

УДК 614.842.8

*Неботов С.И. магистр  
Академия ГПС МЧС России,*

*Москва*

*Россия, г. Москва*

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ  
КОНСТРУКЦИЙ, РАБОТАЮЩИХ НА СЖАТИЕ И НА РАСТЯЖЕНИЕ**

*Аннотация: рассмотрены расчеты огнестойкости конструкций, работающих на сжатие и на растяжение, особое внимание уделено теплотехническому и статистическому расчету*

*Ключевые слова: металлические конструкции, расчет огнестойкости, критическая температура*

*Nebotov S. I. master  
State Fire Service  
Academy EMERCOM of Russia, Moscow  
Russia, Moscow*

**FEATURES OF CALCULATING THE FIRE RESISTANCE LIMIT OF  
STRUCTURES WORKING ON COMPRESSION AND TENSION**

*Abstract: the calculations of the fire resistance of structures working on compression and tension are considered, special attention is paid to thermal engineering and statistical calculation*

*Keywords: metal structures, calculation of fire resistance, critical temperature*

Хотя металлические (стальные) конструкции выполнены из негоряемого материала, фактический предел их огнестойкости в среднем составляет 15 мин. Это объясняется достаточно быстрым снижением прочностных и деформативных характеристик металла при повышенных температурах во время пожара, что обусловлено его высокой теплопроводностью. Наступление предела огнестойкости металлических конструкций наступает в результате потери прочности или за счет потери устойчивости самих конструкций или их элементов. Тому и другому случаю соответствует определенная температура нагрева металла, называемая критической ( $t_{cr}$ ).

Расчет огнестойкости включает в себя теплотехнический и статический расчет. Статическая задача имеет целью определение несущей способности конструкции с учетом изменения свойств металла при высоких температурах, т.е. определения критической температуры в момент наступления предельного состояния при пожаре. В результате решения теплотехнической задачи определяется время нагрева металла от начала действия пожара до достижения в расчетном сечении критической температуры, т.е. решение этой задачи позволяет определить фактический предел огнестойкости конструкции [1].

Как известно, металл обладает высоким коэффициентом температуропроводности, за счет чего выравнивание температуры по его толщине происходит весьма быстро.

Приведенная толщина металла дает возможность привести стержни, имеющие любую конфигурацию поперечного сечения, к простой пластине. Значение приведенной толщины металла в общем случае определяется как отношение поперечного сечения к обогреваемому его периметру

Используя алгоритм расчета, можно составить номограмму, с помощью которой можно определить температуру незащищенных конструкций любых сечений, т.е. решить теплотехническую задачу.

Металл обладает высокой теплопроводностью, что позволяет, расчет огнестойкости стальных конструкций выполнять не по времени снижения несущей способности до величины от нормативной нагрузки, а по времени прогрева конструкции до критической температуры ( $t_{cr}$ ). Расчет огнестойкости металлических конструкций целесообразно начинать со статической части, т.е. с определения критических температур. Далее производят теплотехнический расчет, в результате чего находят время нагрева конструкции до критической температуры, т.е. ее предел огнестойкости. Определив критическую температуру, при которой наступает потеря несущей способности конструкции, а также, зная приведенную толщину металла, по номограмме, можно вычислить

время нагрева до наступления критической температуры, т.е. фактический предел огнестойкости [2].

Величину критической температуры для растянутых элементов определяют из условия снижения прочности (предела текучести) стали до величины напряжения, возникающего в элементе от внешней (нормативной, рабочей) нагрузки. Несущая способность сжатых элементов фермы необходимо определять из условий потери прочности и потери устойчивости, т.е. расчет проводится по двум методикам:

1. По потере прочности с учетом коэффициента продольного изгиба  $\phi$ .
2. Из условия снижения модуля упругости стали до критической величины (что приводит к недопустимому прогибу элемента).

Числовые значения ( $t_{cr}$ ) определяют по экспериментальным данным о снижении коэффициента изменения предела текучести ( $\gamma_t$ ) и модуля упругости ( $\gamma_E$ ) стали от температуры нагрева по графику.

Площадь поперечного сечения элемента фермы принимают с учетом количества профилей, на которые передается усилие от внешней нагрузки. В узлах фермы каждый элемент выполнен, как правило, из двух уголков (рис.14), за исключением подвесок, выполненных из одного швеллера, и ненагруженных стоек.

Так как элемент выполнен из двух сваренных между собой уголков, то обогреваемый периметр и площадь сечения элемента будут умножаться на 2.

При расчете сжатых элементов с учетом коэффициента продольного изгиба ( $\phi$ ), следует учесть этот коэффициент, т.е.

$$\gamma_{y_{cr}} = \frac{N_n}{\phi \cdot A \cdot R_{yn}} \quad (1)$$

Коэффициент продольного изгиба элемента зависит от его гибкости ( $\lambda$ ): при ( $\lambda$ ) < 40, величина ( $\phi$ ) = 1; при ( $\lambda$ )  $\geq$  40 - ( $\phi$ ) = 0,95. При этом определяют максимальную величину гибкости ( $\lambda_{max}$ ) с учетом двух направлений прогиба

стержня: «в плоскости» фермы (т.е. в вертикальном направлении) и «из плоскости» фермы (т.е. в горизонтальном направлении).

Гибкость вычисляется по формуле:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x}, \lambda_y = \frac{l_y}{i_y}, \quad (2)$$

Как было сказано выше, значение ( $t_{cr}$ ) определяется в зависимости от значений коэффициента изменения предела текучести ( $\gamma_t$ ) или модуля упругости ( $\gamma_E$ ) стали [3].

Зная значения критической температуры и приведенной толщины профиля, для каждого элемента определяется время прогрева до критической температуры, т.е. утраты их несущей способности. По полученным результатам определяется фактический предел огнестойкости фермы ( $P_{\phi}$ ) – по минимальному значению времени утраты несущей способности (прогрева до  $t_{cr}$ ) наиболее слабого элемента фермы.

Таким образом, суть расчета предела огнестойкости конструкций заключается в определении времени, по истечении которого в условиях высокотемпературного воздействия при пожаре наступает одно из предельных состояний, кроме потери плотности.

#### **Использованные источники:**

1. Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Фролов А.Ю., «Огнестойкость строительных конструкций». – М.: ЗАО «Спецтехника», 2001. – 496 с.

2. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, параметров пожарной опасности материалов. Порядок проектирования огнезащиты. Справочный материал. Москва 2013.

3. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука». – 2001.-

382 с.