



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2006123952/28, 04.07.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.07.2006

(45) Опубликовано: 27.03.2008 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ГОСТ 30247.1-94. Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. - М.: Издательство стандартов, 1995. RU 2004126773 А, 27.02.2006. RU 2004126769 А, 27.02.2006. RU 2275622 С1, 27.04.2006.

Адрес для переписки:

443001, г.Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
СГАСУ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Ильин Николай Алексеевич (RU),
Ведерников Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Самарский государственный архитектурно-
строительный университет" (СГАСУ) (RU)**(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ ОГНЕЗАЩИЩЕННЫХ БАЛОК ЗДАНИЯ****(57) Формула изобретения**

1. Способ определения огнестойкости стальных огнезащищенных балок здания путем испытания, включающего проведение технического осмотра, инструментальное измерение геометрических характеристик балок при изгибе в их опасных сечениях; выявление условий опирания и крепления балок, схем обогрева их поперечных сечений; установление вида огнезащитного материала и марки стали балок, характеристик металла сопротивлению на изгиб и растяжение; определение величины рабочей нормативной нагрузки на балки, схем ее приложения, интенсивности силовых напряжений в металле в опасных сечениях балок; определение времени наступления предельного состояния по признаку потери несущей способности балок под рабочей нормативной нагрузкой в условиях стандартного теплового воздействия, отличающийся тем, что определение огнестойкости стальных огнезащищенных балок здания проводят без огневого воздействия неразрушающими методами испытаний, используя комплекс единичных показателей качества стальных конструкций, определяют число и место расположения участков, в которых определяют единичные показатели качества, при этом технический осмотр дополняют определением группы однотипных стальных балок, инструментальным определением геометрических размеров толщины огнезащитного покрытия и несущих стержней стальных балок, экспериментально определяют показатели плотности материалов огнезащиты, их влажности в естественном состоянии и/или величину коэффициента тепловой диффузии материала огнезащиты, за единичные показатели качества принимают геометрические характеристики балок, критическую температуру нагрева стали в условиях пожара; степень напряжения и предел текучести металла;

вычисляют интегральные конструктивные

параметры D_{ar} , δ_0 , m_0 ; J_{σ_s} , τ_{us} ,

где D_{ar} - коэффициент тепловой диффузии материала огнезащиты, мм²/мин;

δ_0 - толщина огнезащитного покрытия стальных балок, мм;

m_0 - показатель условий нагрева несущего стержня стальных балок с огнезащитным покрытием при пожаре;

J_{σ_s} - интенсивность нормальных силовых напряжений в поперечном сечении стальных балок от рабочей нормативной нагрузки;

τ_{us} - длительность сопротивления термическому воздействию несущего стержня стальных балок без учета огнезащитного покрытия, мин;

и, используя полученные параметры стальных огнезащищенных балок, по номограмме вычисляют фактический предел огнестойкости $F_{u(R)}$, мин.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что интенсивность нормальных силовых напряжений в поперечном сечении несущего стержня стальных огнезащищенных балок от рабочей нормативной нагрузки, действующей в условиях стандартных огневых испытаний, вычисляют по формуле (1)

$$J_{\sigma_s} = M_p / (W_n \cdot R_{yn}),$$

где M_p - изгибающий момент в опасном сечении от рабочей нормативной нагрузки, действующей на балки в условиях испытаний, кН·м;

W_n - момент сопротивления поперечного сечения относительно горизонтальной оси балки, см³;

R_{yn} - нормативное сопротивление растяжению, сжатию и изгибу по пределу текучести стали по ТУ или ГОСТу, МПа.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что при различных значениях предельной температуры нагрева стали несущего стержня металлических балок t_u , °С, отличающихся от величины критической температуры стали t_{cr} , °С, фактическую интенсивность нормальных силовых напряжений в поперечном сечении стальных балок вычисляют по формуле (2)

$$J_{\sigma_s} = e^{-0,47 \cdot (t_u / t_{cr})^n},$$

где J_{σ_s} - интенсивность нормальных силовых напряжений в поперечном сечении стальных огнезащищенных балок;

t_u - предельная температура нагрева стали (°С), при которой различно нагруженные стальные огнезащищенные балки теряют несущую способность;

t_{cr} - критическая температура нагрева стали (°С) металлических балок (при нормативной интенсивности силовых напряжений $J_H=0,625$ для строительной малоуглеродистой стали марки Ст.3 $t_{cr}=510^\circ\text{C}$);

n - эмпирические показатели в зависимости от марок сталей ($n=2,8$ для строительной стали марки Ст.3).

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при $t_u=t_{cr}\pm 50^\circ\text{C}$ интенсивность нормальных силовых напряжений в поперечном сечении стальных балок вычисляют по формуле (3)

$$J_{\sigma_s} = J_H \cdot t_{cr} / t_u = 0,625 \cdot t_{cr} / t_u$$

где $J_H=0,625$ - нормативная интенсивность силовых напряжений в поперечном сечении стальных балок в условиях огневых испытаний;

t_{cr} и t_u - соответственно критическая и предельная температура нагрева стали, °С.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что показатель условий нагрева несущего стержня стальных балок с конструктивным огнезащитным покрытием в условиях стандартного огневого испытания (при $\delta_x \leq \alpha_{y1}$) вычисляют по формуле (4)

$$m_0 = (\alpha_{y1} / \delta_x)^{0,5} / (1,5 + (\alpha_{y1} / \alpha_{y2})^4),$$

где δ_x - толщина огнезащитного покрытия полки (стенки) несущего стержня стальных балок по оси x , мм;

α_{y1} , α_{y2} - ординаты расчетной точки сечения, направленно-перемещенной по оси y , мм, при условии $\delta_x > \alpha_{y1}$, в формуле (4) эти множители меняют местами; при перемене осей

координат ширину сечения b , мм, несущего стержня металлических колонн заменяют на высоту h , мм, где b - ширина сечения несущего стержня балок, мм.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что ординаты расчетных точек сечения M , направленно перемещенных по оси y , определяющих место расположения средней температуры по ширине полки или высоте стенки неравномерно прогретого несущего стержня стальной балки в условиях пожара, вычисляют по формулам (5а) и (5б):

$$\alpha_{y1} = \delta_y + \left(\frac{\delta_y \cdot b}{2} \right)^{1/2} \cdot \left(\frac{b}{H} \right)^{0,25} \leq \frac{H}{2};$$

$$\alpha_{y2} = H - \alpha_{y1},$$

где α_{y1} и α_{y2} - ординаты расчетных точек неравномерно прогретого поперечного сечения стальных балок, мм;

δ_y - толщина огнезащитного покрытия полки или стенки несущего стержня стальной балки по оси y , мм;

b и H - соответственно ширина сечения несущего стержня и высота стальной огнезащитной балки, мм.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что коэффициент тепловой диффузии материала огнезащитного покрытия стальных балок, D_{ar} , мм²/мин, определяют экспериментально или рассчитывают при осредненной температуре $t_m=450^\circ\text{C}$ по формуле (6)

$$D_{ar} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot (\lambda_0 \pm b \cdot 10^{-3} \cdot t_m)}{k_p \cdot \rho_c \cdot (C_0 + d \cdot 10^{-3} \cdot t_m + 0,05 \cdot \omega)},$$

где λ_0 и b - эмпирические числа для расчета коэффициента теплопроводности материала огнезащиты;

t_m - средняя температура нагрева (450°C) огнезащитного материала;

C_0 и d - эмпирические числа для расчета удельной теплоемкости материала огнезащиты;

ω - влажность материала огнезащиты массовая, %;

ρ_c - плотность сухого материала огнезащиты, кг/м³;

$k_p=0,75$ при ρ_c более 1000 кг/м³; $k_p=1$ при ρ_c менее 1000 кг/м³.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что длительность сопротивления термическому воздействию несущего стержня стальных балок без учета огнезащитного покрытия τ_{us} , мин, определяют по формуле (7):

$$\tau_{us} = 110 \cdot \left[(1 - J_{\sigma s})^{0,5} - 0,5 \right] + 6 \cdot T_{sr},$$

где $J_{\sigma s}$ - интенсивность нормальных напряжений в поперечном сечении несущего стержня стальных балок от действия рабочей нормативной нагрузки при пожаре;

T_{sr} - приведенная толщина металла несущего стержня стальных балок, см, рассчитываемая по формуле (8)

$$T_{sr} = A_s / P_0,$$

где A_s - площадь металла поперечного сечения несущего стержня, см²;

P_0 - периметр обогрева поперечного сечения стальных балок, см.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что за единичные показатели качества стальных балок, влияющих на их предел огнестойкости, принимают геометрические характеристики при изгибе поперечного сечения, условия закрепления концов балок, длину периметра обогрева поперечного сечения, нормативное сопротивление стали при изгибе, сжатии и растяжении по пределу текучести, величину рабочей нормативной нагрузки и схему ее приложения; величину изгибающего момента и поперечной силы, интенсивность нормативных силовых напряжений в металле в опасных сечениях стальных балок, критическую температуру нагрева строительной стали в условиях огневого воздействия, влажность и плотность огнезащитного материала в естественном состоянии, толщину огнезащитного покрытия, показатели тепловой диффузии огнезащитного материала.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что неразрушающие испытания проводят для

группы однотипных стальных балок, различия между геометрическими размерами сечений и текучестью стали которых обусловлены главным образом случайными факторами.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что число испытаний n_{uc} единичного показателя качества стальных огнезащищенных балок, при вероятности результата 0,95 и точности 5%, определяют по формуле (9)

$$n_{uc}=0,15 \cdot v^2 \geq 6,$$

где v - выборочный коэффициент вариации результатов испытания, %.

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что схему обогрева поперечных сечений в условиях пожара испытываемых стальных балок определяют в зависимости от фактического расположения частей здания.

13. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае, когда все единичные показатели качества стальных балок (при M более 9 шт.), находятся в контрольных пределах, минимальное целое число металлических конструкций в выборке по плану сокращенных испытаний $M_{мин}$, шт., назначают из условия (10)

$$M_{мин}=0,3 \cdot (15+M^{0,5}) \geq 5,$$

где M - число однотипных металлических балок в здании, шт.

14. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае, когда хотя бы один из единичных показателей качества стальных балок выходит за границы контрольных пределов, минимальное число конструкций в выборке по норме определяют по формуле (11)

$$M_{н}=5+M^{0,5} \geq 8.$$

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае, когда хотя бы один из единичных показателей качества стальных балок выходит за границы допустимых пределов или $M \leq 5$ шт., не разрушающему испытанию подвергают все однотипные конструкции здания поштучно.

16. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно вычисляют гарантированный предел огнестойкости стальных огнезащищенных балок по номограмме путем решения обратной задачи огнестойкости.