

СРЕДСТВО ЭКСПРЕСС – КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ

Богданов Н.Г., Иванов Б.Р., Савельев С.Н.

Россия, Орел, Академия ФАПСи, E-mail: s_saveljev@mail.ru, nic_506@orel.ru

Для оценки прочности железобетонных изделий и эксплуатируемых зданий необходим контроль характеристик конструкций, находящихся под нагрузкой в процессе их эксплуатации, что позволяет предотвратить нежелательные чрезвычайные ситуации и сохранить жизнь людей. Такой контроль практически не проводится из-за отсутствия переносных приборов с автономным питанием. В связи с этим разработан малогабаритный автоматизированный прибор контроля прочностных параметров строительных конструкций, содержащий два датчика вибрации и блок обработки данных с представлением результатов контроля на жидкокристаллическом индикаторном табло. Такой виброметр позволяет производить экспресс-контроль прочности железобетонных балок и перекрытий строительных конструкций и сравнительный контроль жесткости, максимального прогиба, трещиностойкости и прочности строительных конструкций балочного типа на стадии их производства и в процессе эксплуатации.

Принцип работы прибора основан измерении основной резонансной частоты f_p механических колебаний строительных конструкций посредством цифрового измерения длительности периода колебаний T_p и вычисления отношения

$$f_p = \frac{1}{T_p} \quad (1)$$

Для получения результатов контроля прочностных параметров в виброметре автоматически производится вычисление относительного максимального прогиба W_0 (в мм) конструкции балочного типа по расчетной формуле прогиба эталонной конструкции:

$$W_0 = W_{0Э} \frac{P_W m_{Э} f_{0Э}^2}{P_{WЭ} m f_0^2} \quad (2)$$

Исходные данные: максимальный прогиб эталонной конструкции $W_{0Э}$, мм;

контрольные нагрузки эталонной и контролируемой конструкций $P_{WЭ}$ и P_W , кН/м;

погонные массы контролируемой и эталонной конструкций m и $m_{Э}$, кг/м;

резонансные частоты колебаний контролируемой и эталонной конструкций f_0 и $f_{0Э}$, Гц, вводятся и хранятся в памяти контроллера, а величины f_0 , $f_{0Э}$ и $W_{0Э}$ определяются экспериментально и вводятся в память контроллера по результатам предварительных измерений контролируемых величин.

Виброметр автоматически вычисляет:

- жесткость железобетонных изделий;
- трещиностойкость по нагрузке, при которой появляются трещины в конструкциях первой категории по трещиностойкости;
- трещиностойкость по нагрузке, при которой появляются трещины в конструкциях второй категории по трещиностойкости;
- прочность под нагрузкой, при которой деформации изгиба продолжают нарастать после выдержки конструкции под нагрузкой не менее 30 минут.

Для выполнения требований по чувствительности и диапазону измерения в качестве датчиков вибрации используются интегральные акселерометры типа ADXL202, из выходных сигналов которых формируются импульсы, относительная длительность которых пропорциональна ускорению. Такой тип выхода обеспечивает повышенную помехоустойчивость, передачу сигнала по одной линии и прием его любым микроконтроллером, имеющим таймер, без дополнительного аналого – цифрового преобразования.

Для помехоустойчивого контроля вибрации с малой амплитудой в схеме виброметра реализуется перемножение аналоговых сигналов, поступающих с двух акселерометров, фильтрация

полученного произведения и формирование выходных импульсов резонансной частоты. Дальнейшая обработка которых заключается в вычислении требуемых функциональных зависимостей, и производится в микропроцессорном блоке обработки данных с энергонезависимой памятью.

Понижение тактовой частоты КМОП микропроцессора до 32 кГц позволяет реализовать малогабаритный прибор с потребляемой мощностью не более 20 мВт, что обеспечивает долговременную работу прибора на одном элементе питания. При разработке использованы современные технологические и схемотехнические решения, что позволило реализовать прибор в корпусе переносного малогабаритного мультиметра с индикатором на жидких кристаллах. Прибор обладает интерфейсом связи RS-232 с ПЭВМ, что позволяет производить дальнейшую обработку и анализ измерительной информации с помощью специализированных программ обработки сигналов в масштабе реального времени. Применение разработанного устройства позволяет снизить погрешность измерений контролируемых параметров испытываемых изделий до одного процента, что вполне допустимо для оценки прочности строительных конструкций.

Аналогичный принцип цифровой обработки целесообразно при строительстве объектов повышенной ответственности, в которые можно сразу закладывать вибродатчики на соответствующие железобетонные конструкции и объединять их в многоканальную систему телеконтроля, позволяющую периодически контролировать состояние объекта. При обнаружении отклонений от заданных параметров система будет выдавать сигнал тревоги с указанием конкретного изделия и его местонахождения, что позволит оперативно принимать меры по устранению опасной ситуации и сохранению жизни людей.

Практическое применение виброчастотного прибора с цифровой обработкой данных позволяет оперативно решать вопросы контроля качества, безопасности и своевременного ремонта объектов, в которых используются железобетонные конструкции. Его использование на этапе производства изделий позволяет повысить качество выпускаемой продукции и увеличить срок их службы. Экономический эффект от внедрения обусловлен заменой старых измерительных дорогостоящих комплексов на малогабаритный прибор виброчастотного контроля с цифровой обработкой данных. Себестоимость прибора при его реализации на современной элементной базе составляет не более 5 тысяч рублей, что позволяет иметь его в каждой строительной организации и ремонтной бригаде. Время контроля одной железобетонной конструкции с принятием решения о ее техническом состоянии не превышает десяти секунд.

Возможность ввода дополнительных данных в память виброметра позволяет расширить область его применения и использовать такой прибор при контроле качества металлических балок и конструкций.

Литература

1. Коробко В. И. Современные методы контроля прочности строительных конструкций. – Орел: ОрелГТУ, 1997. – 285 с.
2. Коробко В.И., Слюсарев Г.В. Способ регистрации колебаний и разделения их на компоненты. Авт. свид. СССР, МПК G01H 17/00, №1516800, 1989 г., Бюл. № 39
3. Левшина В.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
4. Doscher J. Accelerometer Design and Applications. Analog Devices. 1998.