

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ  
АМПЛИТУДЫ ВИБРАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ  
ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РУЧНЫХ МАШИН  
УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ  
УСТАНОВКАХ**

А. В. ТРИХАНОВ, И. Г. СМЫШЛЯЕВА, Н. И. САБЛИН, В. М. РАЗИН

(Представлена семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Виброизоляция оператора от пневматического молотка в настоящее время — это проблема № 1 среди всех проблем, связанных с проектированием и эксплуатацией этих молотков. Поэтому во многих научно-исследовательских организациях, высших учебных заведениях, на специализированных заводах, в производственных организациях усиленно ведутся работы по 1) разработке молотков с пониженной вибрацией, 2) контролю характеристик вибрации молотков в процессе их эксплуатации.

Эти работы значительно сдерживаются из-за отсутствия надлежащих виброизмерительных приборов. Существующие методы фиксирования и обработки измерений амплитуды вибрации пневматических (и электромагнитных) молотков связаны в лучшем случае с использованием различного рода электрических датчиков, многошлейфовых осциллографов и фотоаппаратуры. Эти методы не отличаются высокой точностью, предполагают затрату значительного количества времени и обслуживающего персонала.

В настоящее время рядом организаций ведутся работы по созданию специальных виброизмерительных устройств, отличающихся необходимой точностью и высоким быстродействием.

В Томском политехническом институте в результате многолетних исследований по пневматическим молоткам Томского электромеханического завода и электромагнитным молоткам, разработанным в институте, как на экспериментальных стендах, оснащенных различного рода измерительной аппаратурой, так и на электронных моделирующих установках, возникла идея автоматизировать определение и последующую обработку результатов измерений одного из основных показателей вибрации — амплитуды вибрации.

По установленной методике амплитуда  $A$  вибрации корпуса молотка определяется как среднее арифметическое значение отходов корпуса  $x_i'''$  и  $x_i''$   $n$  колебаний (рис. 1).

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i''' + x_i''}{2}, \quad (1)$$

где

$$x_i''' = x_i - x'_{i-1}, \quad x_i'' = x_i - x'_i.$$

С помощью существующих приборов можно произвести только замеры ординат  $x_i$  и  $x'_i$  или снять диаграмму вибрации. В обоих случаях требуется проделать затем массу вычислений, суммируя и умножая ординаты. Последующая обработка диаграмм и вычисление результатов занимает очень много времени при исследованиях. Поэтому естественным является постановка вопроса об автоматизации вычислений.

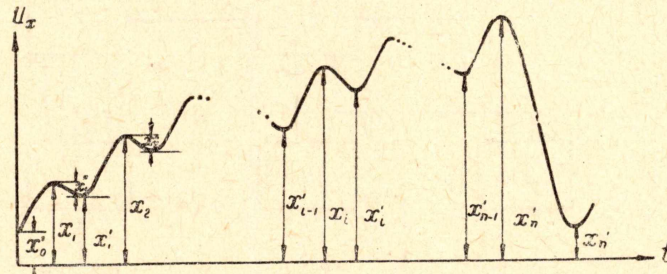


Рис. 1. Диаграмма вибрации корпуса молотка.

На основании выражения (1) разработан алгоритм получения средней двойной амплитуды вибрации за  $n$  колебаний.

Он имеет вид

$$A = \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (x_i - x'_i) - \frac{x'_0 - x_n}{2} \right\}. \quad (2)$$

Входящие в это выражение величины пояснены на рис. 1. Величиной  $\frac{x'_0 - x_n}{2}$  можно пренебречь, так как в установившемся режиме ординаты  $x_0$  и  $x_n$  либо равны, либо отличаются на незначительную величину. Тогда выражение (2) переписется в следующем виде:

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x'_i). \quad (3)$$

В соответствии с (3) необходимо произвести замеры ординат  $x_i$  и  $x'_i$ , суммирование их за  $n$  колебаний с одновременным изменением знака у  $x'_i$ , умножение суммы на  $\frac{1}{n}$  и регистрацию результатов.

Так как частота вибрации на электронной моделирующей машине составляет доли герца, то все перечисленные функции могут быть выполнены с помощью устройств постоянного тока, использующихся в вычислительной технике. Однако вариант такого прибора получается слишком громоздким и сложным. Наиболее удобным оказался путь использования элементов дискретной техники, тем более, что в этом случае за основу может быть взят электронный цифровой печатающий вольтметр типа ЭЦПВ-1 [1] с некоторой его модернизацией.

Блок-схема устройства для вычисления амплитуды вибрации на электронной моделирующей машине представлена на рис. 2.

Умножение величины  $U_x$ , соответствующей  $x$  в молотке, на  $\frac{1}{n}$  производится с помощью блока постоянных коэффициентов в модели. Блоки 1, 3, 4, 2, 5 входят в состав ЭЦПВ. Первые три блока из них исполь-

зуются без изменения, блоки 2,5 изменены, а блоки 6,7 — дополнительные.

В соответствии с диаграммой, представленной на рис. 3, работа схемы может быть описана следующим образом, Ординаты  $U_x$  и  $U'_x$ , которые необходимо измерить, соответствуют точкам перехода через

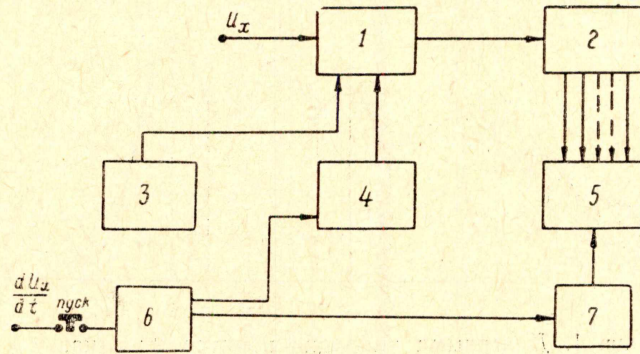


Рис. 2. Блок-схема автоматического измерителя амплитуды вибрации.

нуль производной  $\frac{dU_x}{dt}$ . Эта величина имеется на выходе одного из блоков машины, поскольку она участвует в моделировании. С выхода нуль-фиксатора, которым является несимметричный триггер, импульсы, соответствующие точкам перехода через нуль производной  $\frac{dU_x}{dt}$

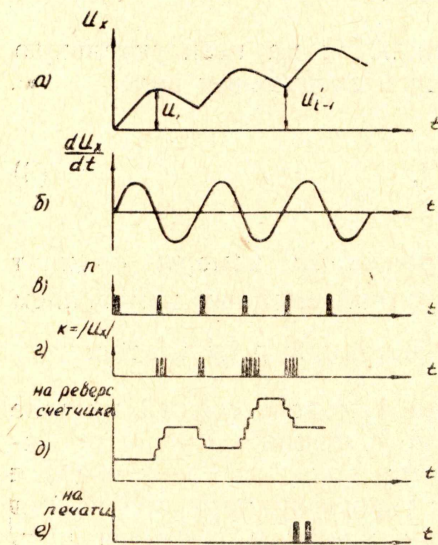


Рис. 3. Временная диаграмма работы автоматического измерителя амплитуды вибрации: а) измеряемая кривая напряжения; б) производная от кривой напряжения по времени; в) срабатывание триггера в переходах кривой через нуль; г) преобразование напряжения в количество импульсов; д) работа реверсивного счетчика; е) работа печатающего устройства.

(рис. 3, в), поступают на пусковую схему 4, сигнал с которой запускает блок отсечки интервала времени 1 на время, пропорциональное значению  $U_x$  в данной точке (рис. 3, г). За время, пока блок отсечки открыт, импульсы с генератора частоты 3 поступают на реверсивный десятичный счетчик 2. Таким образом получается, что число импульсов, прошедших на счетчик, пропорционально величине напряжения в измеряемой точке.

Реверсивный счетчик, выполненный по одной из известных схем [2], используется как арифметическое устройство, производящее в прямом направлении суммирование импульсов, поступающих на вход, а в обратном — вычитание (рис. 3, д). Результат, полученный по прохождении  $n$  колебаний, отпечатывается на печатающей приставке 5 электронного цифрового вольтметра. Разрешение на печать подается с пересчетной схемы 7 каждым  $n$  импульсом с нуль-фиксатора 6.

Включение прибора для измерения производится нажатием кнопки «пуск», замыкающей входную цепь нуль-фиксатора.

Использование прибора для измерения амплитуды вибрации на электронных моделирующих машинах сократит время обработки виброграмм. Принцип этого прибора может быть использован для испытаний молотков на стендах и при периодической проверке их вибрационных характеристик в процессе эксплуатации в производственных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный цифровой печатающий вольтметр — ЭЦПВ-1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
2. П. И. Павленко. Счетно-импульсный хронометр. Физматгиз, 1963.