

УДК 006.91

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НОРМИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

К. т. н. М. В. Ядрова, Е. Д. Поперека, д. т. н. В. Л. Костенко

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
popereka2013.prof@mail.ru

Рассмотрена модель виброизмерительного пьезоэлектрического преобразователя и его измерительной цепи, состоящей из усилителя заряда и интегратора. Получена и исследована амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) пьезоэлектрического преобразователя с усилителем и АЧХ устройства на выходе интегратора. Результаты исследования могут иметь практическое применение при разработке комплекса контроля санитарно-гигиенических факторов производственной сферы.

Ключевые слова: модель, пьезопреобразователь, усилитель, интегратор, вибрация.

В производственной сфере виброизмерения являются составляющей частью определения санитарно-гигиенических норм, при этом возникает необходимость в разработке эффективного подхода к использованию виброизмерительных пьезопреобразователей для контроля воздействия общей вибрации на человека.

Общая вибрация может вызывать дискомфорт или раздражение, влиять на производительность труда человека или представлять опасность здоровью и безопасности. Эти факторы определяют повышенные требования к качеству измерительных вибропреобразователей.

Целью работы является улучшение характеристик пьезопреобразователя и его измерительной цепи путем исследования процессов, происходящих в данном устройстве, и оптимизации его параметров.

Для измерения виброускорения и виброскорости выбран виброизмерительный пьезоэлектрический преобразователь ДН-4-М1, работающий в диапазоне частот до 12600 Гц, измеряющий виброускорение от 0,003 до 1000 м/с², коэффициент преобразования — $1 \pm 0,06$ мВ/(м·с⁻²). Пьезоакселерометр используется для преобразования механических колебаний в электрические, пропорциональные ускорению колеблющегося объекта. Данное устройство имеет характеристики, соответствующие виброизмерителям для определения санитарно-гигиенических норм производственной сферы [1], и может быть использовано в составе системы контроля на базе модернизированного стенда «Дельфин-1М».

Проведено компьютерное моделирование пьезоакселерометра и его измерительной цепи с целью исследования процессов, происходящих в данном устройстве, оптимизации параметров и улучшения его характеристик.

На рис. 1 представлена модель виброизмерительного пьезоэлектрического преобразователя и его измерительной цепи, состоящей из усилителя заряда и интегратора.

Модель пьезопреобразователя можно представить в виде параллельно соединенных источника переменного напряжения V_1 , конденсатора C_2 и цепочки последовательно соединенных элементов L_1 , R_1 , C_1 , отражающих динамические свойства пьезоэлемента. Величина этих элементов определяется параметрами реального пьезопреобразователя.

Для усиления сигнала пьезопреобразователя используется усилитель заряда с высоким входным импедансом. Усилитель построен на основе операционного усилителя U_{1A} , высокое входное сопротивление отражено на модели резистором R_2 . При измерении виброскорости электрические сигналы, пропорциональные виброускорению, преобразуются интегрирующим устройством, собранным на основе операционного усилителя U_{2A} .

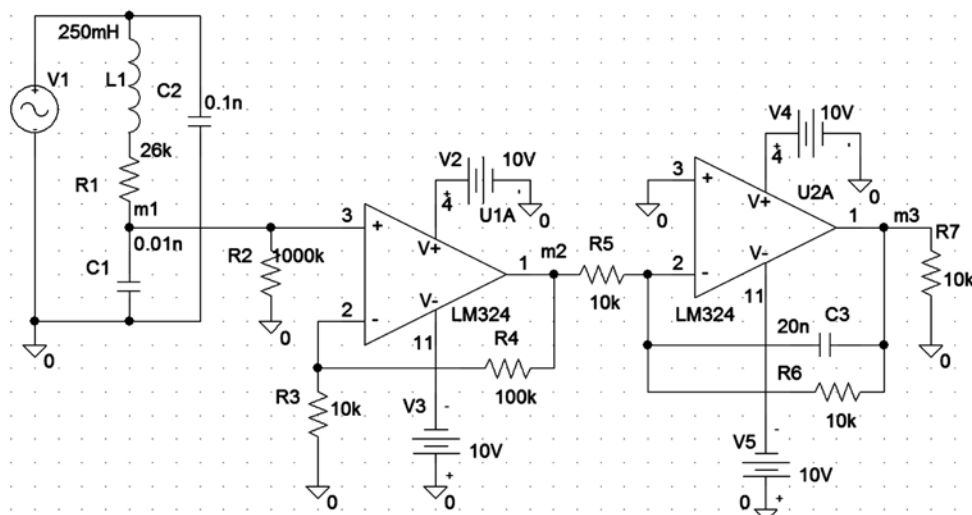


Рис. 1. Модель пьезоэлектрического преобразователя с усилителем и интегратором

Получена и исследована амплитудно-частотная характеристика пьезоэлектрического преобразователя с усилителем (рис. 2, а). Резонансные свойства пьезопреобразователя, использованного в данном устройстве, проявляются на частоте 100 кГц, т. е. линейность характеристики обеспечена в диапазоне частот до 12600 Гц, уровень выходного напряжения – 3 В достаточен для дальнейших преобразований.

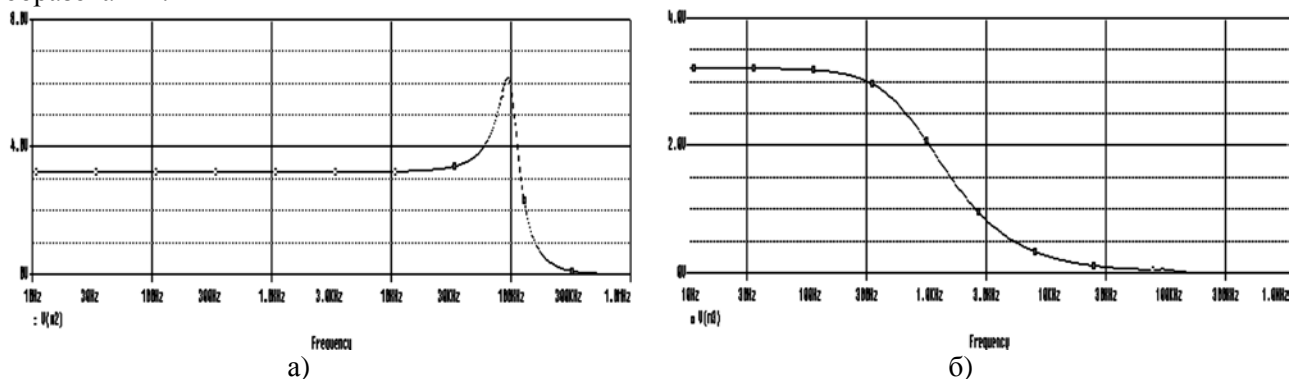


Рис. 2. Результаты компьютерного моделирования: АЧХ пьезоэлектрического преобразователя с усилителем (а) и АЧХ устройства на выходе интегратора (б)

Получена и исследована амплитудно-частотная характеристика устройства на выходе интегратора (рис. 2, б). Элементы интегратора C_3 , R_5 , R_6 обеспечивают 0 дБ на частоте 16 Гц и спад характеристики 7 дБ на октаву, что соответствует требованиям к измерителю виброскорости в составе комплекса контроля санитарно-гигиенических факторов производственной сферы.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

M. V. Yadrova, E. D. Popereka, V. L. Kostenko

Modeling of the measuring piezoelectric transducer control system of the normalized parameters of vibration.

The authors consider a model of vibro-measurement of the piezoelectric transducer and its measuring circuit, consisting of a charge amplifier and integrator. The amplitude-frequency characteristic of the piezoelectric transducer with an amplifier and the amplitude-frequency characteristic of the device at the output of the integrator are obtained and investigated. The results of the research may have practical application in the development of complex control of the sanitary-hygienic factors of production sphere.

Keywords: *model, piezoelectric transducer, amplifier, integrator, vibration.*