

УДК 699.812

МЕТОДЫ ОГНЕЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ



METHODS FOR FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES

Лебедь Анастасия Андреевна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
Lebed.Nastya199@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные методы огнезащиты металлоконструкций, представлены основные требования, предъявляемые к конструкциям, а так же их поведение при пожаре. Показаны преимущества и недостатки методов, а так же особенности противопожарных конструкций.

Ключевые слова: металлические конструкции, огнезащита, предел огнестойкости, предел прочности.

Lebed Anastasiia Andreevna

Student,
Kuban State Technological University
Lebed.Nastya199@mail.ru

Annotation. The main methods of fire protection of metal structures, the main requirements for structures, as well as their behavior in a fire are considered. Additional advantages and disadvantages of the methods, as well as features of fire protection structures

Keywords: metal structures, fire protection, fire resistance, strength.

Организация огнезащиты металлических конструкций для промышленных и гражданских сооружений является одним из важнейших аспектов при эксплуатации объектов. Согласно действующим нормам противопожарная защита должна достигаться за счет использования различных конструкций и материалов. В настоящее время основными материалами, используемыми для огнезащиты конструкций являются разнообразные облицовочные материалы, противопожарные конструкции и шторы, которые обеспечивают необходимые требования для ограничения распространения пожара.

Выбор разнообразных способов огнезащиты металлических конструкций определяется исходя из необходимого предела огнестойкости данной конструкции, вида нагрузки, приложенной к данной конструкции (статической или динамической), заданного режима эксплуатации здания, температурно-влажностного режима и требований, предъявляемых к сооружению.

К негативным факторам, определяющим воздействия пожара на металлические конструкции, относятся: потеря целостности, несущей способности, теплоизолирующей способности, как отдельных элементов здания, так и всего здания. Высокая температура приводит прежде всего к изменению и ухудшению деформационных характеристик используемых сталей, потере их температурных напряжений, возникновению деформаций ползучести, что впоследствии приводит к необратимым деформациям стальных конструкций, потере необходимой ограждающей и несущей способности и в итоге к обрушению здания. В условиях пожара металлические конструкции теряют свою несущую способность уже через 15 минут, поэтому в тех случаях, когда требуемый предел огнестойкости превышает это значение, металлические колонны, фермы и балки подвергают огнезащите.

Основные требования, предъявляемые к огнезащитным системам:

- достаточная сопротивляемость конструкции сооружения к воздействию огня и высоких температур;
- низкая теплопроводность;
- отсутствие токсичности используемого материала;
- технологичность и простота использования;
- долговечность;
- экономичность.

Огнезащита металлических конструкций предназначена для повышения предела огнестойкости и повышения прочности металла до требуемых значений. Самыми популярными методами на данный момент являются: использование теплозащитных и теплопоглощающих экранов, противопожарных штор, различных огнезащитных составов, особенных конструктивных решений, применение материалов пониженной горючести. Рассмотрим основные методы.

Противопожарные шторы

Является наиболее эффективным и часто используемым методом защиты металлических конструкций от пожара. Данный метод помогает достичь необходимого уровня огнезащиты не только для новых сооружений, но и качестве реконструкции уже существующих. Противопожарные шторы могут устанавливаться на лифтовые проемы, а так же окна высотой до 8 м и шириной не более 40 м. Дымозащитные противопожарные шторы в основном выполняются из текстильных материалов, что является их основным преимуществом. Так как использование данного метода не требует изменения существующих архитектурных решений. Позволяет быстро и без больших вложений провести осуществить мероприятия по противопожарной защите промышленного или гражданского здания.

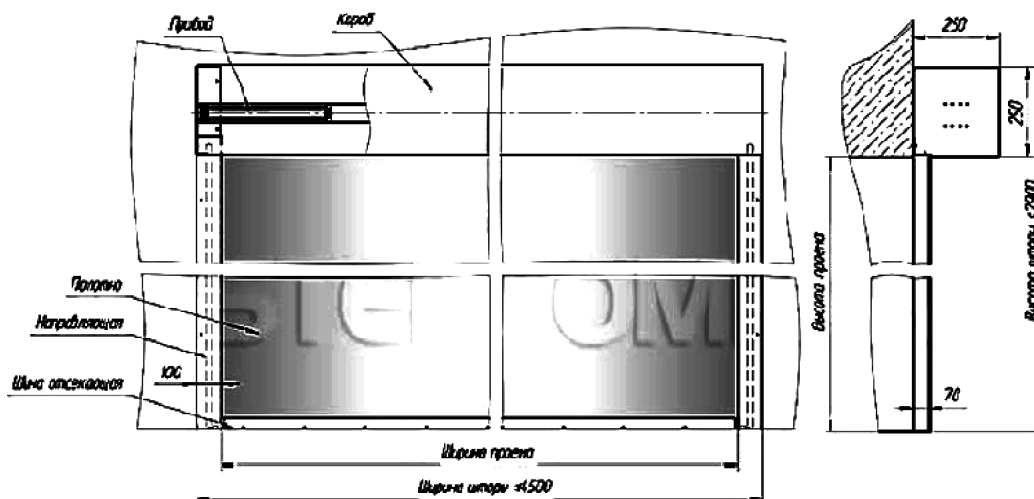


Рисунок 1 – Конструкция противопожарных штор

В условиях пожара здание подвергается воздействию огня преимущественно с одной стороны. Согласно действующему законодательству РФ и документации по пожарной безопасности проектирование зданий, должно осуществляться исходя из стандартного температурного режима пожара, которая регламентируется следующей эмпирической формулой:

$$T_f = T_0 + 345 \lg(8t + 1),$$

где T_f – температура пламени;
 T_0 – начальная температура;
 t – время в мин.

В современном мире целесообразность новых технических решений должна обеспечиваться технической необходимостью данного конструктивного решения, а также экономической обоснованностью, связанной снижением затрат на данную конструкцию. Критерии выполнения данного условия:

$$\begin{aligned} & E Z_6 + P_{п1} S_1 [(U_1 + U_2)(1 - P_6) + U_1 P_6] + \\ & + P_{п2} S_2 [(U_1 + U_2)(1 - P_6) + U_2 P_6] + \mathcal{E}_6 > \\ & > E Z_H + P_{п1} S_1 [(U_1 + U_2)(1 - P_H) + U_1 P_H] + \\ & + P_{п2} S_2 [(U_1 + U_2)(1 - P_H) + U_2 P_H] + \mathcal{E}_H, \end{aligned}$$

где Z_6, Z_H – затраты на устройство базовой и новой конструкции;
 $P_{п1}, P_{п2}$ – вероятность пожара в 1-м и 2-м отсеках площадью S_1, S_2 ;
 U_1, U_2 – материальные потери во время пожара в 1-м и 2-м отсеках;
 P_6, P_H – надежность новой и базовой конструкции;
 $\mathcal{E}_6, \mathcal{E}_H$ – затраты на эксплуатацию штор базовой и новой конструкции;
 E – коэффициент эффективности капиталовложений (3).

Из данного выражения видно, что конструкция противопожарной шторы является экономически эффективной и технически целесообразной, т.к. выполняются следующие условия: низкая стоимость конструкции, возможные материальные потери при пожаре, затраты на установку конструкции.

Огнезащитные составы

Огнезащитные покрытия позволяют блокировать тепловой поток от огня к металлической конструкции до потери ее несущей способности. Главная цель огнезащитных покрытий - это повышение предела огнестойкости для увеличения времени эвакуации людей. Многие покрытия блокируют поток огня к металлоконструкции, что позволяет предотвратить быстрое перегревание. Эффективность огнезащиты покрытия делится на 7 групп, в зависимости от наступления предельного состояния:

- 1 группа – не менее 150 мин;
- 2 группа – не менее 120 мин;
- 3 группа – не менее 90 мин;
- 4 группа – не менее 60 мин;
- 5 группа – не менее 45 мин;
- 6 группа – не менее 30 мин;
- 7 группа – не менее 15 мин.

Для защиты металлоконструкций от воздействия повышенных температур часто используют вспучивающиеся покрытия (1).

В связи с этим наибольшее использование получили композиты на основе водно-дисперсионных материалов, с улучшенным комплексом свойств, где в качестве добавок используются:

- углекислый аммоний;
- сульфокислый гидротированный кальций;
- хлорид аммония.

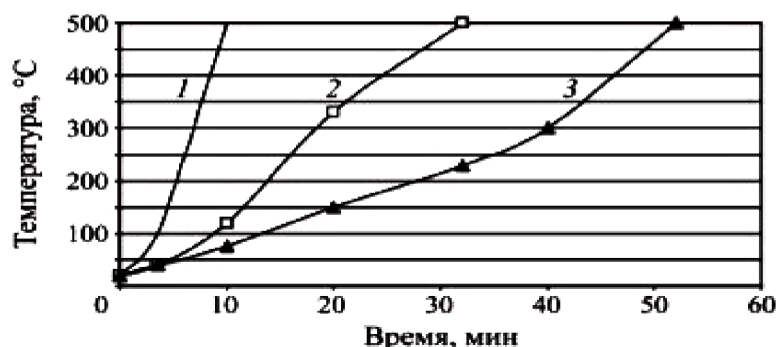


Рисунок 2 – График прогрева стальных образцов:

1 – без огнезащитного покрытия; 2 – с покрытием ВДМ;

3 – с покрытием ВДМ +30% масс $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Использование данного состава позволяет повысить прочность металлических конструкций, обеспечивает 4-ю группу огнезащитной эффективности, не содержит органических растворителей, пожаровзрывобезопасен для людей, а так же нетоксичен.

Комбинированные способы огнезащиты

Для наиболее эффективного повышения уровня огнезащиты здания целесообразно применять комбинированные методы защиты металлических конструкций от огня. Метод состоит в использовании особого экрана, который обладает пористой структурой, способной обладать парокапельной жидкостью, которая при высоких температурах оказывает эффект испарительного охлаждения. Сам экран выполняется из термостойких волокнистых материалов, который позволяет блокировать радиационно-конвективный поток от пламени за счет теплового поглощения и отражения, а так же оказать эффект испарительного охлаждения. Преимущество дает воздушная прослойка между самим экраном и конструкцией.

Конструкция укрытия состоит из огнестойкого экрана и несущего каркаса со встроенной системой орошения (2).

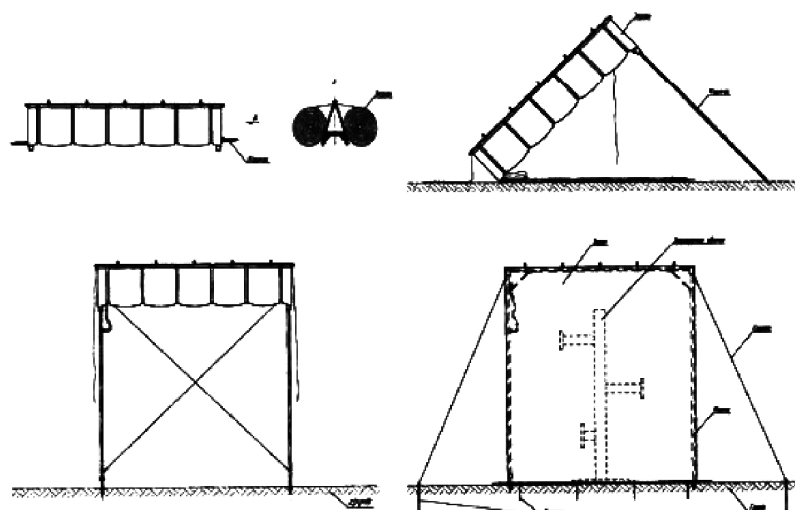


Рисунок 3 – Порядок установки огнезащитного укрытия на защищаемом объекте (слева направо)

Такие огнезащитные покрытия применяются преимущественно для фонтанной арматуры нефтяных скважин. Конструкции имеют следующие технические характеристики:

- размеры в исходном положении 3000×700×400 мм;
- толщина экрана 20 мм.

Данная конструкция позволяет обеспечить повышение предела огнестойкости защищаемого объекта при орошении экрана водой до 2 группы огнезащитной эффективности и до 4 группы огнезащитной эффективности без использования воды. Такой вид покрытия может применяться для защиты объекта не только в помещении, но и на открытом воздухе.

Таким образом, данная конструкция является хорошей альтернативой водным завесам или обычным противопожарным шторам, т.к их мобильность и экономичность является хорошей альтернативой обычным шторам.

Тщательный анализ и подробное изучение пожароопасных свойств строительных материалов и металлических конструкций позволяют оценить их «поведение» во время пожара и после него. Все это позволяет подобрать высокоэффективные и экономичные методы защиты огнезащиты металлоконструкций, которые в дальнейшем можно предложить конечным потребителям. Новые меры противопожарной защиты здания, созданные после тщательного анализа всех существующих методов позволят наиболее эффективно обеспечивать меры противопожарной безопасности в новых и уже существующих зданиях.

Литература

1. Халтуринский Н.А., Крупкин В.Г. О механизме образования огнезащитных вспучивающихся покрытий // Пожаровзрывбезопасность. – 2011. – Т. 20. – № 10. – С. 33–36.
2. Заикин С.В, Страхов В.Л, Каледин В.О Новый способ и средства огнезащиты для объектов нефтегазового комплекса // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 3 (15). – С. 20–24.
3. Корольченко А.Я., Гетало Д.П., Противопожарные шторы (обзор) // Пожарная безопасность зданий, сооружений, объектов. – 2005. – Т. 24. – № 4. – С.56–65.
4. Леонова А.Н., Сорокина Е.Н. Конструктивная безопасность вантовых конструкций // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 3 (63). – С. 33.
5. Оценка уровня воздействия сверхвысоких температур на элементы конструкций / Е.Н. Карпанина [и др.] // Цескословская академия Вед. – 2018. – Т. 63. – № 6. – С. 915–920.
6. Сорокина Е., Леонова А. Оценка выживаемости металлических элементов при локальных повреждениях с учетом запроектных эффектов основания // В сборнике: MATEC Web of Conferences. – 2018. – С. 2–8.
7. Аналитические аспекты проектирования металлических конструкций специального назначения / Е.Н. Карпанина [и др.] // Публикации. – 2018. – Т. 5. – № 14–2. – С. 735–743.

References

1. Khalturinsky N.A., Krupkin V.G. On the mechanism of formation of flame retardant bloating coatings // Fire and explosion safety. – 2011. – Vol. 20. – № 10. – P. 33–36.
2. Zaikin S.V., Strakhov V.L., Kaledin V.O. New method and means of fire protection for objects of the oil and gas complex // Transport on alternative fuels. – 2010. – № 3 (15). – P. 20–24.
3. Korolchenko A.Ya., Getalo D.P., Fire Protection Curtains (review) // Fire Safety of Buildings, Structures, Objects. – 2005. – Vol. 24. – № 4. – P.56–65.
4. Leonova A.N., Sorokina E.N. Structural safety of cable-stayed structures // Engineering Herald of the Don. – 2020. – № 3 (63). – P. 33.
5. Estimation of the level of exposure to ultrahigh temperatures on the elements of structures / E.N. Karpanina [et al.] // Ceskoslovska Akademie Ved. – 2018. – Vol. 63. – № 6. – P. 915–920.
6. Sorokina E., Leonova A. Estimation of survival of metal elements under local damages taking into account beyond design basis effects // In the collection: MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 2–8.
7. Analytical aspects of the design of metal structures for special purposes / E.N. Karpanina [et al.] // Publications. – 2018. – Vol. 5. – № 14–2. – P. 735–743.