проведения исследований акселерометр устанавливается на объекте с помощью магнита. Для уменьшения наводок на сигнал его надо сразу усилить. Это функцию выполняют предусилители. Они могут устанавливаться непосредственно на акселерометр или отдельно, но на минимальном расстоянии. Дальше сигнал может передаваться на значительные расстояния в несколько метров. Затем сигнал поступает на усилитель, где подбирается усиление, необходимое для регистрации на компьютере. Для записи на компьютер сигнал оцифровывается с помощью АЦП, после чего записывается в память компьютера для дальнейшего анализа. Сигналы с акселерометра после усиления подаются

на АЦП и записываются в память компьютера. Частота опроса сигналов в АЦП зависит от возможностей АЦП и требуемого диапазона частотного анализа. В зависимости от решаемых задач организуют один или несколько каналов, которые формируются с помощью многоканальной аппаратуры или набора одноканальных усилителей. На рис. 2 показана схема организации 2х каналов регистрации ВА сигналов с акселерометрами. На рисунке показано, что один акселерометр установлен со стороны инструмента (резец, долбяк), другой акселерометр установлен со стороны заготовки. При токарной обработке акселерометр удобнее ставить со стороны резца, поскольку он не вращается. При точении использовался один канал наблюдения ВА сигналов, акселерометр ставился на резцедержке. Для регистрации траектории движения вершины резца устанавливали на самом резце два или три акселерометра, но в работу эти эксперименты не включили. При ударном микрофрезеровании один акселерометр ставили на заготовку, другой на механизм крепления фрезы.

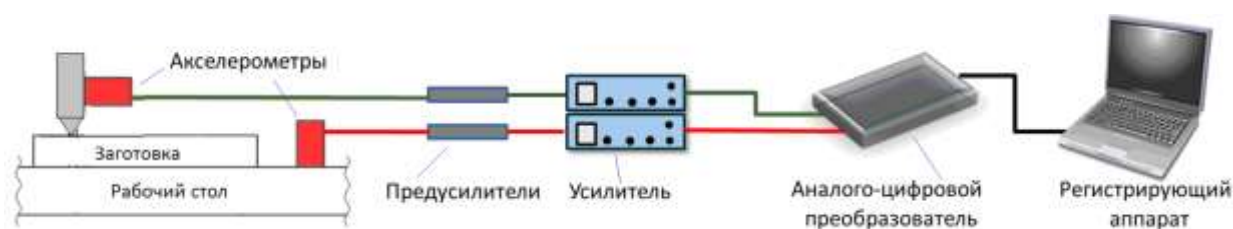


Рис. 2 Схема соединения исследовательской аппаратуры.

На рис. 3 показаны фотографии применявшихся в экспериментах предусилителей, усилителей и АЦП.

**а****б****в**

Рис. 3 Аппаратура для контроля виброакустических сигналов: а – предусилители МК101; б – измерители шума и вибраций ВШВ-003; в – АЦП Е-440

После обработки резанием исследовали шероховатость поверхности образца на профилографе-профилометре «Талисерф» (рис.4).



Рис. 4 Профилограф-профилометр «Талисерф».

Список литературы:

1. Белов Н.А. Виброакустические методы контроля в машиностроении. — М.: Машиностроение, 2018.
2. Пьезоэлектрические датчики вибраций: принципы работы и применение // Контроль и диагностика, №4, 2020.
3. Сидоров А.В. Основы измерительной техники: датчики, приборы, методы обработки сигналов. — СПб.: Питер, 2019.
4. Иванов И.П., Кузнецов В.Г. Вибрации и шумы технологического оборудования. — М.: Академия, 2017.
5. ГОСТ 24346-80. Датчики вибрации. Общие технические требования.