

ЛАПШИНОВ А.Е., МИХАЛЕВ Н.Я.

ЖИВУЧЕСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Статья содержит сведения о влиянии высоких температур при пожаре на состояние металлических конструкций после их пребывания в зоне пожара. Последствия пожара подкреплены материалами обследования здания. Характерное состояние металлических конструкций после перенесенного пожара иллюстрируется материалами обследования здания, характеристики которого приводятся в статье. Для защиты конструкций от воздействия высоких температур при пожаре и возможности сохранения конструкций в рабочем состоянии в течение длительного времени рекомендуется комплексный подход к использованию известных способов защиты. Одним из важных способов защиты в указанном комплексном подходе предлагается в конструкциях покрытий вместо ферм применять более массивные сплошнотенчатые ригели, обладающие большей сопротивляемостью воздействию высоких температур.

Ключевые слова: *металлические конструкции, высокие температуры, огнестойкость конструкций, живучесть.*

Ежегодно в России происходит до 300 тысяч пожаров разной степени интенсивности. При этом экономический ущерб от них составляет около 5÷6 миллиардов рублей. Наиболее существенные потери наблюдаются по промышленным объектам. Вместе с тем, производственные здания зачастую проектируют без учета опасности возникновения пожарной ситуации и эксплуатируются без необходимых с этой точки зрения предосторожностей. В противопожарных нормах основное внимание уделяется задаче обеспечения некоторого минимального предела огнестойкости и соответствующим вопросам кратковременной защиты строительных конструкций. Вопросы длительной защиты конструкций от пожара остаются нерешенными.

Авторам статьи довелось участвовать в комиссии, занимавшейся обследованием производственного здания, пострадавшего в результате пожара.

Обследованное здание постройки 90-х годов прошлого века по своему функциональному назначению представляло собой склад строительных и хозяйственных материалов, среди которых значительную долю составляли горючие материалы. По своим техническим характеристикам здание каркасное, двухпролетное с пролетами по 18 м. Основным несущим элементом покрытия являются металлические фермы, которые наиболее сильно пострадали от пожара.

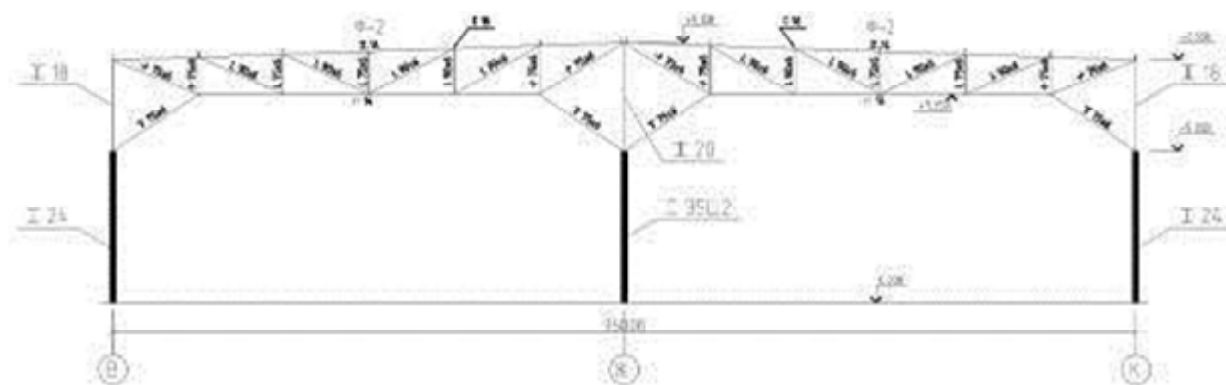


Рисунок 1 – Поперечная рама обследованного здания

В результате пожара значительная часть здания была разрушена. Характер разрушения фрагментарно представлен на рисунке 2. Обращает внимание сильное искривление верхних

поясов и элементов решетки, произошедшее в результате высокотемпературного нагрева элементов ферм.



Рисунок 2 – Состояние конструкций покрытия после пожара

Для оценки сопротивляемости металлических конструкций температурным факторам в условиях пожара используется время, в течение которого они находились под воздействием высокой температуры. Это время следует сравнить с пределом огнестойкости (ПО) конструкций, за который принимается время, в течение которого МК способны функционировать в условиях воздействия высоких температур. Не лишне напомнить, что свойства стали изменяются при увеличении температуры. Изменчивость свойств характеризуется, например, коэффициентом, определяемым отношением какой-либо физической характеристики стали при повышенной температуре к аналогичной характеристике при температуре +20°C.

Таблица 1 – Коэффициент изменения свойств стали под воздействием температуры

$T, ^\circ\text{C}$	20	100	200	300	400	500	600
Предел текучести	1	0,99	0,85	0,77	0,7	0,58	0,34
Модуль упругости	1	0,96	0,94	0,9	0,86	0,8	0,72
Временное сопротивление	1	1	1,12	1,09	0,9	0,6	0,3

По классификации НПБ 105-95 по своей функциональной пожарной опасности здание относится к классу Ф5.2. По конструктивной пожарной опасности соответствует классу К0. При всех конструктивных особенностях рассматриваемого здания требуемый минимальный предел огнестойкости строительных конструкций покрытия составляет R15. Фактический предел огнестойкости для таких конструкций, как фермы существенно меньше. Это обстоятельство наглядно демонстрирует сравнение фактических значений пределов огнестойкости для разных конструктивных элементов. Фактический предел огнестойкости металлических конструкций без огнезащиты зависит от приведенной толщины металла. Его значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Фактические пределы огнестойкости конструкций

Конструктивный элемент	Колонны	Балки перекрытий	Стропильные фермы	Прогоны кровли
t_{red}	1,5	0,6	0,2	0,5
Фактический предел огнестойкости	R×18	R×10	R×6	R×9

$$t_{red} = \frac{A}{U}, \quad (1)$$

где A – площадь поперечного сечения элемента; U – обогреваемый периметр сечения.

В реестре средств огнезащиты металлических конструкций имеются сложнокомпонентные составы, принцип действия которых заключается в создании на поверхности конструкции защитного слоя толщиной 5÷50 мм. Предел огнестойкости обработанных таким образом конструкций составляет 0,75÷2,5 часа.

Традиционными мероприятиями для повышения огнестойкости металлических конструкций является:

- нанесение на поверхность конструкций огнезащитных покрытий, таких как ВПМ-2, ОВП-1к или составов на основе фосфатных вяжущих;

- огнезащита конструкций облицовочными элементами;

- устройство подвесных потолков из несгораемых материалов.

Следует признать, что несущие конструкции покрытия в виде ферм имеют повышенную трудоемкость процесса нанесения защитного слоя в сравнении с аналогичным процессом применительно к сплошнотенчатым конструкциям. С этой точки зрения металлические ригели в виде двутавров предпочтительнее решетчатых конструкций. Конечно, расход стали в сплошных ригелях несколько выше, чем в решетчатых. Однако потери в результате пожара, даже с учетом редкости этого события, могут быть сопоставимыми со стоимостью конструкций в деле. На величину предела огнестойкости стальных конструкций существенное влияние оказывает толщина элементов сечения и действующие в элементе конструкции в момент пожара напряжения, и характер этих напряжений. На рисунке 2 видно, что наиболее слабым звеном с этой точки зрения являются сжатые элементы фермы – верхний пояс и сжатые стойки.

Огнестойкость отдельных конструктивных элементов каркаса зависит от их пространственного положения. Наиболее подвержены воздействию пожара конструкции покрытия здания. В меньшей степени это воздействие затрагивает колонны. В этом, очевидно, проявляется вполне определенная направленность высокотемпературного воздушного потока, а также различная массивность элементов фермы и колонны.

Огнестойкость конструкций покрытия можно повысить, если при проектировании стального каркаса вместо ферм использовать сплошные ригели. Такие конструкции помимо своей повышенной массивности дают возможность использовать более широкие возможности в выборе технологии огнезащиты. Для них можно с успехом использовать метод экранирования конструкций теплоизолирующими элементами, метод нанесения на поверхность конструкций вспучивающихся составов при воздействии высоких температур. Заслуживает внимания возможность защиты конструкций покрытия сплошным огнезащитным экраном из облегченных негорючих материалов.

Комплексный подход к решению задачи повышения огнестойкости металлических конструкций способствует увеличению их сопротивляемости воздействию высоких температур и увеличению времени для развертывания пожарных расчетов, благодаря чему появляется возможность ликвидации пожара до появления в конструкциях необратимых термомеханических процессов. Тем самым увеличивается вероятность сохранения конструкций в рабочем состоянии, несмотря на длительное их пребывание в условиях высоких температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 21-01-07. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]. – М., 1997.
2. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы [Текст]. – М., 1991.
3. Рекомендации по применению огнезащитных материалов и составов для металлических конструкций. – М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1988.
4. Горев, В.В. Металлические конструкции. Конструкции зданий / В.В. Горев. – М.: Высшая школа, 1999. – т. 2.

Лапинов Андрей Евгеньевич

Московский государственный строительный университет, г. Москва
Инженер, ассистент кафедры «Железобетонные и каменные конструкции»
E-mail: La686@yandex.ru

Михалев Николай Яковлевич

Московский государственный строительный университет, г. Москва

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлические конструкции»

E-mail: mihalevn@list.ru

A. LAPSHINOV, N. MIKHALEV

ROBUSTNESS OF METAL STRUCTURES AT HIGH TEMPERATURES

The article contains data about the influence of high temperatures on technical condition of steel structures after their being in area of fire accident. Consequences of fire accident reinforce by materials of inspection of building. Characteristic condition of steel structures after fire accident illustrates by materials of inspection. Complex approach for use well-known protection methods is recommended for protection structures from influence of high temperatures and to preserve structures in working condition. There is also offered to use girder beams that possess higher fire resistance value.

Keywords: steel structures, high temperatures, fire resistance, robustness.

BIBLIOGRAPHY

1. SNiP 21-01-07. Pozharnaja bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij [Tekst]. – М., 1997.
2. SNiP 2.01.02-85*. Protivopozharnye normy [Tekst]. – М., 1991.
3. Rekomendacii po primeneniju ognезashhitnyh materialov i sostavov dlja metallicheskih konstrukcij. – М.: СНИISK им. В.А. Кучеренко, 1988.
4. Gorev, V.V. Metallicheskie konstrukcii. Konstrukcii zdaniy / V.V. Gorev. – М.: Vysshaja shkola, 1999. – т. 2.

A. Lapshinov

Moscow state construction university, Moscow

Engineer, assistant of the department «Reinforced concrete and masonry structures»

E-mail: La686@yandex.ru

N. Mikhalev

Moscow state construction university, Moscow

Candidate of technical sciences, associate professor of the department «Metal structures»

E-mail: mihalevn@list.ru