

ВИБРОЧАСТОТНЫЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ

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

Россия, Орёл, Академия ФАПСИ
E-mail: s_savelyev@mail.ru, nic_506@orel.ru

Для оценки прочности эксплуатируемых зданий необходим контроль характеристик железобетонных изделий, находящихся под нагрузкой, что позволяет предотвратить нежелательные чрезвычайные ситуации и сохранить жизнь людей. В настоящее время прочность железобетонных изделий контролируется только при их производстве в ненагруженном состоянии, где в технологическом процессе используются стационарные измерительные приборы. Однако контроль изделий, уже установленных на объектах и находящихся под нагрузкой, практически не проводится из-за отсутствия переносных приборов, которые должны иметь малые габариты, массу и низкое энергопотребление.

Для оценки прочности наиболее перспективен метод контроля нагруженных железобетонных изделий, основанный на измерении их резонансной частоты, что позволяет использовать современные методы цифровой обработки сигналов. Применение контроля прочности по резонансной частоте позволяет оценить степень безопасности зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации длительное время (при производстве строительных работ внутри данных объектов и в непосредственной близости к ним, при оценке состояния сооружений после землетрясения, проведении взрывных работ в непосредственной близости к жилому сектору и т. п.). При этом для обеспечения оперативного контроля требуется наличие приборов с автономным питанием и малым энергопотреблением.

Сущность контроля эксплуатационных характеристик железобетонных изделий заключается в том, что прочность, усталостный износ и другие параметры зависят от частоты резонансных колебаний. Существует ряд математических моделей строительных конструкций (панелей, свай, и т. п.), в которых прочностные параметры однозначно связываются с резонансной частотой. Точность таких моделей составляет от пяти до семи процентов. С такой же степенью точности в настоящее время производится и оценка характеристик изделий в процессе их производства. В связи с этим предлагается использовать вибрационный метод контроля нагруженных изделий с микропроцессорной обработкой результатов измерений. Суть метода состоит в измерении мгновенной частоты затухающих механических колебаний испытуемого изделия в диапазоне от пяти до двадцати герц и с амплитудой до пяти миллиметров, которые длятся несколько секунд после механического воздействия (удара). Цифровая обработка информации заключается в следующем. В блоке обработки производится перемножение сигналов от двух вибрационных датчиков, расположенных на изделии. С целью повышения помехоустойчивости и достоверности измерений производится преобразование полученного коррелированного сигнала в цифровую форму и измерение в течение одной секунды периода каждого колебания. Полученные данные записываются в оперативную память для вычисления резонансной частоты колебаний. При введении в память устройства дополнительных данных об особенностях изделия (его типе, марке, и др.), об особенностях здания или сооружения, в котором установлено данное изделие, о специфике его эксплуатации и на основании полученных результатов измерения резонансной частоты по принятой математической модели изделия производится микропроцессорная обработка данных. В результате вычислений на жидкокристаллический индикатор прибора выводится информация, характеризующая качественные параметры, по которым определяется состояние изделия.

Понижение тактовой частоты КМОП микропроцессора до 32768 Гц позволяет реализовать малогабаритный прибор с потребляемым током порядка одного миллиампера, что обеспечивает работу прибора на одном элементе питания около 500 часов. При разработке прибора использованы современные технологические и схемотехнические решения, что позволило реализовать его в виде переносного малогабаритного прибора с индикатором на жидких кристаллах (аналогично современным цифровым мультиметрам). Применение разработанного устройства позволяет снизить погрешность измерений качественных показателей испытуемых изделий до одного процента, что вполне допустимо для оценки прочности строительных конструкций при их производстве и эксплуатации.

Также можно отметить, что при строительстве объектов повышенной ответственности можно сразу закладывать вибродатчики на соответствующие железобетонные конструкции, объединив их в многоканальную систему телеконтроля, и периодически соответствующей программой микропроцессора контролировать состояние объекта. При обнаружении отклонений от заданных параметров система выдаст сигнал тревоги с указанием конкретного изделия и его местонахождения, что позволит оперативно принимать меры по устранению опасной ситуации и сохранению жизни людей.

Таким образом, предлагаемый виброчастотный контроль строительных конструкций с цифровой обработкой данных позволяет оперативно решать вопросы контроля качества, безопасности и своевременного ремонта объектов, в которых используются железобетонные конструкции. А использование предлагаемого метода на этапе производства изделий позволит повысить качество выпускаемой продукции соответствующими предприятиями, что приведет к увеличению срока их службы и экономическому эффекту, обусловленному заменой старых измерительных дорогостоящих комплексов на малогабаритный, быстродействующий измерительный прибор виброчастотного контроля с цифровой обработкой данных. Себестоимость предлагаемого прибора, реализующего описанный метод, и собранного на современной элементной базе составляет менее семисот рублей, что позволяет иметь его в каждой строительной организации и ремонтной бригаде. Время контроля одной железобетонной конструкции с принятием решения о ее техническом состоянии составляет не более десяти секунд.

Данный метод предполагается также использовать при контроле качества металлических балок и конструкций.

Литература

1. Справочник по средствам автоматики. / Под ред. Низэ В. Э. и Антика И. В. – М.: Энергоатомиздат, 1983.- 504 с.
2. Левшина В.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
3. Электрические измерения неэлектрических величин. / Под ред. П.В.Новицкого. – Л.: Энергия, 1979. – 576 с.