

**Н. А. ИЛЬИН**  
**Д. А. ПАНФИЛОВ**  
**Н. А. КОЛЕСНЕВ**  
**И. А. СИЛАНТЬЕВ**

## **ОЦЕНКА ПРОЕКТНОЙ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДВУХПРОЛЕТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛКИ ЗДАНИЯ**

### **EVALUATION OF DESIGN FIRE RESISTANCE OF A REINFORCED CONCRETE BEAM WITH CENTRAL PROP**

*В статье изложена сущность технологического способа испытания двухпролётной железобетонной балки здания на огнестойкость без разрушения, по комплексу единичных показателей качества бетона и арматуры. Исследовано влияние геометрических размеров двухпролётной железобетонной балки, схемы обогрева расчетного сечения в условиях пожара, размещения арматуры в расчетном сечении, глубины заложения и степени её огнезащиты, коэффициента термодиффузии бетона, величины испытательной нагрузки на балку и интенсивности напряжения в стержнях продольной рабочей арматуры на предел огнестойкости. Предел огнестойкости двухпролётной балки определяют по признаку потери несущей способности. Применение нового предлагаемого технологического способа позволяет определить фактическую огнестойкость двухпролётной железобетонной балки без натурного огневого воздействия, упрощает инженерные расчеты, повышает достоверность статического контроля качества материалов и неразрушающих испытаний, снижает экономические затраты.*

**Ключевые слова:** здания и сооружения, двухпролётные балки, неразрушающие огневые испытания, потеря несущей способности, оценка проектной огнестойкости, технологический эффект, упрощение инженерного решения, снижение затрат

В основу контроля над обеспечением пожарной защиты строительного объекта на стадии проектирования положена проверка качества проектной документации, в которую включают обоснование показателей огнестойкости строительных конструкций, зданий и сооружений [1–3].

Фактический предел огнестойкости железобетонных конструкций может быть определен натурными испытаниями или инженерным расчетом [4–6]. Классические методы расчета огнестойкости железобетонных конструкций трудоемки и дороги. Следовательно, разработка научного описания способа

*The article describes the essence of the technological method of testing a reinforced concrete beam with central prop for fire resistance without destruction, based on a set of individual indicators of the quality of concrete and reinforcement. The influence of the geometrical dimensions of a reinforced concrete beam with central prop, the heating pattern of the calculated cross section under fire conditions, the placement of the reinforcement in the calculated cross section, the depth and degree of fire protection of the concrete, the coefficient of thermal diffusion of concrete, the magnitude of the test load on the beam and the stress intensity in the bars of the longitudinal working reinforcement were investigated. The fire resistance limit of a beam with central prop is determined by the sign of loss of bearing capacity using the analytical equation (1). The use of the new proposed technological method allows to determine the actual fire resistance of a two-span reinforced concrete beam without full-scale fire impact, simplifies engineering calculations, increases the reliability of static material quality control and non-destructive testing, reduces economic costs.*

**Keywords:** buildings and structures, beams with central prop, non-destructive fire tests, loss of bearing capacity, design fire resistance assessment, technological effect, simplified engineering solution, cost reduction

оценки проектной огнестойкости строительной конструкции, в частности двухпролётной железобетонной балки, по аналитическим зависимостям весьма актуальна, перспективна и экономически выгодна.

Научная значимость работы заключается в исследовании закономерности поведения изгибаемых статически неопределимых железобетонных балок в условиях стандартного пожара.

Задачи научно-исследовательской работы:  
1) разработка аналитической зависимости для оценки проектной огнестойкости неразрезной железобетонной конструкции по признаку потери несущей способности в условиях пожара;

2) обоснование основных параметров, определяющих огнестойкость неразрезных железобетонных конструкций;

3) оценка проектного предела огнестойкости двухпролётной балки;

4) оценка возможности использования балки в здании соответствующей степени огнестойкости.

Необходимость оценки показателей проектной огнестойкости двухпролётных железобетонных балок возникает при реконструкции здания, усилении его элементов, приведении проектной огнестойкости конструкций здания в соответствие с требованиями современных норм [7–9].

При реконструкции здания возможно переустройство и перепланировка помещений, изменение их назначения, замена балочных конструкций и оборудования. Это влияет на изменение требуемой и фактической степени огнестойкости здания.

Предложенный авторами метод оценки огнестойкости железобетонной балочной конструкции состоит в установлении показателей пожарной защиты здания в части гарантированной длительности сопротивления неразрезной двухпролётной железобетонной балки в условиях пожара, а также в упрощении оценки определения проектного предела огнестойкости двухпролётной неразрезной железобетонной балки по признаку потери несущей способности [10–12].

Технологический и экономический эффект при осуществлении технического решения достигается тем, что в качестве балочной конструкции здания принимают двухпролётную железобетонную балку прямоугольного сечения. Для сопряжения балки и железобетонной колонны предусматривают жесткий узел, а стык свободного конца балки со стенкой здания принимают шарнирным. При таком решении каркаса здания проектный предел огнестойкости двухпролётной железобетонной балки по признаку потери несущей способности ( $F_{U(R)}$  мин) определяют, используя аналитическое уравнение

$$F_{U(R)} = \frac{(2,15|\ln J_{\sigma s}|)^{6,6/n} \cdot e^C \cdot k_m}{(425/t_{cr})^{6,6}}, \quad (1)$$

где  $J_{\sigma s}$  – интенсивность напряжений в рабочей арматуре балки в пролёте;  $C$  – степень огнезащиты бетоном продольной рабочей арматуры, см;  $k_m$  – показатель неразрезной двухпролётной балки ( $k_m > 1$ );  $t_{cr}$  – критическая температура нагрева рабочей арматуры, °C;  $n$  – эмпирический показатель класса рабочей арматуры;  $\ln$  – натуральный логарифм;  $e = 2,72$  – натуральное число.

Интенсивность напряжений в рабочей арматуре в пролёте балки вычисляют по алгебраической зависимости

$$J_{\sigma s} = \frac{q_{n,qn}}{q} \cdot \frac{A_{s,mp}}{A_s} \cdot \frac{R_s}{R_{su}}, \quad (2)$$

где  $q_{n,qn}$  и  $q$  – нормативная длительная и соответственно расчетная полная нагрузка на 1 п. м балки, кН/м;  $A_{s,mp}$  и  $A_s$  – площадь арматуры, требуемая по расчету в пролёте и, соответственно, принятая в проекте (в натуре), см<sup>2</sup>;  $R_s$  и  $R_{su}$  – расчетное и нормативное сопротивление рабочей арматуры балки при испытании на огнестойкость, МПа.

Степень огнезащиты продольной рабочей арматуры ( $C$ , см) определяют по аналитическому уравнению

$$C = 1,44 \cdot m_0 \cdot a_{\min} / D_{\text{вм}}^{0,8}, \quad (3)$$

где  $m_0$  – показатель условий нагрева продольной рабочей арматуры в поперечном сечении двухпролётной железобетонной балки в процессе огневого воздействия;  $a_{\min}$  – минимальная глубина залегания продольной рабочей арматуры по одной из осей координат поперечного сечения, мм;  $D_{\text{вм}}$  – коэффициент термодиффузии бетона, мм<sup>2</sup>/мин.

Величину показателя условия нагрева ( $m_{0,3}$ ) продольной рабочей арматуры при трёхстороннем подводе тепла к ней, при  $a_x \leq a_y$ , определяют по уравнению

$$m_{0,3} = \frac{a_y/a_{x1}}{2+(a_{x1}/a_{x2})^2}, \quad (4)$$

где  $a_{x1}$ ,  $a_{x2}$  и  $a_y$  – соответственно глубина залегания продольной рабочей арматуры от обогреваемой грани железобетонной балки по осям координат поперечного сечения, мм.

Показатель неразрезности железобетонной балки ( $k_m$ ) определяют по алгебраическому выражению

$$k_m = 1 + 0,5 \cdot (A_{\text{он}}/A)^{1,5}, \quad (5)$$

где  $A_{\text{он}}$  и  $A$  – площади сечения продольной рабочей арматуры над опорой и соответственно в пролёте железобетонной балки, мм<sup>2</sup>.

Исключение огневого испытания двухпролётной железобетонной балки здания и замена их на неразрушающие испытания снижает трудоемкость оценки их огнестойкости, расширяет технологические возможности выявления фактической огнестойкости различно нагруженных конструкций любых размеров, дает возможность проведения испытания железобетонной балки на огнестойкость без нарушения функционального процесса обследуемого здания, а также сопоставления полученных результатов со стандартными испытаниями аналогичных конструкций и сохранения эксплуатационной пригодности обследуемого здания без нарушения несущей способности его балочных конструкций в процессе испытания.

Применение математического описания процесса сопротивления двухпролётных железобетонных неразрезных балок высокотемпературному воздействию и использование построенных аналитических выражений (1)–(5) повышает точность и экспрессивность оценки их огнестойкости по признаку потери несущей способности. Упрощен учет особенностей статической схемы работы двухпролётной балки, армирования расчетного сечения и неразрезности железобетонной балки на величину проектного предела огнестойкости.

*Пример*

Исходные данные: Уровень ответственности здания – нормальный ( $\gamma_n=1,0$ ); шаг колонн  $L_1 \times L_2 = 6 \times 7$  м; число пролетов – 2; временная нормативная нагрузка на перекрытие 4,0 кН/м<sup>2</sup>; постоянная нормативная нагрузка от массы пола 1,2 кН/м<sup>2</sup>; класс арматуры А400 ( $R_s=350$  МПа,  $a=60$  мм); бетон тяжелый класса В30 ( $\rho_c=2500$  кг/м<sup>3</sup>;  $R_b=17,0$  МПа); на балку оперты плиты перекрытия с круглыми пустотами из легкого бетона. Размеры поперечного сечения балки  $b \times h = 250 \times 550$  мм<sup>2</sup> (рис. 1).

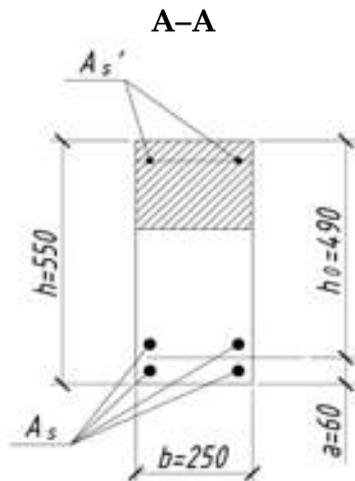


Рис. 1. Расположение продольной арматуры железобетонной балки в пролёте: сечение в пролете (А – А);  $h$  – высота сечения;  $h_0$  – рабочая высота сечения;  $b$  – ширина сечения;  $A_s$  – площадь рабочей арматуры

При расчете огибающих эпюр двухпролётной балки методика её построения приведена на рис. 2.

При построении огибающих эпюр, рассчитанных ЭВМ, руководствуются рис. 3.

Нагрузки на 1 м длины балки:

а) постоянная нагрузка: от перекрытия:

$$g_1 = p_1 \cdot L_1 \cdot \gamma_n = 4,74 \cdot 6 \cdot 1,0 = 28,44 \text{ кН/м};$$

от веса балки ( $\gamma_n = 1,0$ ;  $\gamma_1 = 1,1$ );

$$g_2 = b \cdot h \cdot \rho_c \cdot \gamma_n \cdot \gamma_1 = 0,25 \cdot 0,55 \cdot 25 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 3,78 \text{ кН/м};$$

итого:  $g = 28,44 + 3,78 = 32,22$  кН/м;

б) временная нагрузка ( $\gamma_n = 1,0$ ):

$$v = v_1 \cdot L_1 \cdot \gamma_n = 4,8 \cdot 6 \cdot 1,0 = 28,8 \text{ кН/м}.$$

Всего: полная нагрузка

$$P = g + v = 32,22 + 28,8 = 61,02 \text{ кН/м}.$$

В примере принята схема армирования продольного сечения с расположением надопорной арматуры в один ряд.

Рабочая высота сечения в крайнем пролёте

$$h_0 = h - a = 550 - 60 = 490 \text{ мм};$$

изгибающий момент  $M=265,1$  кН·м, по величине

$$\alpha_m = M / (R_b \cdot b \cdot h_0^2) = 276,1 \cdot 10^6 / (17,0 \cdot 250 \cdot 490^2) = 0,271 < \alpha_R = 0,391;$$

находим  $\xi=0,852$ ;

требуемая площадь растянутой арматуры:

$$A_{s,тр} = R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) / R_s = (17,0 \cdot 250 \cdot 490 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,271})) / 350 = 1920 \text{ мм}^2;$$

принято 4 Ø25 А400 ( $A_s=1963$  мм<sup>2</sup>).

Сечение балки на опоре (см. рис. 1):

$$h_0 = 550 - 45 = 505 \text{ мм}; M = 186,5 \text{ кН·м}$$

$$A_{s,тр} = (17,0 \cdot 250 \cdot 490 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,271})) / 350 = 1166 \text{ мм}^2;$$

$$\alpha_m = (186,5 \cdot 10^6) / (17,0 \cdot 250 \cdot 505^2) = 0,271 < \alpha_R = 0,391;$$

проектом принято 2 Ø28 А400 ( $A_s = 1232$  мм<sup>2</sup>).

Нагрузки на балку:

нагрузка от веса балки расчетная  $q_{бал.р} = 3,78$  кН/м;

то же нормативная  $q_{н,бал} = 3,78/1,1 = 3,44$  кН/м;

нормативная постоянная и длительная на 1 м<sup>2</sup>

перекрытия  $q = 6,7$  кН/м<sup>2</sup>; то же на 1 п. м балки

$$q_{н,л.л} = 6,7 \cdot 6 \cdot 0,95 + 3,44 = 41,63 \text{ кН/м};$$

полная расчетная нагрузка на балку

$$P = 61,36 \text{ кН/м}.$$

Бетон класса В35: вид бетона – тяжелый ( $\rho_c = 2300$  кг/м<sup>3</sup>) на гранитном заполнителе, влажность бетона 3 %; коэффициент термодиффузии  $D_{вм} = 22,2$  мм<sup>2</sup>/мин.

Арматура класса А400:  $R_s = 350$  МПа;  $R_{sn} = 400$  МПа;  $R_{su} = 400/0,9 = 444,4$  МПа; ( $\varnothing 10$ – $40$  мм);  $t_{cr} = 550$  °С;  $n = 4,4$ ; площадь арматуры, требуемая в пролёте,  $A_{s,с,тр} = 11,66$  и  $A_{s,тр} = 17,4$  см<sup>2</sup>; по проекту  $A_{s,с,тр} = 12,32$  см<sup>2</sup> и  $A_s = 19,63$  см<sup>2</sup> (2 Ø25).

Проектное решение: балка двухпролётного перекрытия представляет собой элемент рамной конструкции. При свободном опирании концов балки на наружные стены и равных пролётах балка запроектирована как неразрезная конструкция.

Хомуты Ø8 А400 расположены с шагом 250 мм на опорах и 380 мм в пролёте. Стык неразрезной балки с колонной выполнен на сварке.

Интенсивность напряжений в рабочей арматуре, расположенной в пролёте, вычислим по уравнению (2):

$$J_{ос} = (q_{н,л.л} / q_{н,л.л.р}) \cdot (A_{s,тр} / A_s) \cdot (R_s / R_{su}) = (41,63/63,36) \cdot (17,4/19,63) \cdot (350/444,4) = 0,474.$$

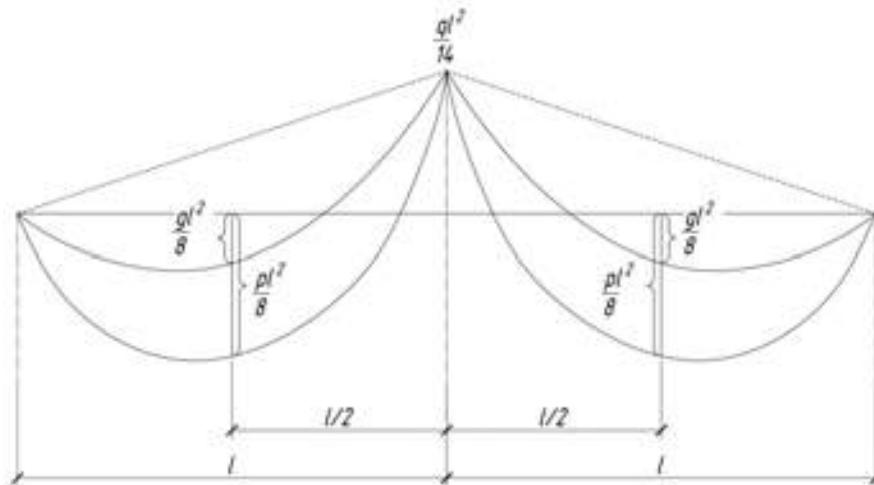


Рис. 2. Огибающие эпюры изгибающих моментов для двухпролётной железобетонной балки:  $p$  – полная нагрузка;  $g$  – постоянная нагрузка;  $l$  – расчетный пролёт

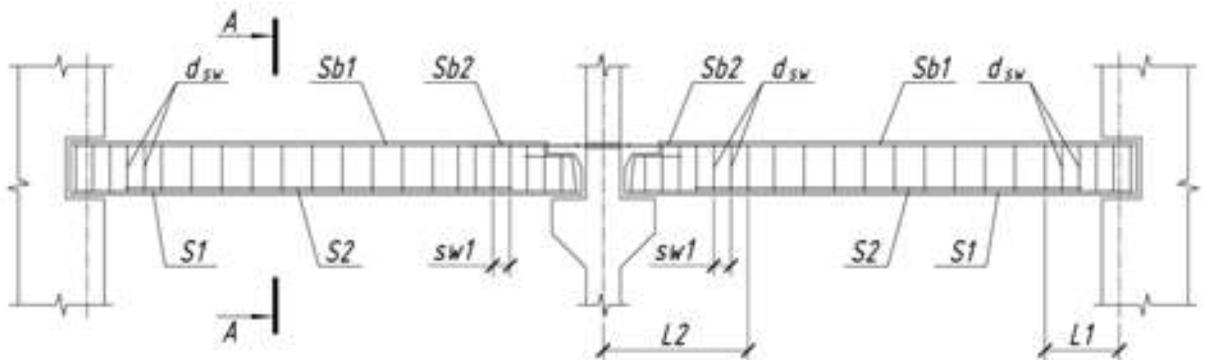


Рис. 3. Схема расположения параметров армирования неразрезной железобетонной балки:  $S_1, S_2$  – продольная рабочая арматура в пролете;  $Sb_1, Sb_2$  – продольная рабочая арматура на опоре;  $d_{sw}$  – поперечная арматура;  $s_w$  – шаг арматуры

На рис. 4 приведена схема к расчету огнестойкости неразрезной балки  $b \times h = 250 \times 550 \text{ мм}^2$ ; сечение А-А: рабочая арматура по проекту – 4 стержня (номинальный диаметр 25 мм); условная рабочая арматура – 2 стержня (приведенный диаметр 35 мм); глубина заложения стержней (осевые расстояния)  $a_{x1} = 37,5 \text{ мм}$ ;  $a_{x2} = 212,5 \text{ мм}$ ;  $a_y = 67,5 \text{ мм}$ .

Глубины заложения условных стержней арматуры  $d_1 = 2,5 \text{ см}$ .

Для двух стержней равного диаметра

$$d_r = d_1 \sqrt{2} = d_1 \cdot 1,41 = 25 \cdot 1,41 = 35 \text{ мм};$$

$$a_{y1} = 37,5; a_{y2} = 97,5; e_y = 60; a_{\min} = a_x = 37,5; e_x = 175;$$

$$a_{x2} = B - a_{x1} = 250 - 37,5 = 212,5 \text{ мм};$$

$$a_y = (a_{y1} + a_{y2})/2 = (37,5/97,5)/2 = 67,5 \text{ мм}.$$

Сечение на опоре: осевое расстояние  $a_x = 37,5 \text{ мм}$ ; диаметр стержней  $d_2 = 28 \text{ мм}$ .

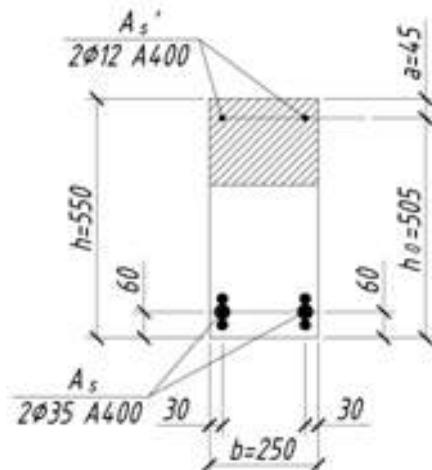


Рис. 4. Схема поперечного сечения балки к расчету огнестойкости

Показатель нагрева условного стержня при пожаре вычисляют по уравнению (4):

$$m_{0,3} = \frac{(a_y/a_{x1})^{0,5}}{2+(a_{x1}/a_{x2})^2} = \frac{(67,5/37,5)^{0,5}}{2+(37,5/212,5)^2} = 0,661.$$

Степень огнезащиты арматуры бетоном в сечении балки в пролёте рассчитывают по уравнению (3):

$$C = 1,44 \cdot m_{0,3} \cdot a_{\min}/D_{\text{bm}}^{0,8} = 1,44 \cdot 0,66 \cdot 37,5/22,2^{0,8} = 2,98 \text{ см.}$$

Показатель условий работы неразрезной конструкции при пожаре вычисляют по уравнению (5):

$$k_m = 1 + 0,5 \cdot (A_{\text{оп}}/A_{\text{с,пр}})^{1,5} = 1 + 0,5 \cdot (12,32/19,63)^{1,5} = 1,25.$$

Предел огнестойкости неразрезной балки вычисляют по аналитическому уравнению (1):

$$F_{\text{ур}} = (2,15 \cdot |\ln J_{\sigma z}|)^{\frac{6,6}{n}} \cdot (t_{\text{cr}}/425)^{6,6} \cdot e^c \cdot k_m = (2,15 \cdot |\ln 0,474|)^{1,5} \cdot (550/425)^{6,6} \cdot e^{2,98} \cdot 1,25 = 150 \text{ мин.}$$

Пожарно-техническая классификация балок здания: класс пожароопасности железобетонной конструкции – К0; проектный предел огнестойкости железобетонной балки  $F_u = 150$  мин (нормативный предел огнестойкости  $R_u \geq 120$  мин для здания I (первой) степени огнестойкости) [9].

**Выводы.** По результатам проведенных исследований [10–13] разработана аналитическая зависимость для оценки проектной огнестойкости неразрезной железобетонной конструкции по признаку потери несущей способности в условиях пожара; представлено обоснование основных параметров, определяющих огнестойкость неразрезных железобетонных конструкций; выполнена оценка проектного предела огнестойкости двухпролётной балки.

Предложенный авторами метод оценки проектной огнестойкости двухпролётной железобетонной балки здания [11] предусматривает:

1) исключение натуральных огневых испытаний конструкций и сохранение эксплуатационной пригодности здания при обследовании и разрушающих испытаниях конструкций;

2) снижение трудоемкости оценки огнестойкости двухпролётной железобетонной балки и экономических затрат на испытание;

3) расширение технологических возможностей определения фактической огнестойкости различно нагруженных балочных конструкций любых размеров и по признакам потери несущей способности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бушев В.П., Пчелинцев В.А., Федоренко В.С., Яковлев А.И. Огнестойкость зданий. М.: Стройиздат, 1970. 261 с.

2. Федоров В.С., Левитский В.Е., Молчанский И.С. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. М.: АСВ, 2008. 408 с.

3. Федоров В.С., Колчунов В.И., Левитский В.Е. Противопожарная защита зданий: Конструктивные и планировочные решения. М.: АСВ, 2018. 176 с.

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

5. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1988. 143 с.

6. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1996. 304 с.

7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. ФЗ № 193 – 2008\* (в ред. 2017).

8. СП 2.13130.2012: Обеспечение огнестойкости объектов защиты. М., 2012. 27 с.

9. СТО 36 554 501–006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. М.: ГУП «НИИЖБ», 2008. 80 с.

10. Патент № 2650704 RU, МПК G 01 25/50. Способ оценки огнестойкости балочной конструкции / Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Ильина В.Н., заяв. СамГТУ: 07.03.2017; опублик. 17.04.2018. Бюл. № 11.

11. Заявка на изобретение № 2019 000 000, МПК G01 № 25/50. Способ оценки огнестойкости двухпролётной железобетонной балки здания / Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Колеснев Н.А., Силантьев И.А.

12. Ильин Н.А., Мордовский С.С., Панфилов Д.А. Теория и проектирование железобетонных конструкций. Самара: СамГТУ, 2018. 86 с.

13. Ильин Н.А., Панфилов Д.А. Оценка огнестойкости проектируемых железобетонных конструкций зданий: монография. Самара: СамГТУ, 2017. 186 с.

## REFERENCES

1. Bushev V.P., Pchelintsev V.A., Fedorenko V.S., Yakovlev A.I. *Ognestoykost' zdaniy* [Fire resistance of buildings]. Moscow, Stroizdat, 1970. 261p.

2. Fedorov V.S., Levitsky V.E., Molchansky I.S. *Ognestoykost' i pozharnaya opasnost' stroitel'nyh konstrukcij* [Fire resistance and fire hazard of building structures]. Moscow, 2008. 408p.

3. Fedorov V.S., Kolchunov V.I. Levitsky V.E. *Protivopozharnaya zashchita zdaniy: Konstruktivnyye i planirovochnyye resheniya. Uchebnoye posobiye* [Fire protection of buildings: Constructive and planning solutions. Tutorial]. Moscow, 2018. 176 p.

4. Mosalkov I. L., Plyusnina G. F., Frolov A. Yu. *Ognestoykost' stroitel'nyh konstrukcij* [Fire resistance of building structures]. Moscow. 2001. 496 p.

5. Yakovlev A.I. *Raschet ognestoykosti stroitel'nyh konstrukcij* [Calculation of fire resistance of building structures]. Moscow, 1988. 143 p.

6. Milovanov A.F. *Ognestoykost' zhelezobetonnyh konstrukcij* [Fire resistance of reinforced concrete structures]. Moscow, 1996. 304 p.

7. *Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti. FZ № 193 – 2008\* (v red. 2017)* [Technical regulations on fire safety requirements. Federal Law № 193 - 2008\* (as amended by 2017)].

8. SP 2.13130.2012. *Obespechenie ognestoykosti ob'ektov zashchity* [Ensuring fire resistance of objects of protection]. Moscow, 2012. 27 p.

9. STO 36 554 501–006. *Pravila po obespecheniyu ognestoykosti i ognesohrannosti zhelezobetonnykh konstrukcij* [Rules for ensuring fire resistance and fire safety of reinforced concrete structures]. Moscow, 2008. 80 p.

10. Ilyin N.A. e.s., *Sposob otsenki ognestoykosti balochnoy konstruktsii* [A method for evaluating the fire resistance of a beam construction]. Patent RF, no. 2650704, 2017.

11. Ilyin N.A. e.s., *Sposob otsenki ognestoykosti dvukhproletnoy zhelezobetonnoy balki zdaniya* [Method for assessing the fire resistance of a two-span reinforced concrete beam of a building]. Patent application (in Russian, unpublished).

12. Ilyin N.A., Mordovsky S.S., Panfilov D.A. *Teoriya i proektirovanie zhelezobetonnykh konstrukcij* [Theory and design of reinforced concrete structures]. Samara, 2018. 86 p.

13. Ilyin NA, Panfilov DA. *Otsenka ognestoykosti proyektiruyemykh zhelezobetonnykh konstruktsiy zdaniy* [Evaluation of the fire resistance of the projected reinforced concrete structures of buildings]. Samara, Samara State Technical University, 2017. 186 p.

Об авторах:

**ИЛЬИН Николай Алексеевич**

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846)339–14–71

**ПАНФИЛОВ Денис Александрович**

кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

**КОЛЕСНЕВ Никита Александрович**

магистрант кафедры строительных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

**СИЛАНТЬЕВ Иван Алексеевич**

магистрант кафедры строительных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

**ILYIN Nikolay A.**

PhD in Engineering Science, Professor of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846)339–14–71

**PANFILOV Denis A.**

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Building Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

**KOLESNEV Nikita A.**

Master's Degree Student Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

**SILANTYEV Ivan A.**

Master's Degree Student Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194

Для цитирования: Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Колеснев Н.А., Силантьев И.А. Оценка проектной огнестойкости двухпролетной железобетонной балки здания // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 4. С. 16–21. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.3.

For citation: Ilyin N.A., Panfilov D.A., Kolesnev N.A., Silantyev I.A. Evaluation of Design Fire Resistance of a Reinforced Concrete Beam with Central Prop. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019. Vol. 9, no. 4. Pp. 16–21. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.3.