

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Ивлев Ю.П., Черневич О.В., Лущик А.П., Штых А.А.

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь

При проведении испытаний на огнестойкость по ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» и ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции» при определении предельного состояния конструкции по потере несущей способности строительных конструкций используются прогибомеры «БПАО» и теодолиты «4Т30П» с линейкой.

Прогибомер «БПАО» представляет собой механическое аналоговое устройство с двумя стрелками и шкалами, показывающими отклонение от заданного уровня в миллиметрах, и позволяет определить скорость нарастания деформации и прогиб при испытании горизонтальных строительных конструкций. Во время проведения испытаний при определении прогибов стрелки прогибомеров вращаются по часовой стрелке. Помимо прогибов наблюдается побочное явление, называемое «выгиб», когда стрелка прибора вращается в обратном направлении, тем самым сбивая показания прогибомеров. Испытателю приходится постоянно наблюдать за прибором и точно фиксировать значения прогибов и «выгибов», а после испытаний по формулам определять значения контролируемых показателей.

При проведении испытаний на огнестойкость вертикальных строительных конструкций используются металлическая линейка, прикрепляемая к испытываемому образцу, и теодолит, с помощью которого фиксируется отклонение от заданного уровня.

Процесс подготовки к испытаниям строительной конструкции при оценке несущей способности достаточно трудоемкий и требует высокой точности установки измерительных приборов.

Для минимизации времени при подготовке к испытаниям, увеличения точности измерений, автоматизации процесса измерения при определении прогибов и скорости нарастания предельных деформаций создан аппаратно-программный комплекс определения прогибов строительных конструкций при их испытаниях на огнестойкость [1] (далее – АПК).

АПК включает комплект датчиков определе-

ния линейного перемещения (прогиба) до 300 мм, автоматизированную систему сбора данных с датчиков с 4-проводной линией в количестве 7 штук, компьютер с установленным программным обеспечением. АПК в автоматическом режиме обеспечивает опрос датчиков прогиба, сбор и хранение полученных данных на жестком диске компьютера, построение зависимостей прогиба от времени и скорости нарастания деформации от времени с дискретностью по оси ординат 5 секунд, по оси абсцисс 5 мм.

Для измерения угла наклона и получения форматированных электрических сигналов совместно с НИИ радиоматериалов разработан датчик угла наклона ДУН-01К. Датчик предназначен для определения положения поверхности строительной конструкции во время испытания и пересчета угла наклона в линейный прогиб, преобразования величины прогиба в цифровой код и передачи его по стандартному цифровому интерфейсу в компьютер.

В электрической схеме датчика ДУН-01 использованы микросхемы, обеспечивающие температурный диапазон работы от -40 до +125°C: чувствительный элемент – микромеханический акселерометр американской фирмы Analog Devices типа ADXL 213E и микропроцессор американской фирмы Microchip типа PIC18F2420 ISO. В качестве базового интерфейса обмена данными между ДУН и компьютером установлен интерфейс CAN. Тип материала корпуса выбран из нержавеющей стали 12НХ18Ю. Для вывода из высокотемпературной зоны разъёмного соединения смонтирован стационарный кабель МГТФЭС 4x0,12 ТУ РБ 101149747.008-2004. Длина кабеля может составлять от 2 до 6 м. На таком расстоянии от печи располагается ответное разъёмное резьбовое электрическое соединение типа РС-4 АВО.364.030, необходимое для подключения датчиков к системе сбора данных и передачи их на компьютер. Кроме того, кабель защищен металлорукавом диаметром 10 мм из оцинкованной стали, что существенно улучшает механические и температурные свойства электрического соединения датчика.

Разработанное совместно с БНТУ программное обеспечение ПО «Прогиб-300» предназначено для решения следующих задач:

– организации автоматизированного опроса с

комплекта датчиков прогиба;

- автоматизированного сбора данных на компьютер через адаптер связи;

- хранения собранных данных на жестком диске компьютера;

- визуализации полученных данных на экране монитора;

- организации ведения базы данных заявителей и строительных конструкций.

Для работы ПО необходим компьютер, совместимый с IBM PC, под управлением операционной системы Windows XP\7.

Нормальное отображение рабочих и информационных окон программ обеспечивается при минимальном разрешении экрана 1024×768 в режиме мелкого шрифта.

Для работы ПО суммарный объем оперативной и дисковой памяти должен быть достаточным для размещения удвоенного суммарного объема файлов базы данных, но не менее 256 МБ ОЗУ и не менее 500 МБ свободного места на жестком диске. Частота процессора – не менее 800 МГц для работы с Windows XP.

ПО «Прогиб-300» поставляется на оптическом диске CD-ROM.

Ввод идентификационных данных об испытываемой строительной конструкции осуществляется по следующим позициям:

- наименование заявителя на проведение испытаний;

- наименование испытываемой строительной конструкции;

- габариты строительной конструкции;

- время проведения испытаний, мин.

Обеспечивается автоматическое сохранение файлов с результатами испытаний в соответствующие каталоги.

Осуществлена калибровка АПК и поверка средств измерения, Свидетельство о калибровке №109 от 19.06.2012.

Натурные испытания с использованием разработанного АПК проводились на испытательно-исследовательском полигоне НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси на установке по экспериментальному определению огнестойкости горизонтальных строительных конструкций. Испытания проводились на железобетонной плите перекрытия 170 П8-Э1-1 размером 4570×2980×160 мм. Прогиб строительной конструкции определялся с помощью прогибомера 6ПАО, установленного в геометрическом центре измеряемой конструкции с необогреваемой стороны, и ДУН-01, установленных на исследуемой конструкции, согласно эксплуатационной документации. После включения горелок печи снимались показания прогиба строительной конструкции (плита перекрытия 170 П8-Э1-1) с интервалом 10 минут в течение

60 минут или до достижения конструкцией одного из предельных состояний. Результаты натурных испытаний представлены в таблице.

Таблица 1 – Результаты натурных испытаний

Минута испытаний	Показания, мм	
	прогибомер 6ПАО	АПК
2	1	0,9
10	27	27
20	65,5	64
30	91	94
40	109	111
45	Обрыв натяжного элемента прогибомера из-за образования продольной трещины на строительной конструкции	123

Максимальное отличие показаний прогибомера 6ПАО и значений, полученных на АПК в процессе проведения испытаний, зафиксировано на 30 и 40 мин и не превышало 3 мм.

АПК определения прогибов строительных конструкций при их испытаниях на огнестойкость внедрен на испытательно-исследовательском полигоне НИИ ПБиЧС МЧС Беларуси и используется при проведении натурных испытаний по определению предела огнестойкости.

Внедрение АПК позволило увеличить точность измерений при проведении испытаний, автоматизировать процесс измерения при определении прогибов и скорости нарастания предельных деформаций. Созданный АПК позволяет в автоматическом режиме измерять скорости нарастания деформаций и прогибы, строить графики отклонений контролируемых величин от заданных, анализировать соотношения прогибов и «выгибов», исключить человеческий фактор ошибки, повысить уровень точности измерений.

1. Ивлев Ю.П., Черневич О.В., Луцик А.П., Штых А.А. Аппаратно-программный комплекс определения прогибов строительных конструкций при их испытаниях на огнестойкость // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2012. – №2(32). – С. 60-69.