

*Гуляев Д.В., магистрант
3 курс, факультет
«Безопасность жизнедеятельности
и инженерная экология»
Донской государственной технической университет
Россия, г. Ростов-на-Дону
Будыльский И.С.,
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности
и защита окружающей среды»
Донской государственной технической университет
Россия, г. Ростов-на-Дону*

РАСЧЕТ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТЕН ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ.

***Аннотация:** На объектах защиты II степени огнестойкости стены лестничных клеток должны соответствовать пределу огнестойкости не менее 90 минут. Проверим соблюдение этого условия для проектируемого здания МТК (многофункциональный торговый комплекс).*

Статья посвящена расчету предела огнестойкости стены лестничной клетки МТК.

***Ключевые слова:** огнестойкость основных строительных конструкций, предел огнестойкости, расчет предела огнестойкости стены лестничной клетки.*

***Abstract:** At the objects of protection of the II degree of fire resistance, the walls of stairwells must meet the fire resistance limit for at least 90 minutes. We will check compliance with this condition for the projected MTK building (multifunctional shopping complex).*

The article is devoted to the calculation of the fire resistance limit of the MTK stairwell wall.

Keywords: *fire resistance of the main building structures, fire resistance limit, calculation of the fire resistance limit of the stairwell wall.*

Согласно нормативным документам, на объектах защиты II степени огнестойкости стены лестничных клеток должны соответствовать пределу огнестойкости не менее 90 минут. Проверим соблюдение этого условия для проектируемого здания МТК (многофункциональный торговый комплекс).

Нагрузка на стену (с учетом веса опираемых конструкций и временных нагрузок) принята равной 3500-3600 кН, момент в конструкции $\approx 20,0$ кН·м. Согласно приложения СТО для конструкции толщиной более 200 мм можно найти глубину прогрева железобетона до максимальной температуры (500 °С) и температуру прогрева арматуры соответственно: $a_t = 36$ мм, $t_s = 425$ °С (при указанной температуре $\gamma_{st} = 0.79$). Температура арматуры около холодной поверхности $t/s = 50$ °С. при этом $\gamma_{st} = 1$, $\beta_s = 0,92$. При $t_{bm} = 200$ °С, $\beta_{bt} = 0,7$. Расчетные размеры приведенного простенка: $h_t = 214$, $h_0 = 210$, $b_t = 6.428 \cdot 10^3$, $h_{0t} = 174$. Гибкость простенка:

$$\lambda = \frac{L_0}{h_t} = 11.449$$

Эксцентриситет продольной силы находим с учетом: прогиба простенка от продольного изгиба и неравномерного прогрева по высоте сечения: $\dot{a} = \dot{a}_0 \cdot \eta + 0.5 \cdot (h_0 - a^2) + e_t$, где $e_0 = M_n / N_n = 5.714 \cdot 10^{-3}$ мм. Коэффициент $\phi_1 = 2$ (при расчете огнестойкости). Учитывая что $\delta_{\dot{a}} = \dot{a}_0 / h_t = 2.67 \cdot 10^{-5}$, принимаем его значение в расчетах 0.15. Тогда:

$$\mu\alpha = \frac{A_s \cdot E_s + A_s^2 \cdot (E_s \cdot \beta_s')}{b_t \cdot h_t \cdot (E_b \cdot \beta_{bt})} = 0.039$$

Жесткость простенка (при $\delta_e = 0.15$):

$$D = E_{bt} \cdot b_t \cdot h_t^3 \cdot \left(\left(\frac{0.0125}{\varphi_1 \cdot (0.3 + \delta_e)} \right) + 0.175 \cdot \mu\alpha \cdot \left(\frac{h_{0t} - a^?}{h_t} \right)^2 \right) = 2.522 \cdot 10^{13}$$

Условная критическая сила:

$$N_{cr} = \pi^2 \cdot (D / L_0^2) = 4.147 \cdot 10^7$$

Коэффициент прогиба:

$$\eta = \frac{1}{1 - \left(\frac{N_n}{N_{cr}} \right)} \approx 1$$

В связи с неравномерным нагревом по всей толщине простенка строительной конструкции, образуется температурный прогиб, который увеличивает эксцентриситет продольной силы (т.к. направлен в одну сторону прогиба от продольной силы). Тогда при $t_s = 425 \text{ }^\circ\text{C}$ $\alpha_s = 14.2 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

При $t_b = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ $\alpha_{bt} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. При указанных параметрах и значении $\alpha = 0.7$ прогиб простенка от неравномерного прогрева по высоте сечения:

$$e_t = \alpha \cdot (\alpha_{st} \cdot t_s - \alpha_{bt} \cdot t_b) \cdot \frac{L_0^2}{8 \cdot h_0} = 13.9$$

тогда общий эксцентриситет:

$$e = e_0 \cdot \eta + 0.5 \cdot (h_0 - a^?) + e_t = 98,9$$

Момент от нормативной нагрузки: $M_n = N_n \cdot e_t = 3.464 \cdot 10^5 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Высота сжатой зоны:

$$x = \frac{N_n \cdot 10^3 + (R_{snt} \cdot A_s) \cdot (1 + \xi_r) / (1 - \xi_r) - (R_{sct} \cdot A_s^?)}{R_{bn} \cdot b_t + 2 \cdot R_{snt} \cdot A_s / h_0 \cdot (1 - \xi_r)} = 18.9$$

Учитывая, расчет прочности сечения стены проводим при огневом воздействии 90 минут проверяем выполнение следующего условия:

$$N \cdot e \leq R_{bn} \cdot b_t \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x) + R_{snt} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a')$$

Подставляя полученные значения, получаем:

$$N \cdot e(M) = 3.464 \cdot 10^5 \leq R_{bn} \cdot b_t \cdot x \cdot (h_0 - 0.5 \cdot x) + R_{snt} \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 8.021 \cdot 10^8$$

Таким образом, условие выполняется, следовательно, стена лестничной клетки обеспечивает предел огнестойкости по показателю «R» (потеря несущей способности) более 90 минут. Сведения об огнестойкости строительных конструкций рассматриваемого здания показаны ниже и сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Характеристика огнестойкости основных строительных конструкций здания МТК

№ п/п	Наименование строительной конструкции	Определяющий параметр	Предел огнестойкости (мин.)	Примечание
1	2	3	4	5
1	колонны металлические	- габаритные размеры; - схема работы	90 ¹	соотв.
2	междуэтажные перекрытия	- габаритные размеры; - схема работы; - расположение арматуры	> 45	соотв.
3	марши лестничных клеток ¹	- защитный слой; - габаритные размеры	> 60	соотв.
4	площадки лестничных клеток	- габаритные размеры; - схема работы; - расположение арматуры	> 60	соотв.
5	стены лестничных клеток	- габаритные размеры; - схема работы; - расположение арматуры	> 90	соотв.

№ п/п	Наименование строительной конструкции	Определяющий параметр	Предел огнестойкости (мин.)	Примечание
1	2	3	4	5
6	конструкции с учетом применения состава ³	- габариты;	> 30	соотв.
7	наружные стены	-габариты	> 30	соотв.
¹ - при дополнительной защите конструкции, для наклонного элемента слоем не менее 20 мм; ² - принято с учетом расчета огнестойкости перекрытия; ³ - огнестойкость конструкции с применением гипсокартона, состава используемые проектом следуют подтвердить сертификатом пожарной безопасности.				

Вывод: предел огнестойкости стены лестничной клетки (кирпичная стена – проведено по аналогии с монолитным элементом) по потере несущей способности «R» составит более 90 минут. Данная конструкция может быть использована в зданиях II степени огнестойкости (т.е. в проектируемом здании МТК).

Использованные источники:

1. СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
2. СП 4.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
3. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».