

УДК: 614.841.41

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ОГНЕЗАЩИТОЙ

Кудряшов В.А.*, к.т.н., Полевода И.И.*, к.т.н., доцент, Дробыш А.С.*,
Соловьянчик А.М.**

* Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

** Белорусский государственный университет

e-mail: vadmud@gmail.ru

На основании проведенных исследований разработан экспериментальный образец композитной конструкции, позволяющей обеспечить требуемую огнестойкость композитных материалов для их использования в качестве элементов зданий любой степени огнестойкости. Разработаны рекомендации по применению полимерных композитных материалов, армированных стекловолокном, на основе изофталевой смолы, исходя из их огнестойкости, в соответствии с протоколом испытаний.

On the basis of the research developed an experimental model of composite structure, provides the required fire resistance of composite materials for use as building elements of any degree of fire resistance developed recommendations for the use of polymeric composite materials reinforced with glass fibers, based on isophthalic resin, based on their fire resistance in accordance with the test report.

(Поступила в редакцию 1 декабря 2014 г.)

Введение. Для оценки огнестойкости и определения необходимых параметров огнезащиты композитных материалов проведены комплексные исследования температуростойкости [1]. На основании проведенных исследований предложены эффективные огнезащитные облицовки, позволяющие обеспечить требуемую огнестойкость композитных материалов для их использования в качестве конструктивных элементов зданий, оптимизации области применения полимерных композитных материалов исходя из условия обеспечения пожарной безопасности.

Результаты испытаний. К испытаниям принят профиль двутавровый 200×100×10 мм (высота×ширина×толщина), балочный, полимерный композитный, изготовленный методом пултрузии с использованием изофталевой смолы, непрерывно армированной стекловолокном, соответствующий EN13706-2:2002E [2]. Композитная балка шарнирно закреплена в средней трети замкнутой прямоугольной металлической рамы, выполненной из швеллера 22П с жестким сопряжением по углам. Конструктивная огнезащита по ТУ ВУ 101208195.002-2013 [3] крепится к балке методом навески с использованием 8 подвесов прямых 60х27 и направляющих профилей ПН 50/40 толщиной 0,5 мм, образующих по боковым и нижней стороне балки решетку с ячейками 600×200 мм. В пазухи решетки вплотную уложены минераловатные плиты «Paroc eXtra» толщиной 50 мм под размеры каждой ячейки. Плиты гипсовые, огнестойкие, армированные стекловолокном, «Knauf Fireboard» толщиной 25 мм крепятся в один слой к направляющим профилям при помощи саморезов TN 25 длиной 35 мм. Все межлистовые швы и метизы зашпаклеваны гипсовой шпатлевкой «Fireboard-Spachtel».

Нагрузка на образец представляет собой две плиты железобетонные многопустотные ПК6-33-15 по серии 1.141-1, выпуск 16 [4]. Масса каждой плиты – 1 560 кг. Собственная масса балки – 22 кг. Масса конструктивной огнезащиты – 25 кг. Суммарная нагрузка, приходящаяся на композитную балку, с учетом несимметричной двухконсольной схемы опирания – 1 950 кг, либо 650 кг/м пролета.

На рис. 1 представлена композитная балка до и после испытаний. Как видно из этого рисунка, композитная балка не претерпела видимых разрушений в течение 30 минут стандартного огневого воздействия. График развития температуры внутри печи и на огнезащите во время испытаний представлены на рис. 2 и 3.



Рисунок 1 – Композитная балка до испытаний (а) после испытаний (б)

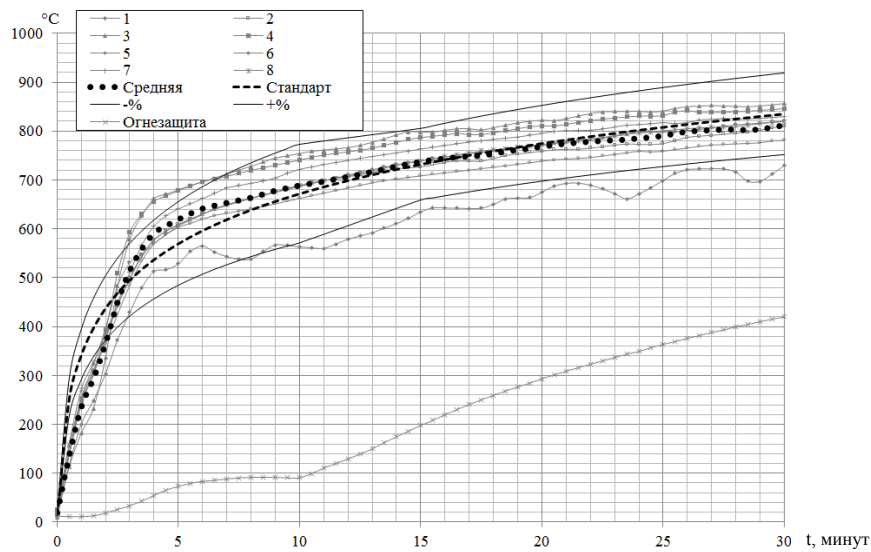


Рисунок 2 – График изменения температуры в печи во время проведения эксперимента № 1

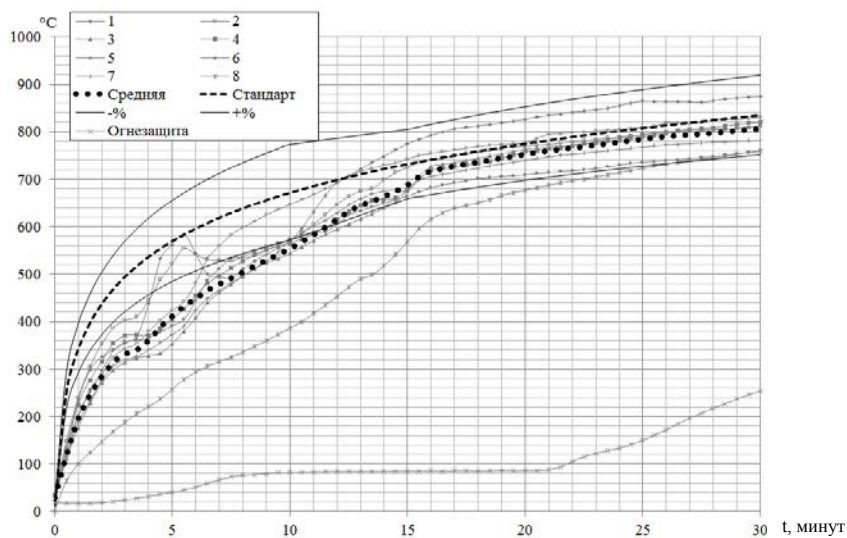


Рисунок 3 – График изменения температуры в печи во время проведения эксперимента № 2

Из представленных графиков видно, что температурный режим в целом соответствовал стандартному по ГОСТ 30247.0 [5]. Незначительное снижение среднеобъемной температуры может быть вызвано как оплавлением спая термоэлектрического преобразователя № 8, так и характеристикой сжигаемого в печи

дизельного топлива. Различие в температурах, полученных у обогреваемой поверхности огнезащиты, вызвано прежде всего толщиной шпатлевки, наносимой в месте расположения термоэлектрического преобразователя, отличающейся приблизительно в 2 раза (соответственно 2,0 и 4,0 мм – т. к. термопара располагалась в межлистовом шве).

Различие в тепловом режиме печей во время двух испытаний не сильно сказались на развитии температур в характерных точках сечения композитного профиля. Графики изменений температур по сечению экспериментального образца представлены на рис. 4 и 5, для первого и второго эксперимента, соответственно.

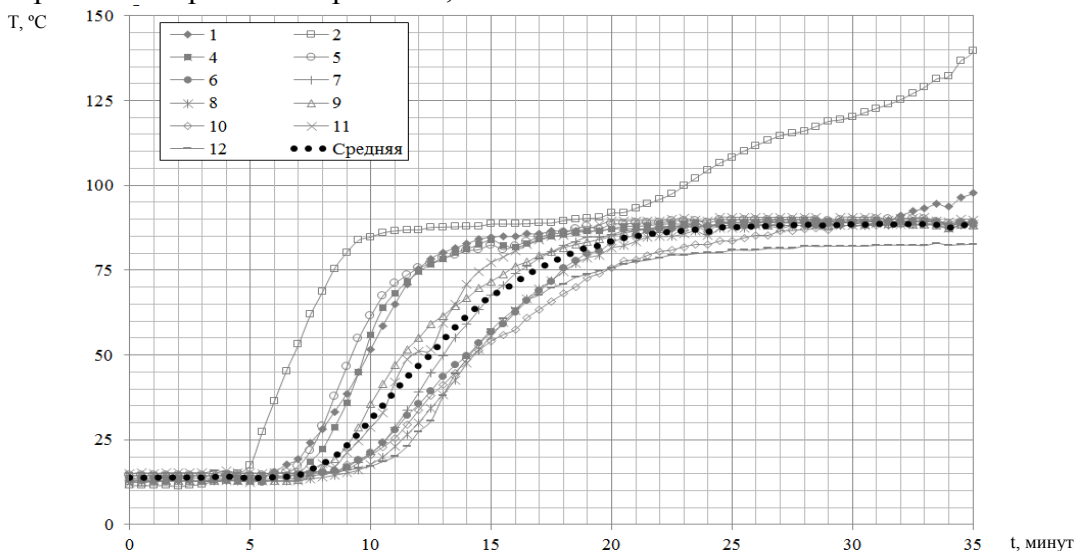


Рисунок 4 – График изменения температуры в расчетных точках сечения на поверхности композитной балки во время проведения эксперимента № 1

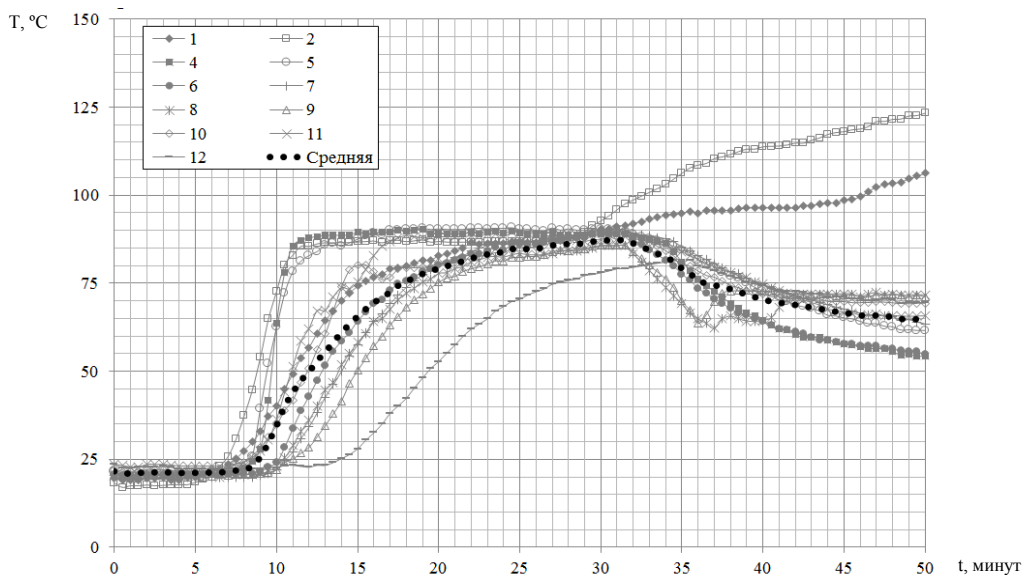


Рисунок 5 – График изменения температуры в расчетных точках сечения на поверхности композитной балки во время проведения эксперимента № 2

Из графиков видно, что в обоих экспериментах средняя температура на поверхности композитного профиля не превышала 85 °C, что менее критической температуры, установленной в экспериментах по температуростойкости в 1,76 раза. Также из графиков следует, что основной фактор, характеризующий огнезащитную способность плиты «Knauf Fireboard», является испарение связанной влаги. Об этом свидетельствует горизонтальная площадка испарения воды в плите, составляющая 10 и 15 минут, соответственно, для первого и второго эксперимента. С учетом 10 минут прогрева огнезащитной плиты до

точки испарения воды и 15 минут прогрева до температуры 150 °С, можно утверждать, что гарантированная огнезащитная эффективность плиты «Knauf Fireboard» толщиной 25 мм составляет не менее 35 минут для профиля стеклопластикового на основе изофталевой смолы. Минераловатные теплоизоляционные плиты «Рагос eXtra» толщиной 50 мм в данном случае играют второстепенную роль, и их основная функция в задаче обеспечения предела огнестойкости R30 для профиля стеклопластикового на основе изофталевой смолы – сглаживание температурных пиков в местах раскрытия межлистовых швов. Вполне вероятно, что с тепловой точки зрения принятой конструктивной огнезащиты может быть достаточно также и для обеспечения предела огнестойкости R45, хотя это требует дополнительных испытаний.

На рис. 6 представлен график относительных прогибов, полученных при огневом воздействии на предварительно нагруженную балку по ГОСТ 30247.1 [6]. Из графика видно, что во время эксперимента прогиб балки уменьшался до величины – 3 мм относительно исходной точки, при этом после окончания эксперимента прогиб все же увеличивался до величины +4,5 мм относительно исходной точки.

Появление отрицательного прогиба может быть вызвано различными причинами:

1. «Вдавливанием» измерительной проволоки в материал конструктивной огнезащиты (до 1 мм с радиусом загиба до 10 мм);
2. Возникновением сил «распора» в нагретой металлической раме, значительно более жесткой, чем композитная балка (рис. 7 – металлическая рама после испытаний получила остаточные деформации порядка 50 мм относительно оси композитной балки, отверстие болтового крепления обуглено строго перпендикулярно оси балки, что свидетельствует о равнодействующей передаче усилий, совпадающей с осью балки).

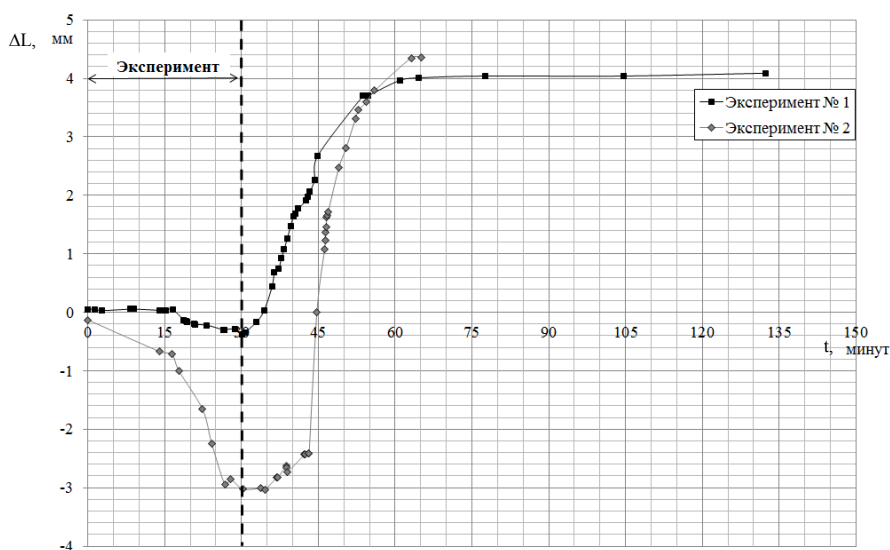


Рисунок 6 – График изменения прогиба экспериментальной балки с огнезащитой

Отсутствие термических повреждений (на глубину более 2 мм) композитной балки (см. рис. 7) в ходе испытаний огнестойкости также свидетельствует о том, что класс ее пожарной опасности с учетом применения конструктивной огнезащиты соответствует K0 по СТБ 1961 [7].



Рисунок 7 – Вид узла опирания балки после испытаний

Заключение. Результаты испытаний по огнестойкости могут быть распространены на иные композитные профили с расчетным прогибом не более нормативного $1/200$ [8], с учетом применения идентичной конструктивной огнезащиты, либо огнезащиты идентичной огнезащитной эффективности.

Данные по результатам испытаний использовали для разработки рекомендаций по применению полимерных композитных материалов, армированных стекловолокном, на основе изофталевой смолы, исходя из их огнестойкости. Область применения композитных профилей с конструктивной огнезащитой ограничена использованием в качестве элемента бесчердачного покрытия – в зданиях I-VIII степени огнестойкости, а также без ограничения (за исключением специально оговоренных случаев) – в зданиях VII-VIII степени огнестойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Немец Я., Серенсен С.В., Стреляев В.С. Прочность пластмасс / Я. Немец, С.В. Серенсен, В.С. Стреляев – М.: Машиностроение, 1970. – 335 с.
2. BS EN 13706-2:2002 Технические условия. Часть 2. Композиты пластмассовые армированные. Одноосноориентированные профили. Методы испытаний и основные требования. – Введ. 11.11.2002 – 44 с.
3. ТУ ВУ 101208195.002-2013. Технические условия Республики Беларусь. Термостойкие обшивки строительных конструкций – Введ. 24.05.2013 – ООО «ГЕНТАС-М» г. Минск.
4. Типовые конструкции и детали зданий и сооружений. Серия 1.141-1, выпуск 16. Панели перекрытий железобетонные многопустотные. – Введ. 1973 – Москва, Госстрой СССР, 1973. – 38 с.
5. ГОСТ 30247.0-94. Межгосударственный стандарт. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. – Введ. 01.10.1998 г. – Взамен СТ СЭВ 1000-78. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1998. – 16 с.
6. ГОСТ 30247.1-94. Межгосударственный стандарт. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции – Введ. 01.01.1996 – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1996. – 8 с.
7. СТБ 1961-2009. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. – Введ. 01.01.2010 г. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. – 26 с.
8. СНиП 2.01.07-85. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. – Введ. 01.01.1987 – Москва, Госстрой СССР, 1987. – 46 с.