

## Диагностический комплекс «Струна» МЧС России

Отличительной особенностью динамических испытаний с использованием этих комплексов является регистрация микроколебаний обследуемых объектов. С появлением датчиков высокой чувствительности (от 100 мВ/(м/с<sup>2</sup>)) и цифровой обработки сигнала появилась возможность регистрировать и выделять колебания здания, возникающие от действия приложенной к его конструкциям нагрузки, интенсивность которой сравнима с фоновой от природных микросейсм.

Этот метод в соответствии с ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» получил название метода свободных колебаний.

Любому зданию, так же как и любой конструкции, присущи только ему собственные частоты колебаний. Каждое здание "звучит" своим, характерным для него голосом, и частота этого голоса определяется конкретными параметрами данного здания или конструкции. Поначалу, когда дом только-только построен, он еще прочный, жесткий, все части у него плотно пригнаны одна к другой. Потому и "поет" он высоким голосом. Ну а чем старше становится дом, чем больше дефектов накапливается в теле здания, тем ниже частота его колебаний - ниже его "голос".

Значит, вопрос в том, чтобы "услышать голос дома" и по его частоте поставить диагноз - насколько он постарел. На первом этапе динамические испытания здания проводили буквально так. Подъезжают две машины с оборудованием, каждая размером с КАМаз, и специальным устройством "вибратором" колотят по земле. Дальше все идет в соответствии с поговоркой: гром гремит, земля трясется... Колебания грунта приводят к колебанию сначала фундамента, а потом и всего сооружения. Причем трести дом приходится основательно - ведь иначе датчик, закрепленный на стене, ничего не почувствует. Чтобы повысить его чувствительность, приходилось даже снимать со стены под ним слой штукатурки.

На фоне такого метода комплекс "Струна" прорывная технология. Основа всего диагностического комплекса - уникальные датчики, Полное название этих чутких приборов - **широкополосные высокоточные преобразователи вибрации акселерометрического типа.**

В датчике есть три тонких и плоских керамических стерженька. Это пьезоэлементы, каждый из которых "отвечает" за "свое" направление колебательных движений корпуса датчика, а вместе с ним - и всего здания в пространстве. При малейшем колебании корпуса стерженьки изгибаются и на их поверхности появляется электрический заряд. Величина заряда пропорциональна величине изгиба пластины, то есть чем сильнее колеблется корпус прибора, тем сильнее гнется пьезоэлемент (сигнетик), тем больше электрический сигнал. Использование же трех пьезоэлементов позволяет

зафиксировать колебания во всех трех направлениях и преобразовать их в электрические сигналы.

Уникальность таких датчиков и в том, что работают они в исключительно широком диапазоне частот - от 0,1 до 150 Гц. Это позволяет различить колебания зданий любого качества и любой степени износа - от совсем новых и крепких до готовых обрушиться, от высоток и промышленных дымовых труб до низких монолитных сооружений.

Радиопередатчик, вмонтированный в корпус "умного" прибора, передает усиленные сигналы на так называемый базовый модуль. База может находиться на весьма значительном расстоянии от датчиков - вплоть до 1 км. Задача базового модуля - принять сигналы с датчиков (их в комплексе не менее пяти), оцифровать (для чего предусмотрен преобразователь) и передать на компьютер. Специальное программное обеспечение, позволяет проанализировать поступающие сигналы и в конечном итоге определить устойчивость, сейсмостойкость и физический износ проверяемого здания или сооружения.

Чувствительность комплекса исключительно высока. Он позволяет обнаружить даже прислонившегося к стене человека по биению его сердца, не говоря уже о колебаниях самого здания. Но у этой медали, конечно, есть и обратная сторона. Речь идет о шумовом фоне от вибраций, которые возникают из-за того, что по зданию ходят люди, мимо него проезжают машины и так далее. Чтобы решить эту проблему требуется отфильтровывать шумы. А во-вторых, помогает **искусственный источник вибрации** (его по-прежнему приходится применять). Правда, это не отбойный молоток, от которого дрожат стены любой крепости, а всего лишь мешок с песком, которым, как боксерской грушей, ударяют по зданию. Для человека такая вибрация незаметна, для дома - безопасна. Зато новые датчики ее легко фиксируют и измеряют, а компьютеру в этом случае проще выделить частоту собственных колебаний всей конструкции.

В результате у экспертов оказывается масса полезной информации о реальном состоянии "подопытного" здания. Частота и амплитуда собственных колебаний с помощью вполне стандартных расчетов указывают на прочность и жесткость конструкции в целом. Новое здание данной конструкции, выстроенное в точном соответствии с проектом, колеблется со вполне определенной частотой. Отклонение от этой величины, в подавляющем большинстве случаев в сторону более низких частот, указывает на большую степень износа, наличие дефектов или даже разрушений.

Компьютерное обеспечение позволяет визуализировать колебания здания. Исходя из полученных данных (так называемых акселерограмм) компьютер определяет параметры собственных колебаний здания - периоды и частоты. Затем он строит диаграммы (эпюры) - распределения амплитуд колебаний по

длине, высоте или ширине здания либо вообще по любым геометрическим параметрам конструкции. Так можно узнать, а именно - увидеть на экране компьютера, как колебания распространяются внутри постройки. Если здание колеблется как единое целое - очень хорошо, шансы устоять у него высоки, поскольку нагрузки распределены равномерно. Если же часть здания колеблется по одному закону, а часть - по другому, на соответствующей картинке колебаний появляется так называемый разрыв сплошности. Это наверняка слабое место постройки, здесь есть скрытые дефекты.

Теперь, зная точную локализацию дефектов, можно использовать и обычные инструментальные методы. Они позволяют выяснить, в чем дело и можно ли устранить источник потенциальной опасности. Сколько времени, сил и средств удастся сэкономить, трудно даже вообразить. С помощью такого мобильного беспроводного диагностического комплекса, который весит-то всего 9 кг и весь умещается на небольшом столике.

Существует другой вариант комплекса. Он устроен проще, но использовать его труднее. Датчики соединялись в нем с базовым модулем проводами, а это создавало порой массу сложностей. Ведь на работающем производстве кабель не везде можно протянуть. Радиофицированный комплекс ("Стрела") в работе оказался гораздо удобнее.



