
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 699.812.2

DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.1

Н. А. ИЛЬИН
Д. А. ПАНФИЛОВ
А. А. ПИЩУЛЁВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КИРПИЧНОГО СТОЛБА С РАСТВОРНОЙ ОБОЙМОЙ СТАНДАРТНОМУ ОГНЕВОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

*MATHEMATICAL DESCRIPTION OF RESISTANCE OF BRICK PIER WITH MORTAR FRAME TO REFERENCE
FIRE EXPOSURE*

Приведены результаты математического описания сопротивления каменного столба с растворной обоймой высокотемпературному воздействию стандартного пожара. Представлены новые функциональные зависимости в виде аналитических формул, определяющие величину фактического предела огнестойкости кирпичного столба растворной обоймой по признаку потери несущей способности в условиях стандартного огневого испытания, время сопротивления огневому воздействию армированной обоймы до начала текучести её арматуры в условиях стандартного огневого испытания, степень огнезащиты поперечной арматуры растворной обоймы, а также время сопротивления огневому воздействию остова кирпичного столба после выведения поперечной арматуры и её защитного слоя из работ в условиях стандартного огневого испытания. Показано, что применение совокупности действий по проведению неразрушающего испытания кирпичного столба с растворной обоймой снижает экономические затраты на огневое испытание, повышает его точность и сокращает сроки испытания.

Ключевые слова: кирпичные столбы, неразрушающие испытания, армированная растворная обойма, метод расчета, проектная огнестойкость, ресурсоэнергосбережение

The results of mathematical description of resistance of brick pier with mortar frame to reference fire exposure are viewed. New functional relations are presented in the form of analytic formulas which determine fire resistance duration of reinforced mortar frame and brick pier core. The package of measures of non-destructive testing of brick pier with mortar frame keeps down costs of fire experiment, improves testing accuracy and reduces testing time.

Keywords: brick piers, nondestructive tests, reinforced mortar frame, armature fire protection degree, mortar thermal diffusion, design procedure, forecasted fire-resistance, resource and energy saving

Эффективным методом повышения несущей способности и огнестойкости каменной конструк-

ции является усиление кладки армированной обоймой [1, 2]. В таком случае каменная кладка работает

в условиях трехстороннего сжатия и ограничения поперечного расширения. Это весьма увеличивает сопротивление каменной кладки действию продольной силы [3–5] и воздействию высокой температуры [6–8].

Огнестойкость каменных конструкций зависит от размеров их сечений, прочностных и теплотехнических свойств каменной кладки, конструктивной схемы, условий обогрева и сопряжения со смежными конструкциями здания [2,6,9–12].

Величину фактического предела огнестойкости кирпичного столба растворной обоймой по признаку потери несущей способности R в условиях стандартного огневого испытания $F_{u(R)}$ предполагается вычислять по интегральному уравнению

$$F_{u(R)} = \tau_{u, \text{оба}} + \tau_{u, \text{кс}}, \quad (1)$$

где $F_{u(R)}$ – предел огнестойкости кирпичного столба с армированной растворной обоймой, мин; $\tau_{u, \text{оба}}$ – время сопротивления огневому воздействию армированной растворной обоймы кирпичного столба, мин; $\tau_{u, \text{кс}}$ – время сопротивления огневому воздействию остова кирпичного столба, мин [6].

Время сопротивления огневому воздействию армированной обоймы до начала текучести её арматуры в условиях стандартного огневого испытания $\tau_{u, \text{оба}}$ предлагается вычислять по аналитическому уравнению

$$\tau_{u, \text{оба}} = \frac{(2,15 \cdot |ln_{\sigma}|)^{6,6/n} \cdot e^C \cdot k_s}{k_0 \cdot (425/t_{cr})^{6,6}}, \quad (2)$$

где $\tau_{u, \text{оба}}$ – время сопротивления огневому воздействию армированной растворной обоймы, мин; J_{σ} – интенсивность силовых напряжений растяжения в поперечной арматуре растворной обоймы (0,1÷1); n – показатель термотекучести поперечной арматуры; k_s – показатель, учитывающий размер диаметра d , см, стержней арматуры на огнестойкость каменной конструкции: $k_s = d^{0,05}$; k_0 – коэффициент запаса для растворной обоймы по огнестойкости ($k_0 = 1,25$); C – степень огнезащиты поперечной арматуры растворной обоймы, вычисляемая по алгебраической зависимости

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

где m_0 – показатель, учитывающий условия нагрева поперечной арматуры ($m_0 = 1$ и $0,5$ – соответственно при одно-и двухсторонней подводке тепла в условиях огневого воздействия); $a_{\min}$ – минимальное осевое расстояние (глубина заложения) до центра армату-

ры, см; D_{um} – показатель термодиффузии для строительного раствора, мм²/мин [6].

Время сопротивления огневому воздействию остова кирпичного столба после выведения поперечной арматуры и её защитного слоя из работ в условиях стандартного огневого испытания $\tau_{u, \text{кс}}$ предполагается определять по аналитическому уравнению

$$\tau_{u, \text{кс}} = \frac{5 \cdot B_{\min}^2 \cdot (1 - J_{\sigma 0})^2 \cdot \phi_k \cdot m_{ob}}{D_{\text{кс}}^2 \cdot R_u^{0,25}}, \quad (4)$$

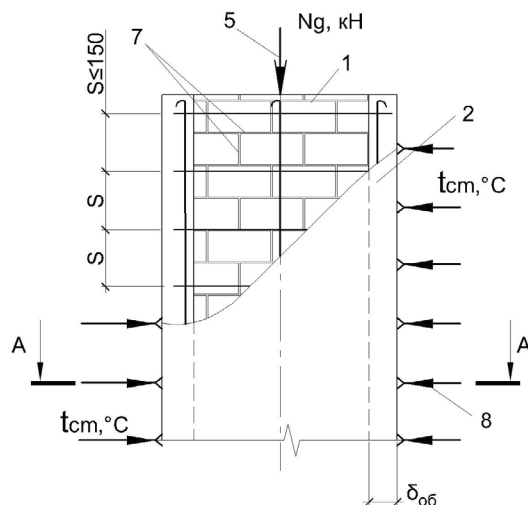
где $\tau_{u, \text{кс}}$ – время сопротивления огневому воздействию оштукатуренного кирпичного столба, мин; $B_{\min}$ – толщина оштукатуренного кирпичного столба, см; J_{σ} – интенсивность напряжений в остова каменной кладки столба; ϕ – коэффициент продольного изгиба остова кирпичного столба; m_{ob} – коэффициент условий обогрева поперечного сечения остова столба; $D_{\text{кс}}$ – показатель термодиффузии для кирпичной кладки, мм²/мин; R_u – нормативное сопротивление сжатию каменной кладки, МПа [6,14–16].

На рис. 1 приведено продольное (а) и поперечное (б) сечения каменного столба (опасный участок (2/3)·H, где H – высота этажа, см) с растворной обоймой, нагруженного с эксцентриситетом e , см, испытательной нагрузкой N_p , кН, при оценке огнестойкости. Здесь поперечное сечение А-А каменного столба размерами $b \times h$, см, с растворной обоймой толщиной δ_{ob} , см; схема армирования поперечными стержнями; схема нагрева сечения столба в условиях стандартного пожара.

Теплофизические характеристики материалов для кирпичной кладки, включая значения $D_{\text{кп}}$, мм²/мин, приведены в СТО СГАСУ 21.13.33–13 [17].

Для поверочных расчётов несущей способности и предела огнестойкости кирпичного столба с растворной обоймой определяют: высоту и толщину столба, расстояние между перекрытиями здания, отношение высоты столба к его толщине; толщину растворной обоймы; вид опор кирпичного столба – жесткие ($\ell_0 = 0,7 \cdot H$) или упругие; толщину растворного шва под опорой; эксцентриситет продольной силы; тип и вид, прочностные и деформативные характеристики каменной кладки; диаметр стержней поперечной арматуры растворной обоймы; расстояние между осями стержней, процент косвенного армирования, сопротивление на растяжение арматуры, глубину её заложения; тип кладки в зависимости от марок кирпича и камней; группу кладки в зависимости от марок раствора [6,16,18,19].

а



б

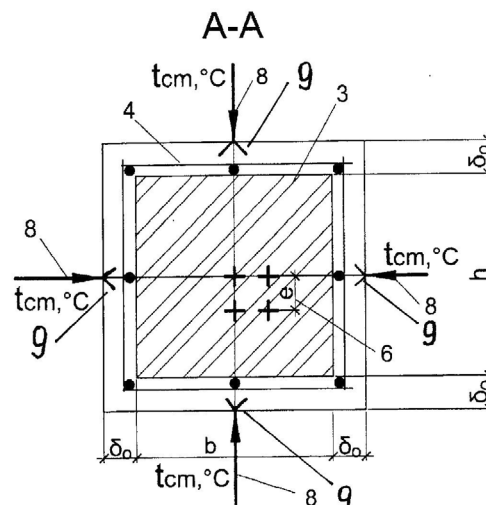


Рис. 1. Продольное (а) и поперечное (б) сечения каменного столба с растворной обоймой, нагруженного с эксцентриситетом e , см, испытательной нагрузкой N_p , кН, при оценке огнестойкости: 1 – кирпичный столб с растворной обоймой; продольное сечение столба с поперечными стержнями (здесь d – диаметр стержней, см; шаг стержней S , см); 2 – растворная обойма; 3 – сечение каменного столба с растворной обоймой; размеры сечения $b \times h$, см; толщина растворной обоймы, см; 4 – поперечная растворная обойма (диаметр поперечных стержней d , см; шаг стержней S , см); 5 – испытательная нагрузка при оценке огнестойкости N_p , кН; 6 – эксцентриситет продольной силы относительно центра тяжести сечения столба e , см; 7 – швы кладки, заполненные раствором; 8 – тепловой поток стандартного пожара $t_{cm}, ^\circ\text{C}$; 9 – обогреваемая часть периметра поперечного сечения каменного столба P_o , см

К основным единичным показателям качества кирпичного столба с растворной обоймой, определяющим огнестойкость, относят: геометрические размеры опасного сечения, высоту и размеры сторон поперечного сечения столба с растворной обоймой, толщину швов кладки; временное сопротивление сжатию неармированной кладки; диаметр стержней, глубину их залегания, расстояние между осями стержней поперечной арматуры; процент поперечного армирования кладки, класс арматуры по прочности на растяжение, сопротивление арматуры в кладке; упругую характеристику неармированной кладки, параметры продольного изгиба кирпичного столба, показатели термодиффузии кладки; величину испытательной нагрузки на кирпичный столб при оценке огнестойкости, величину интенсивности силовых напряжений в опасном сечении кирпичного столба с растворной обоймой [6,20].

Фактический предел огнестойкости кирпичного столба $F_{u(R)}$ вычисляются по аналитическим уравнениям (2) и (4) как сумму $(\tau_{u, об} + \tau_{u, кс})$ при соответствующем изменении конструктивных параметров: толщине столба с растворной обоймой B_{min} , см, степени огнезащиты поперечной арматуры C , см; коэффициенте продольного изгиба ϕ_k , интенсивности силовых напряжений $J_{ос}$ и $J_{ок}$; показателе временного сопротивления сжатию каменной кладки R_u , МПа, показате-

лях термодиффузии каменной кладки $D_{кк}$, мм²/мин, и строительного раствора $D_{шт}$, мм²/мин, критической температуры арматурной стали t_{cr} , °C [6,17,20,21].

Пример. Выявление фактического предела огнестойкости кирпичного столба с растворной обоймой. Исходные данные: кирпичный столб сечением $b \times h = 51 \times 51$ см усиливают армированной растворной обоймой толщиной $\delta_{об} = 4$ см (слой цементно-песчаного раствора марки М-50, показатель термодиффузии $D_{шт} = 20,1$ мм²/мин); расчетная длина столба $L_0 = 330$ см. Кладка остова столба выполнена из керамического полнотелого кирпича средней плотностью $\rho_c = 2000$ кг/м³ марки М-100 на строительном растворе М-25; упругая характеристика кладки $\alpha = 1000$; сопротивление кладки сжатию $R = 1,1$ МПа, $R_u = 2,2$ МПа; показатель термодиффузии $D_{кк} = 22,61$ мм²/мин; приложение нагрузки без эксцентриситета (коэффициенты $\psi = 1$; $m_g = 1$; $\eta = 1$); обогрев поперечного сечения четырехсторонний (при $P = P_o$, показатель $m_{об} = (P/P_o)^{1.2} = 1$, здесь P и P_o – периметр сечения и его обогреваемая часть, см); столбы здания с нормальным уровнем ответственности ($\gamma_o = 1,0$); состояние кладки без повреждений: коэффициент условий работы кладки $m_k = 1$ (СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции).

Для косвенного армирования растворной обоймы принята поперечная арматура (хому-

ты) класса A240, расчетное сопротивление растяжению $R_{sw} = 150 \text{ МПа}$ (1730 кгс/см^2); диаметр $d = 0,4 \text{ см}$; шаг $S = 15 \text{ см}$, процент косвенного армирования по объему $\mu_k = 0,066$; коэффициент $k_s = d^{0,05} = 0,4^{0,05} = 0,955$; критическая температура арматуры $t_{cr} = 510 \text{ }^\circ\text{C}$; $n = 2,8$; интенсивность напряжений $J_{\sigma s} = J_{\sigma 0} = 0,625$; глубина заложения арматуры $a_{\min} = 2,6 \text{ см}$; коэффициент условий обогрева $m_0 = 1$; коэффициент запаса по огнестойкости растворной обоймы $k_0 = 1,25$.

Степень огнезащиты поперечной арматуры вычисляют по уравнению (3):

$$C = 1,44 \cdot m_0 \cdot a_{\min} / D_{\text{шт}}^{0,8} = 1,44 \cdot 1 \cdot 2,6 / 20,1^{0,8} = 3,39.$$

Время сопротивления огневому воздействию армированной растворной обоймы кирпичного столба $\tau_{u, \text{оба}}$, мин, рассчитывают по формуле (2):

$$\tau_{u, \text{оба}} = \frac{(2,15 \cdot |In_{\sigma}|)^{6,6/n} \cdot e^C \cdot k_s}{k_0 \cdot (425/t_{cr})^{6,6}} = \frac{(2,15 \cdot |In 0,625|)^{6,6/2,8} \cdot e^{3,39} \cdot 0,955}{1,25 \cdot (425/510)^{6,6}} = 77,6;$$

при $\psi = 1$, $m_g = 1$, $\eta = 1$, $m_k = 1$; $\mu_k = 0,066$, $R_{sw} = 150 \text{ МПа}$ расчетную несущую способность кирпичного столба с косвенно армированной растворной обоймой N_{cc} , кН, определяют по формуле (73) [16]:

$$\begin{aligned} N_{CC} &= \psi \cdot \varphi \cdot (m_g \cdot m_k \cdot R + \eta \cdot \frac{2,8 \cdot \mu_x}{1 + 2 \cdot \mu_x} \cdot \frac{R_{sw}}{100}) \cdot A = \\ &= (R + \frac{2,8 \cdot \mu_x}{1 + 2 \cdot \mu_x} \cdot \frac{R_{sw}}{100}) \cdot A = \\ &= (1,1 + \frac{2,8 \cdot 0,066}{1 + 2 \cdot 0,066} \cdot \frac{150}{100}) \cdot 0,51^2 \cdot 10^3 = 350 \text{ кН} (35,3 \text{ тс}). \end{aligned}$$

Испытательную нагрузку на кирпичный столб с косвенно армированной растворной обоймой в условиях стандартного огневого воздействия N_p , кН, [16] вычисляют по формуле

$$\begin{aligned} N_p &\approx 0,7 \cdot N_{cc}; \\ N_p &= 0,7 \cdot 350 = 245 \text{ кН} (24,7 \text{ тс}). \end{aligned} \quad (5)$$

Усилие, воспринимаемое армированной растворной обоймой до начала огневого испытания, определяют по формуле

$$N_x = \frac{2,8 \cdot \mu_x}{1 + 2 \cdot \mu_x} \cdot \frac{R_{sw}}{100} \cdot A; \quad (6)$$

при $\mu_x = 0,066$, $R_{sw} = 150 \text{ МПа}$, $A = 0,26 \cdot 10^3 \text{ мм}^2$ вычисляют N_x :

$$N_x = \frac{2,8 \cdot 0,066}{1 + 2 \cdot 0,066} \cdot \frac{150}{100} \cdot 0,26 \cdot 10^3 = 0,245 \cdot 0,26 \cdot 10^3 = 63,7 \text{ кН} (6,4 \text{ тс}).$$

Интенсивность напряжений в частично оштукатуренной каменной кладке столба вычисляют по формуле

$$J_{\sigma 0} = \frac{N_g}{N_{cc} - N_x} \cdot \gamma_0; \quad (7)$$

при $N_g = 245 \text{ кН}$, $N_{cc} = 350 \text{ кН}$, $N_x = 63,7 \text{ кН}$ вычисляют $J_{\sigma 0}$:

$$J_{\sigma 0} = \frac{245}{350 - 63,7} \cdot 1 = 0,856.$$

Минимальный размер поперечного сечения оштукатуренного кирпичного столба рассчитывают по формуле

$$B_{\min} = b_{\min} + 2(\delta_{\text{шт}} - a); \quad (8)$$

при $a = 2,6 \text{ см}$ (глубина заложения поперечной арматуры в растворной обойме); $\delta_{\text{шт}} = 4 \text{ см}$, $b_{\min} = 51 \text{ см}$, вычисляют $B_{\min}$:

$$B_{\min} = 51 + 2(4 - 2,6) = 53,8 \text{ см} = 538 \text{ мм}.$$

Коэффициент продольного изгиба частично оштукатуренного кирпичного столба определяют по формуле

$$\varphi = \varepsilon_k / (\varepsilon_k + 1); \quad (9)$$

подставляя значения ε_k , получают:

$$\varphi = 19,93 / (19,93 + 1) = 0,952;$$

здесь $\varepsilon_k = 0,75 \cdot \alpha \cdot (B_{\min} / L_0)^2$; (10)

$$\varepsilon_k = 0,75 \cdot 1000 \cdot (53,8 / 330)^2 = 19,93.$$

Время сопротивления огневому воздействию частично оштукатуренного кирпичного столба вычисляют по формуле (4):

$$\begin{aligned} \tau_{u, \text{кс}} &= \frac{5 \cdot B_{\min}^2 \cdot (1 - J_{\sigma 0})^2 \cdot \varphi_k \cdot m_{об}}{D_{\text{кк}}^2 \cdot R_u^{0,25}} = \\ &= \frac{5 \cdot 538^2 \cdot (1 - 0,856)^2 \cdot 0,952 \cdot 1}{22,61^2 \cdot 2,2^{0,25}} = 46,4 \text{ мин}. \end{aligned}$$

Фактический предел огнестойкости кирпичного столба с косвенно армированной растворной обоймой $F_{u(R)}$, мин, рассчитывают по интегральному уравнению (1):

$$F_{u(R)} = \tau_{u, \text{оба}} + \tau_{u, \text{кс}} = 77,6 + 46,4 \approx 125 \text{ мин} (2,1 \text{ ч}).$$

Выводы. 1. Произведено математическое описание сопротивления нагруженного кирпичного столба с растворной обоймой стандартному огневому воздействию.

2. Получены простые аналитические уравнения в виде степенных функций (2), (3) и (4) с множеством переменных, позволяющих успешно решать поставленные пожарно-технические задачи.

3. Усовершенствованная программа расчета огнестойкости усиленных кирпичных конструкций, по сравнению с существующей [13], позволяет уменьшить объем оперативной памяти компьютера в 15–20 раз [14,15].

4. Применение совокупности действий по проведению неразрушающего метода испытания кирпичного столба с растворной обоймой на огнестойкость дает положительный технический результат [6,7,8,17].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин Н. А. Техническая экспертиза зданий, повреждённых пожаром. М.: Стройиздат, 1983. 200 с.
2. Ильин Н. А. Определение огнестойкости проектируемых конструкций зданий: учебное пособие / СамГАСУ. Самара, 2003. 166 с.
3. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений / ЦНИИСК им. Кучеренко. М., 1984. 56 с.
4. Исследования по каменным конструкциям: сборник трудов / под ред. проф. А. И. Онищика. М.: ГСИ, 1957. 300 с. («Прочность кирпичной кладки, заключенной в обойму» / В. А. Камейко; С. 14–51).
5. Каменные конструкции и их возведение: справочник строителя. М.: Стройиздат, 1977. 207 с. (гл. IV «Армированные, комплексные и усиленные обоймами каменные конструкции и их возведения» / В. А. Камейко; С. 85–90).
6. Патент № 2563980 РФ, МПК G 01 N 33 / 38. Способ определения огнестойкости кирпичных столбов с растворной обоймой / Ильин Н. А., Панфилов Д. А., Тюрников В. В., Фролова Е. И., заявл. СГАСУ: 05.05.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. № 27.
7. Ильин Н. А., Битюцкий А. И., Шепелев А. П., Фролова Е. И., Эсмонт С. В. К оценке огнестойкости каменных стен и перегородок зданий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 4 (8). С. 92–100. DOI:10.17673 / Vestnik.2012.04.17.
8. Ильин Н. А., Степанов С. В., Панфилов Д. А., Литвинов Д. В. Новая ресурсосберегающая конструкция крепления каменных стен здания // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 2 (13). С. 94–100. DOI:10.17673 / Vestnik.2015.02.15.
9. Мосалков И. Л., Плюсица Г. Ф., Фролов А. Ю. Огнестойкость строительных конструкций. М.: Спецтехника, 2001. 496 с.
10. Ройтман М. Я. Пожарная профилактика в строительном деле / под ред. Н. А. Стрельчука. М.: РИО ВИПТШ, 1975. 525 с.
11. Ройтман М. Я. Противопожарное нормирование в строительстве. М.: Стройиздат, 1985. 590 с.
12. Романенков И. Г., Левитес Ф. А. Огнезащита строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1991. 320 с.
13. Федоров В. С., Колчунов В. И., Левитский В. Е. Противопожарная защита зданий: Конструктивные и планировочные решения: уч. пособие. М.: АСВ, 2013. 176 с.
14. Патент № 2357245 RU, МПК7 G 01 N 31 / 38. Способ определения огнестойкости кирпичных столбов здания / Ильин Н. А., Тюрников В. В., Эсмонт С. В.; заявл. СГАСУ: 23.07.2007; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 15.
15. Патент № 2357246 RU, МПК7 G 01 N 31 / 38. Способ определения огнестойкости каменных столбов с сетчатым армированием / Ильин Н. А., Тюрников В. В., Эсмонт С. В.; заявл. СГАСУ: 31.07.2007; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 15.
16. Правила по обеспечению огнестойкости и огнестойкости железобетонных конструкций (СТО 36 554501–006). М.: ГУП «НИИЖБ», 2006. 42 с.
17. Стандарт организации. Определение огнестойкости каменных конструкций зданий. Общие требования. СТО СГАСУ 21.13.33–13 / сост. Н. А. Ильин; СГАСУ. Самара, 2013. 72 с.
18. Патент № 2350933 RU, МПК G 01 N 25 / 50. Способ определения огнестойкости бетонных и железобетонных стен здания / Ильин Н. А., Шепелев А. П., Эсмонт С. В., заявл. СГАСУ: 31.07.2007; опубл. 27.03.2009, Бюл. № 9.
19. Патент № 2347215 RU, МПК G 01 N 25 / 50. Способ определения огнестойкости каменных стен здания / Ильин Н. А., Битюцкий А. И., Шепелев А. П., заявл. СГАСУ: 23.07.2007; опубл. 20.02.2009, Бюл. № 5.
20. Патент № 2564009 РФ, МПК G 01 N 33 / 38. Способ определения огнестойкости каменных столбов со стальной обоймой / Ильин Н. А., Панфилов Д. А., Пищулев А. А., Тюрников В. В., заявл. СГАСУ: 05.05.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. № 27.
21. Патент № 2564010 РФ, МПК G 01 N 33 / 38. Способ определения огнестойкости кирпичных столбов с железобетонной обоймой / Ильин Н. А., Панфилов Д. А., Пищулев А. А., Тюрников В. В., заявл. СГАСУ: 06.05.2014; опубл. 27.09.2015, Бюл. № 27.
22. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1988. 143 с.
23. Свидетельство РФ о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2015612826. «Расчёт огнестойкости кирпичных столбов с растворной обоймой» / Панфилов Д. А., Ильин Н. А.; заявл. СГАСУ 30.12.2014; опубл. 26.08.2015.

Об авторах:

ИЛЬИН Николай Алексеевич

кандидат технических наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 339-14-71

ПАНФИЛОВ Денис Александрович

кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 333-38-44
E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ПИЩУЛЁВ Александр Анатольевич

кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. (846) 242-36-97
E-mail: pishulev@yandex.ru

ILYIN Nicolay A.

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

PANFILOV Denis V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Engineering Structures Chair
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 339-14-78
E-mail: panda-w800i@yandex.ru

PISCHULEV Alexander A.

PhD in Engineering Science, Dean of the Industrial and Civil Engineering Faculty
Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194, tel. (846) 242-36-97
E-mail: pishulev@yandex.ru

Для цитирования: Ильин Н. А., Панфилов Д. А., Пищулёв А. А. Математическое описание сопротивления кирпичного столба с растворной обоймой стандартному огневому воздействию // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. № 3 (24). С. 4–9. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.1.

For citation: Ilyin N. A., Panfilov D. A., Pishulev A. A. Mathematical description of resistance of brick pier with mortar frame to reference fire exposure // Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture. 2016. № 3 (24). Pp. 4–9. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.03.1.



**ФГБОУ ВО «Самарский государственный
архитектурно-строительный университет»**

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Основные виды деятельности:

- проведение определенных областью аккредитации испытаний строительных материалов
- освоение и внедрение новых методов анализа показателей состава и свойств строительных материалов
- проведение исследовательских работ в области производства, эксплуатации и утилизации строительных материалов
- исследование техногенных образований на предмет использования при производстве строительных материалов
- исследование сырьевых компонентов для производства строительных материалов с целью определения области оптимального применения и влияния их свойств на качество выпускаемой продукции

**По вопросам сотрудничества обращаться по адресу:
443001, г. Самара, Молодогвардейская, 194
Тел./факс: (846) 333-59-00
E-mail: uhdnir@samgasu.ru**