



Исх. № 208547 - 05.03.2025/

Дата обновления статьи: 19.02.2025 г.

# Как определить предел огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой

В статье разберем методы определения предела огнестойкости для конструкций из стали и обсудим основные параметры, которые влияют на подбор толщины их огнезащиты. Дополнительно поговорим о том, как правильно провести испытания стальных конструкций с огнезащитой, которые позволят сделать их защиту еще эффективнее.

## Класс пожарной опасности и предел огнестойкости стали

Предел огнестойкости и класс пожарной опасности — основные показатели, которые устанавливаются для строительных конструкций. Указанные характеристики регулируют их область применения в строительстве. Чем больше степень огнестойкости здания, тем значительно больше должен быть предел огнестойкости у конструкций, из которых состоит здание.

**Негорючий материал.** Сталь относится к негорючим материалам и, следовательно, без испытаний конструкция, выполненная из стали, имеет класс пожарной опасности К0, что позволяет использовать их в зданиях любой степени огнестойкости по данному показателю.

**Но быстро нагревается при пожаре.** С пределом огнестойкости стальных конструкций не все так однозначно. Сталь имеет высокую теплопроводность и низкую теплоемкость, она быстро нагревается в условиях пожара. В общем случае, стальные конструкции без дополнительной защиты имеют предел огнестойкости 15 минут.

## Как определить предел огнестойкости стали с огнезащитой

Для увеличения предела огнестойкости стальных конструкций используют огнезащиту. Перед проектировщиками при повседневной жизни, стоит вопрос, как определить предел огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой?

**Методы определения предела огнестойкости.** Согласно п.5.2.5 СП 2.13130 имеются следующие методы определения пределов огнестойкости строительных конструкций с огнезащитой, то есть предел огнестойкости может быть определен одним из следующих способов:

- испытаниями строительных конструкций с нанесенной огнезащитой, при воздействии нагрузки, в соответствии с ГОСТ 30247.1;
- расчетно-аналитическим методом, включающим совместное решение прочностной и теплотехнической задач. В решении используются экспериментальные данные по огнезащитной эффективности средства огнезащиты.

При этом для стальных конструкций дополнительно должно быть проведено огневое испытание образца стальной колонны или горизонтальной балки с учетом приложения к ним статической нагрузки в соответствии с методами, указанных в приложениях Б и В ГОСТ Р 53295.

**Особенности испытаний.** Испытания для оценки предела огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой — трудоемкий и дорогой способ. В здании могут встречаться до 100 различных вариантов стальных конструкций, которые будут иметь разный предел огнестойкости. Испытать все варианты конструкций в здании невозможно. Выбрать наиболее опасные, чтобы сократить количество конструкций для испытаний, без проведения расчета невозможно. На практике как альтернативный вариант используется расчетно-аналитический метод.

## **Правила расчета предела огнестойкости для конструкций из стали**

Предел огнестойкости стальных конструкций наступает из-за изменения прочностных и деформативных характеристик стали при нагреве. Поэтому суть расчетно-аналитического метода заключается:

- 1) в определении допустимой температуры нагрева стального сечения, при котором конструкция будет соответствовать требованиям пожарной безопасности;
- 2) в определении необходимой толщины огнезащиты, которая не позволит нагреться стальному сечению выше критической температуры.

Под критической подразумевается температура для заданного уровня нагружения, при которой наступает предельное состояние конструкции из конструкционной стали в случае равномерного распределения температуры по площади сечения.

Расчетно-аналитический метод подразумевает под собой выполнение следующих действий:

1. Определение нагрузки, действующей при пожаре на конструкцию. Нагрузки, на которые рассчитывается конструкция при нормальной эксплуатации, отличаются от нагрузок, действующих на конструкцию при воздействии пожара. Это обусловлено тем, что вероятность пожара в момент, когда будет действовать максимальная нагрузка на конструкцию (например, во время сильного снегопада или урагана), слишком мала.

В связи с этим в Российской Федерации для оценки огнестойкости учитывают только

постоянные и временные длительные нагрузки в их расчетных значениях с коэффициентом надежности, равным 1. Такая величина нагрузки увеличивает огнестойкость по отношению к такой же конструкции, на которую действует расчетная нагрузка с повышенными коэффициентами надежности при нормальной эксплуатации.

2. Определение расчетного результата воздействия (например, внутреннее усилие, момент, напряжение, деформация) при пожаре на конструкцию от приложенной нагрузки.
3. Определение температурного коэффициента снижения предела текучести стали при нагреве. В тех случаях, когда указанный коэффициент допускается определять напрямую из выражений несущей способности сечения конструкции, несущая способность сечения заменяется значением результата воздействия. Вследствие этого можно определить значение коэффициента, например, как для изгибаемых балочных конструкций:

$$\gamma_T = \frac{M}{W_{pl} R_{yn}}$$

где  $M$  – расчетный изгибающий момент, действующий в сечении конструкции от приложенной нагрузки;

$W_{pl}$  – пластический момент сопротивления сечения;

$R_{yn}$  – предел текучести стали.

В тех случаях, когда этого напрямую сделать нельзя, температурный коэффициент снижения предела текучести стали при нагреве определяется методом последовательных итераций.

Каждому значению температурного коэффициента снижения предела текучести стали соответствует определенное значение температуры нагрева стали, что в свою очередь и позволяет определить критическую температуру стальной конструкции.

## Как подбирается толщина огнезащиты

На основании полученного значения критической температуры стальной конструкции подбирается толщина огнезащиты, которая предотвратит нагрев рассматриваемого стального сечения выше полученного значения критической температуры.

**Способы определения.** Толщина огнезащиты может быть определена двумя способами:

1. на основании табличной информации,

2. проведением расчета (моделирования) нагрева стального сечения с огнезащитой.

Инженерами ТЕХНОНИКОЛЬ разработан калькулятор конструктивной огнезащиты, который позволяет подобрать требуемую толщину огнезащиты стальных конструкций. В основе калькулятора лежит Руководство по проектированию и устройству конструктивной огнезащиты строительных конструкций.



Подробнее о том, как пользоваться калькулятором, писали в статье про расчет конструктивной огнезащиты.

**Основные показатели.** Для обоснования толщины огнезащиты, которой будет достаточно для защиты конструкции от нагрева до критической температуры, необходимо знать закономерность:

*«критическая температура» — «приведенная толщина металла» — «толщина огнезащитного покрытия».*

Толщину огнезащитного покрытия, как правило, получают расчетно-экспериментальным методом. Его суть заключается в проведении серии огневых испытаний, по результатам которых получают данные о нагреве образцов с различной приведенной толщиной металла и различной толщиной огнезащиты до температуры +800°C.

На основании полученных экспериментальных данных рассчитывают значения, которые позволяют построить необходимую закономерность, используемую для подтверждения предела огнестойкости.

\$BANNER-203969\$

**Необходимость испытаний под нагрузкой.** Однако, испытания проводят на стальных колоннах без нагрузки, что не отражает действительного поведения огнезащиты в реальных условиях эксплуатации. Исследования показывают, что в случаях проведения огневых испытаний стальных конструкций под нагрузкой время прогрева конструкции до критической температуры будет меньше, чем аналогичной конструкции без нагрузки.

Для стальных конструкций дополнительно проводят огневые испытания под нагрузкой. Цель испытания — получить экспериментальные данные о влиянии напряженно-деформированного состояния стальной конструкции на эффективность средства огнезащиты.

На основании полученных данных о снижении огнезащитной эффективности конструкции под нагрузкой и без нее корректируют итоговые показатели огнезащиты, обеспечивающие необходимый предел огнестойкости защищаемой конструкции.

Система ТН-ОГНЕЗАЩИТА МК Конструктив как пример выполнения конструктивной огнезащиты стальной конструкции, которая обеспечивает предел огнестойкости от 90 до 120 минут:



Остались вопросы? Задайте их в комментариях к статье.

**Разработал:**

Сергей Жамойдик

Руководитель направления пожарная безопасность, Инженерно-технический центр Технической дирекции.



Ответ сформирован в  
базе знаний по ссылке