

А.В. Васильченко, к.т.н., доцент, НУГЗУ, Харьков
М.Ю. Мальченко, студент, НУГЗУ, Харьков

ОЦЕНКА ОГНЕСТОЙКОСТИ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СТАЛЬНЫХ БАЛОК С УЧЕТОМ ИХ НЕРАВНОМЕРНОГО НАГРЕВА

Обеспечение огнестойкости конструкций промышленных зданий является базовым элементом всей системы их противопожарной защиты и определяющим параметром для выбора остальных элементов защиты [1].

При этом оценка огнестойкости конструкций промышленных зданий с увеличенными модулями имеет свои особенности, связанные с их большими размерами. Из-за этого экспериментальное определение пределов огнестойкости становится практически невозможным, и приходится пользоваться расчетными методами.

Используемые расчетные методы определения пределов огнестойкости конструкций основаны на допущении равномерности распределения температурного поля по длине конструкции. Это приемлемо для гражданских зданий, где пожар, способный повредить конструкции, обычно охватывает всё помещение.

В промышленных зданиях с большими пролетами и большими площадями помещений пожар может охватывать только часть помещения. И если для вертикальных конструкций ещё можно допустить равномерность их нагрева, то изгибаемые элементы балочных клеток или стропильных конструкций могут подвергаться воздействию пожара лишь частично.

В работах [1, 2, 3] обсуждались численные исследования пространственной расчетной схемы фрагмента каркасного монолитного железобетонного здания при совместном воздействии статической нагрузки и нагрева по режиму стандартного пожара.

На основе выявленных особенностей напряженно-деформированного состояния каркасных железобетонных монолитных зданий при воздействии пожара была установлена необходимость корректировки методики расчета огнестойкости с учетом пространственной работы каркаса.

Однако, во-первых, все подобные работы посвящены исследованию огнестойкости каркасов гражданских зданий с пролетом до 6 м, подвергающимся воздействию пожара в соответствии с представлениями о воздействии равномерного нагрева по режиму стандартного пожара. Во-вторых, в промышленных зданиях с большими пролетами стропильные конструкции выполняются из стали. Отсюда следует актуальность рассмотрения именно стальных конструкций.

Для оценки пределов огнестойкости большепролетных стальных балок при их неравномерном нагреве в качестве примера выбран расчет стальных составных сварных двутавровых балок на пролетах 24 м, 27 м, 30 м. Для сопоставимости результатов приняты следующие допущения. Параметры

сечения всех балок выбраны одинаковыми, удовлетворяющими условиям прочности (высота стенки $h = 2400$ мм; толщина стенки $t_w = 55$ мм; ширина полка $b = 655$ мм; толщина полка $t_s = 28$ мм; толщина ребер жесткости $t_g = 24$ мм). Ребра жесткости расположены с шагом 1,5 м. Балки изготовлены из стали С345 категория 1 с предельным сопротивлением $R_s = 45$ кН/см². Суммарная распределенная погонная нагрузка для всех балок одинакова и составляет $q = 27,27$ кН/м.

Расчет балок производился в программе "SCAD". Полученные значения моментов сопротивления сечений и эпюры изгибающих моментов балок применялись для оценки пределов огнестойкости балок по методу [4].

Изгибающий момент в расчетном сечении балки M_x определялся по формуле:

$$M_x = \frac{qx(l-x)}{2}, \quad (1)$$

где q – распределенная погонная нагрузка, кН/м; x – расстояние от края балки до расчетного сечения, м; l – длина балки, м.

Неравномерность нагрева балки по длине учитывалась принятием условной зоны прогрева при пожаре $\Phi = 6$ м. Принятый размер условной зоны прогрева обусловлен также высокой теплопроводностью стали, влияющей на расчетные характеристики соседних участков балки. Коэффициенты изменения прочности стали при нагревании γ_T (по которым определялись критические температуры в выбранных сечениях) рассчитывались по формуле:

$$\gamma_T = \frac{M_x}{W_x R_s}, \quad (2)$$

где M_x – изгибающий момент в расчетном сечении при поперечном изгибе, кН·см; W_x – момент сопротивления сечения, см³; R_s – предельное сопротивление стали, кН/см².

Пределы огнестойкости большепролетных стальных балок в различных расчетных сечениях определяли по методу [4] при постоянном значении приведенной толщины. Графики изменения пределов огнестойкости стальных балок по их длине показаны на рис. 1.

Как и следовало ожидать, предел огнестойкости балки с удалением от центра возрастает. Его изменение в соответствии с (2) пропорционально изменению изгибающего момента. Учитывая одинаковые размеры сечений изучаемых балок и одинаковую погонную нагрузку, можно проследить тенденцию влияния нагружения стальных большепролетных балок на их огнестойкость.

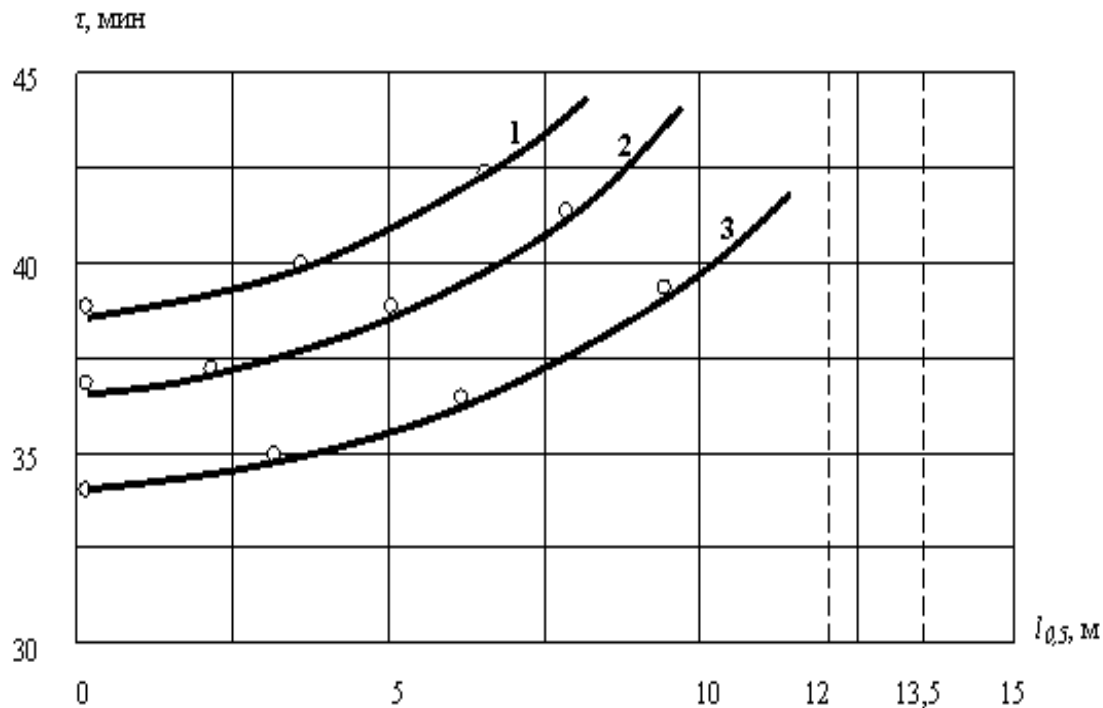


Рис. 1. Изменение пределов огнестойкости стальных балок в зависимости от расстояния от их центра при длине балок: 1 – 24 м; 2 – 27 м; 3 – 30 м

Таким образом, на примере стальных балок показано, что при неравномерном нагреве большепролетной изгибаемой конструкции ее огнестойкость можно охарактеризовать графиком изменения предела огнестойкости по длине. Такой подход позволяет приблизить расчетный метод оценки огнестойкости стальных большепролетных балок к реальным условиям пожара и на его основе предложить оптимальный способ огнезащиты.

Список литературы

1. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий / В.М.Ройтман. – М.: Ассоциация "Пожарная безопасность и наука", 2001. – 382 с.
2. Белов В.В. Огнестойкость железобетонных конструкций: модели и методы расчета / В.В.Белов, К.В.Семенов, И.А.Ренев // Инженерно-строительный журнал. – № 6. – 2010. – С. 58-61.
3. Фомін С.Л. Оцінка вогнестійкості багатопверхових каркасних будинків / С.Л.Фомін // Збірник наукових праць «Ресурсо-економні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Випуск 16, частина 1, Рівне: Видавництво Національного університету водного господарства та природокористування. – 2008. – С. 204-212.
4. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебник / В.Н.Демехин, И.Л.Мосалков, Г.Ф.Плюснина и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 656 с.