

Н.А. ИЛЬИН
Д.А. ПАНФИЛОВ
Д.В. ЛИТВИНОВ
Н.В. ТРЕТЬЯКОВ

МЕТОД ДЕЙСТВЕННОЙ И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ ДВУТАВРОВЫХ КОЛОНН ЗДАНИЯ

ON THE EFFICIENT AND ENERGY-SAVING METHOD OF FLAME PROOFING FOR STEEL I-SHAPED COLUMNS

В СГАСУ разработан ресурсоэнергосберегающий метод действенной огнезащиты стальных двутавровых колонн зданий при использовании крупноразмерной огнезащитной облицовки. При использовании предложенного метода огнезащиты стальных двутавровых колонн получен положительный технологический эффект.

Ключевые слова: стальные конструкции, двутавровые колонны, крупноразмерная облицовка; способ огнезащиты, ресурсоэнергосбережение, технологический эффект.

Ресурсоэнергосберегающее решение относится к области пожарной безопасности зданий и касается метода действенной огнезащиты стального несущего стержня колонны, выполненного в виде двутавра, при использовании крупноразмерной листовой и плитной облицовки¹.

Незащищённые стальные конструкции здания при действии высокой температуры (950 ± 50 °С) в условиях пожара быстро (спустя 5 ÷ 20 мин) утрачивают свою несущую способность, обрушаются сами и способствуют обрушению других конструкций здания, что приводит к значительным материальным убыткам после пожара (аварии).

Известна зарубежная система действий по огнезащите стальной колонны здания, которая включает в себя огнезащитную облицовку стального двутавра железобетонными плитами из ячеистых бетонов, многопустотными гипсовыми плитами или пластинами, вермикулитовыми плитами и асбестоцементными листами [1].

¹ Облицовка крупноразмерная огнезащитная – конструктивный способ огнезащиты гипсокартонными листами, гипсоволокнистыми листами, цементно-стружечными листами; гипсовыми плитами, блоками, скорлупами; асбестоперлитовыми плитами, асбестовым картоном, минераловатными матами повышенной жесткости, матами из базальтового волокна, стекловолокна и т.п.

The paper describes a new method of flame proofing for steel I-shaped columns. This method is developed in SGASU and is proved as resources and energy efficient. When the method is used for flame proofing of steel I-shaped columns a positive technological effect is produced.

Key words: steel structures, I-shaped columns, large size facing, means of flame proofing, resources and energy efficiency, technological effect.

Однако при использовании зарубежной системы действий по огнезащите стальной колонны здания применяют значительное число элементов каркаса и вследствие этого повышают расход материала огнезащиты и металла на изготовление каркаса для огнезащитной облицовки; при проектировании пустот и зазоров между стенкой и полками двутавра и плитами защитной облицовки увеличивают размеры поперечного сечения облицованной колонны (площадь сечения возрастает на 75-85 %). При этом снижается проектный предел огнестойкости огнезащитной колонны на 25-30%; уменьшается надёжность крепления элементов крупноразмерной листовой и плитной облицовки; снижается коррозионная стойкость стального несущего стержня и ремонтпригодность огнезащитной облицовки стальной колонны.

Известна общепризнанная российская система действий по огнезащите двутавровой колонны здания, которая содержит стальной двутавр и огнезащитную облицовку из крупноразмерных листов и плит, установленных на отnose. Зазор между огнезащитной облицовкой и гранями защищаемого стального несущего стержня принят не менее 25 мм; кар-

кас огнезащитной облицовки выполнен в виде рамы, состоящей из стальных продольных и поперечных элементов высотой $40 \div 75$ мм. Крепление стальных элементов каркаса между собой осуществляют самонарезающими винтами $5 \times 25 \div 5 \times 45$ [2].

Однако при использовании общепризнанной российской системы действий по огнезащите стальной колонны здания применяют большое число элементов каркаса. Вследствие этого повышается расход металла на изготовление каркаса для огнезащитной облицовки. При проектировании пустот и зазоров между стенкой и полками двутавра и плитой защитной облицовки увеличивают размеры поперечного сечения облицованной колонны (площадь сечения возрастает на $80 \div 95$ %). Расход материалов облицовки увеличивается на $45 \div 50$ %, уменьшается проектный предел огнестойкости стальной огнезащищённой колонны на $25 \div 30$ %; снижается надёжность крепления элементов крупноразмерной листовой и плитной облицовки; снижаются коррозионная стойкость стального несущего стержня и ремонтнопригодность огнезащитной облицовки колонны.

Известна современная система действий по огнезащите двутавровой стальной колонны здания, в котором стальной несущий стержень с анкерами на его боковых гранях оборудуют каркасом из профилей С-образного сечения, состоящего из продольных элементов с отгибами по краям полок и поперечных элементов. Облицовку из листовых материалов прикрепляют на отnose $40 \div 50$ мм с образованием зазоров между полками двутавра (площадь пустого пространства между полками и стенкой двутавра № 20 и элементами облицовки в поперечном сечении огнезащищённой стальной колонны составляет $A_{\text{пуст}} = 650 \text{ см}^2$) [3].

Однако при использовании современной системы действий по огнезащите двутавровой стальной колонны здания применяют большое число элементов каркаса. В результате повышается расход металла на изготовление каркаса для огнезащитной облицовки; при проектировании пустот и зазоров между стенкой и полками стального двутавра и плитой защитной облицовки увеличиваются размеры поперечного сечения облицованной колонны (площадь сечения возрастает на $60 \div 70$ %; расход материалов облицовки – на $30 \div 50$ %), снижая фактический предел огнестойкости огнезащищённой стальной колонны на $20 \div 25$ %; уменьшается надёжность крепления элементов крупноразмерной листовой и плитной облицовки; снижаются коррозионная стойкость стального несущего

стержня и ремонтнопригодность крупноразмерной огнезащитной облицовки стальной колонны.

Наиболее близким конструктивным решением к разработанному в СГАСУ методу относится общепризнанная система действий по огнезащите двутавровой колонны здания, в которой стальной несущий стержень образован элементами каркаса и листовой облицовкой, прикреплённой к каркасу на отnose. Элементы каркаса выполняют из стальных профилей с отгибами, а несущий стержень снабжают анкерами, обеспечивая зазор $60 \div 80$ мм между несущим стержнем и облицовкой. Элементы облицовки из листового и плитного материала закрепляют к элементам каркаса самонарезающими винтами [4].

Тем не менее при использовании общепризнанной системы действий по огнезащите стальной колонны здания применяют значительное число элементов каркаса. В результате повышается расход металла на изготовление каркаса для огнезащитной облицовки; при проектировании пустот и зазоров между стенкой и полками двутавра и плитой защитной облицовки увеличиваются размеры поперечного сечения облицованной колонны (площадь сечения возрастает на $75 \div 85$ %; уменьшается фактический предел огнестойкости огнезащищённой стальной колонны на $25 \div 30$ %); снижается надёжность крепления элементов крупноразмерной листовой и плитной облицовки; уменьшаются коррозионная стойкость стального стержня и ремонтнопригодность огнезащитной облицовки. При этом обосновано определение толщины элементов листовой и плитной огнезащитной облицовки стального несущего стержня колонны в зависимости от степени огнестойкости здания и теплофизических свойств материалов крупноразмерной облицовки.

Суть предлагаемой системы действий по огнезащите стального несущего стержня заключается в разработке рационального метода повышения огнестойкости и эксплуатационной надёжности огнезащищённой колонны здания, а также в улучшении пожарно-технических и ресурсоэнергосберегающих показателей действенной огнезащиты стальной колонны здания [1-3, 5].

Положительный технологический эффект получен вследствие: 1) повышения надёжности крепления крупноразмерной листовой и плитной огнезащитной облицовки стальной колонны и элементов каркаса для неё; 2) сокращения числа элементов каркаса для огнезащитной облицовки; 3) снижения массы металла и материалов облицовки; 4) упро-

щения изготовления каркаса крупноразмерной огнезащитной облицовки; 5) уменьшения площади поперечного сечения огнезащищённой колонны на 75–95 %; 6) повышения предела огнестойкости колонны с несущим стержнем в виде стального двутавра на 25–30 %; 7) повышения безопасности труда при тушении пожара и проведении восстановительных работ; 8) снижения возможных потерь от пожара; 9) повышения надёжности работы огнезащищённой колонны в процессе нормальной эксплуатации здания и в условиях пожара; упрощения монтажа каркаса и огнезащитной облицовки; 10) повышения жёсткости соединения колонного двутавра с листами и плитами крупноразмерной облицовки и сопротивляемости огнезащитной облицовки механическим воздействиям; 11) повышения действенной эффективности огнезащиты стального несущего стержня крупноразмерными листами и плитами; 12) повышения коррозионной стойкости стальной колонны и ремонтпригодности крупноразмерной огнезащитной облицовки; 13) снижения трудоёмкости монтажа элементов каркаса и огнезащитной облицовки; 14) сокращения сварочных работ и мокрых строительных процессов; 15) повышения ресурсоэнергосбережения; 16) обоснования инженерным расчётом толщины листовой и плитной огнезащитной облицовки стального несущего стержня колонны в зависимости от требуемой степени огнестойкости здания, показателей термодиффузии материалов облицовки и условий нагрева элементов стального двутавра при пожаре [5–7].

Положительный технологический эффект достигается тем, что в известной системе действий по огнезащите двутавровой стальной колонны здания, в котором несущий стержень оборудуют крупноразмерной листовой и плитной облицовкой, *особенностью* является то, что несущий стержень выполняют в виде стального двутавра и каждый торец стального несущего стержня снабжают крепёжными гайками и установочными винтами с потайными головками и ввинчиваемыми заострёнными концами и прямым шлицем. Установочными винтами к полкам двутавра прикрепляют контактно, вплотную элементы крупноразмерной листовой огнезащитной облицовки. К стенке двутавра прикрепляют контактно вплотную элементы плитной огнезащитной облицовки. Толщину элементов листовой и плитной облицовки определяют с учётом показателей термодиффузии её материалов, условий нагрева полок и стенки двутавра и требуемой степени огнестойкости здания.

Другими *особенностями* предложенной системы действий по огнезащите стального колонного двутавра является то, что на поверхность стального несущего стержня колонны предварительно наносят антикоррозионный слой. Элементы листовой огнезащитной облицовки выполняют из огнеупорных гипсовых облицовочных листов. Элементы плитной огнезащитной облицовки выполняют в виде плит из базальтового волокна или в виде минераловатных плитных изделий «Rockwool». Длину ввинчиваемого конца установочного винта в элементы плитной огнезащитной облицовки принимают не менее $\ell_{\min} \geq 0,2 \cdot h$, здесь h – высота стального двутавра. Наружные поверхности элементов листовой и плитной огнезащитной облицовки покрывают слоем стеклоткани. Наружные поверхности элементов огнезащищённой стальной колонны штукатурят.

Толщину элементов листовой и плитной огнезащитной облицовки $\delta_{o,mp}$, мм, стального колонного двутавра определяют из степенного выражения

$$\delta_{o,mp} = 0,7 \cdot C \cdot D_{ar}^{0,8} / m_o, \quad (1)$$

где C – степень огнезащиты стального двутавра, см; D_{ar} – показатель термодиффузии материала облицовки, мм²/мин; m_o – показатель условий нагрева двутавра (0,5 ÷ 1).

Величину предела огнезащиты отдельного слоя комплексной облицовки $\tau_{u,co}$, мин, вычисляют из степенного уравнения

$$\tau_{u,co} = 65 \cdot m_o \cdot (\delta_{co} / D_{co})^{1,41}, \quad (2)$$

где m_o – показатель условий нагрева слоя облицовки, (0,5 ÷ 1); δ_{co} – толщина отдельного слоя огнезащитной облицовки, мм; D_{co} – показатель термодиффузии материала облицовки, мм²/мин, величину которого принимают по табл. 1.

Показатель условий нагрева (m_o) контрольной точки²² полки колонного двутавра вычисляют по показательному уравнению

$$m_o = 0,5^{(\delta_x / \delta_y)^2}, \quad (3)$$

где δ_x и δ_y – толщина покрытия полки двутавра по осям X и Y, мм, при $\delta_x \leq \delta_y$.

Использование предлагаемой системы действий по огнезащите стальной колонны здания обеспечивает простоту и надёжность крепления элементов крупноразмерной облицовки и элементов каркаса для неё за счёт использования установочных

²² Контрольная точка сечения – точка нахождения средней температуры металла полки (стенка) прокатного профиля стального несущего стержня облицованной конструкции, неравномерно прогреваемого в условиях пожара: M (δ_x ; δ_y).

Таблица 1

Показатели термодиффузии огнезащитных материалов

Материал	Плотность ρ_r кг/м ³	Влаж- ность ω , %	Параметры теплопроводности Вт/м·°С, и теплоемкости материала кДж/кг·°С				Показатель термодиффузии D_{ar} мм ² /мин
			λ_0	b	c_0	d	
1. Штукатурка							
Гипсовая сухая	900	20	0,2	0,35	1,0	0,6	10,5
Перлитовая на гипсе	600	10	-	-	0,84	-	9,7
Перлито-вермикулитовая	600	10	-	-	0,84	-	10,2
Перлитовая на цементе	300	8	-	-	0,84	-	17,0
Цементно-песчаная	1930	2	-	-	0,84	-	24,2
Известково-песчаная	1600	2	-	-	0,84	-	19,0
Цементно-известково-песчаная	1700	-	-	-	0,84	-	21,0
2. Минераловатные изделия «Rockwool»							
Плита 200	200	5	0,045	0,08	0,84	0,6	17,87
Плита 150	150	5	0,042	0,08	0,84	0,6	22,94
Плита 100	100	5	0,04	0,08	0,84	0,6	33,53
Маты 50	50	5	0,042	0,08	0,84	0,6	68,82
Маты 35	35	5	0,043	0,08	0,84	0,6	99,6
3. Плиты и листы гипсовые; гипсокартон							
Гипсокартонные плиты огнеупорные ГКЛО	1200	4	0,35	0,35	0,84	0,6	19,87
Гипсокартонные плиты ГКЛ	1100	4	0,3	0,35	0,84	0,6	19,05
Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1200	4	0,35	0,35	0,84	0,6	19,37
Плиты из гипса (ГОСТ 6428)	1000	4	0,23	0,35	0,84	0,6	17,75
Листы гипсовые облицовочные (сухая штукатурка) (ГОСТ 6266)	800	4	0,15	0,35	0,84	0,6	17,6

Примечание. Здесь λ_0 и c_0 – соответственно значения теплопроводности, Вт/м·°С, и теплоемкости, кДж/кг·°С, строительных материалов при $t_n=20$ °С; b и d – соответственно термические коэффициенты теплопроводности и теплоемкости материалов, умноженные на 1000.

винтов с потайной головкой с длинным ввинчиваемым заостренным концом и жесткого соединения (сварки) крепежной гайки к полкам двутавра. Снижение массы металла на изготовление каркаса огнезащитной облицовки производят за счет снижения числа элементов каркаса.

В результате уменьшается площадь поперечного сечения огнезащитной колонны на 75-95 %, вследствие отсутствия пустотного пространства между стальным несущим стержнем и облицовкой; повышается предел огнестойкости стальной колонны на 25-35 % вследствие заполнения пустотного пространства внутри поперечного сечения колонны; повышается безопасность труда при тушении пожара, при проведении аварийно-спасательных и восстановительных работ; снижаются потери от пожара вследствие повышения пределов огнестойкости стальных несущих конструкций зданий; повышает-

ся надёжность работы огнезащитной стальной колонны при нормальной эксплуатации здания и в условиях пожара вследствие увеличения жесткости при контактном соединении двутавра с листами и плитами облицовки. Предлагаемая методика позволяет рассчитать толщину крупноразмерной облицовки в зависимости от требуемой степени огнестойкости здания, показателя термодиффузии материала облицовки, условий нагрева полог и стенки двутавра при пожаре.

На рис. 1 изображено расчётное поперечное сечение огнезащитной стальной колонны с контактными присоединением элементов листовой и плитной облицовки к несущему стержню.

На рис. 2 изображено проектное поперечное сечение огнезащитной колонны со стальным несущим стержнем в виде двутавра № 20 К-2 примеру расчёта.

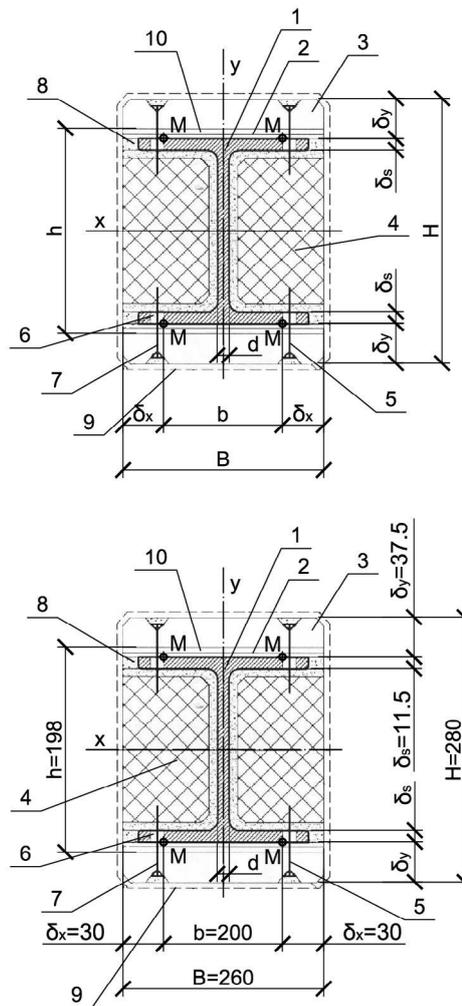


Рис. 1. Расчетное поперечное сечение огнезащищённой стальной колонны:
 1 – стальной двутавр; 2 – антикоррозионный слой; 3 – листовая огнезащитная облицовка;
 4 – плитная огнезащитная облицовка; 5 – установочные винты; 6 – крепежная гайка;
 7 – потайная головка установочного винта; 8 – асбестовый шнур; 9 – стеклоткань (штукатурка);
 10 – клеевой слой (строительный раствор); b и h – ширина полки и высота двутавра;
 B и H – ширина и высота сечения стальной огнезащищённой колонны; d и δ_s – толщина стенки и полки двутавра;
 δ_x и δ_y – толщина огнезащиты двутавра по осям X и Y, мм; M – контрольная точка расчетного сечения $M(\delta_x; \delta_y)$

Сведения о применении системы действий по огнезащите. При реконструкции корпуса № 2 университета проектом предусмотрены огнезащищённые стальные колонны из прокатного профиля. Характеристика здания и его несущих колонн: класс функциональной пожароопасности – Ф 4.2; степень огнестойкости – I (первая); класс конструктивной пожароопасности – CO (непожароопасное); число этажей – 6; требуемый предел огнестойкости несущей колонны $F_{u,n} = 120 \text{ мин}$ (табл. 21 [8]); стальной несущий стержень – двутавр № 20 К-2, высота двутавра $h = 198 \text{ мм}$, ширина полки $b = 200 \text{ мм}$, толщина стенки $d = 7,0 \text{ мм}$; толщина полки $\delta_s = 11,5 \text{ мм}$, площадь сечения двутавра $A = 53 \text{ см}^2$ (см. рис. 2).

Огнезащита полки стального двутавра – листовая огнезащитная облицовка – огнеупорный гипсокартонный лист толщиной $\delta_1 = 12,5 \text{ мм}$; огнезащита стенки двутавра – плитная огнезащитная облицовка – маты из минваты М-50 изделия «Rockwool».

Степень огнезащиты стальной колонной двутавра вычислена из логарифмического выражения

$$C = \ln(\tau_{uo} / 48 \cdot (1 - J_{os})^3), \quad (4)$$

при нормативной интенсивности силовых напряжений $J_{os} = 0,5$,

$$C = \ln(\tau_{uo} / 6), \quad (5)$$

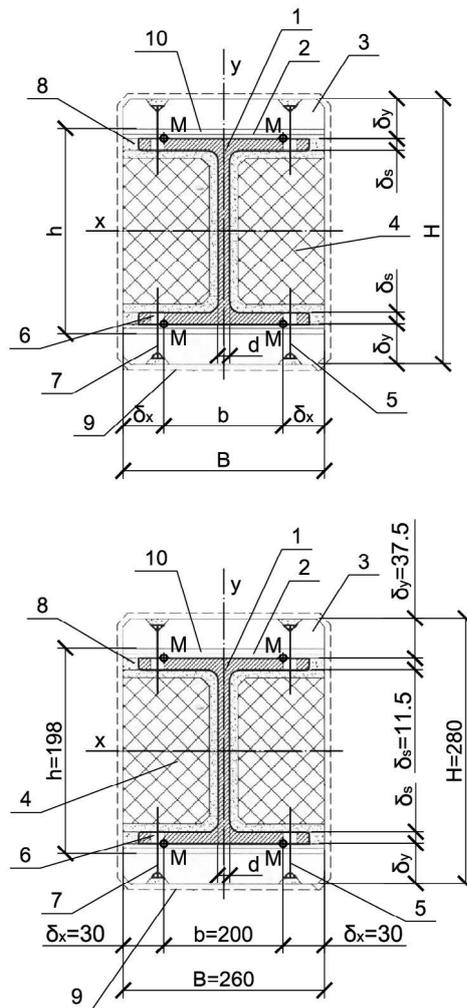


Рис. 2. Проектное поперечное сечение огнезащитной стальной колонны со стальным несущим стержнем в виде двутавра №20: поз. 1-10 приведены на рис. 1, здесь $\delta_{ГКЛО}$ и δ_{Roc} – соответственно толщина листовая и плитной огнезащитной облицовки

где C – степень огнезащиты стального двутавра, мм; τ_{uo} – предел огнезащиты элементов облицовки колонны, мин; ln – натуральный логарифм.

Предел огнезащиты облицовки колонны вычислен из уравнения

$$\tau_{uo} = F_{u,mp} - \tau_{us} \quad (6)$$

где $F_{u,mp}$ – требуемый предел огнестойкости несущей колонны, мин; τ_{us} – предел огнестойкости стального колонного двутавра без огнезащитной облицовки, мин.

Пример.

Дано: Стальной несущий стержень – двутавр из прокатного профиля № 20 К – 2; требуемый предел огнестойкости колонн для здания I (первой) степени огнестойкости $F_{u,тр} = 120$ мин (табл. 21 [8]); предел огнестойкости стального двутавра без огнезащиты $\tau_{us} = 20$ мин; огнезащитная облицовка полок двутав-

ра – огнеупорные гипсокартонные листы, показатель термодиффузии гипсокартона – $D_{ГКЛО} = 20$ мм²/мин; показатель условий нагрева полок двутавра $m_{01} = 0,642$; облицовка стенки двутавра – минватные маты М – 50 изделия «Rockwool»; показатель термодиффузии $D_{Roc} = 68,8$ мм²/мин; показатель условий нагрева стенки двутавра – $m_{02} = 0,5$ (при двухстороннем подводе тепла в условиях пожара).

Требуется определить толщину листовой и плитной облицовки.

Решение: 1) Предел огнезащиты облицовки стального двутавра вычислен по формуле (6):

$$\tau_{uo} = F_{u,mp} - \tau_{us} = 120 - 20 = 100 \text{ мин.}$$

2) Степень огнезащиты стального двутавра комплексной облицовкой (при $J_{os} = 0,5$) вычислена по логарифмическому уравнению (5):

$$C = \ln(\tau_{\text{цо}} / 2,5) = \ln(100 / 6) = \ln 16,67 = 2,81.$$

3) Требуемую толщину листовой огнезащитной облицовки для полок двутавра огнеупорными гипсокартонными листами (при $m_{01} = 0,642$) вычисляют по степенному уравнению (1):

$$\delta_{\text{мп,ГКЛО}} = 0,7 \cdot C \cdot D_{\text{ГКЛО}}^{0,8} / m_{01} = 0,7 \cdot 2,81 \cdot 20^{0,8} / 0,642 = 33,76 \text{ мм.}$$

4) Число слоёв облицовки полок двутавра из огнеупорных гипсокартонных листов (толщиной $\delta_1 = 12,5$ мм каждый лист) равно:

$$n_{\text{ГКЛО}} = \delta_{\text{мп,ГКЛО}} / \delta_1 = 33,76 / 12,5 = 2,7; \text{ принято } n_{\text{ГКЛО}} = 3 \text{ листа.}$$

5) Требуемую толщину плитной огнезащитной облицовки для стенки двутавра минераловатными изделиями «Rockwool» в виде матов марки М-50 (при двухстороннем подводе тепла в условиях пожара $m_{02} = 0,5$) определяют по степенному выражению (1):

$$\delta_{\text{мп. Roc}} = 0,7 \cdot C \cdot D_{\text{Roc}}^{0,8} / m_{02} = 0,7 \cdot 2,81 \cdot 68,8^{0,8} / 0,5 = 113 \text{ мм} > b / 2 = 200 / 2 = 100 \text{ мм; принято } \delta_{\text{Roc}} = 120 \text{ мм.}$$

В состав работ в предлагаемой системе действий по огнезащите стальной двутавровой колонны входят: подготовка поверхности стального двутавра и нанесение антикоррозийного слоя; выбор материалов для огнезащитной облицовки; расчёт толщины элементов облицовки; изготовление элементов листовой огнезащитной облицовки и плитной огнезащитной облицовки; установка крепёжных гаек на торцы полок стального колонного двутавра с шагом $500 \div 1000$ мм по длине (высоте) колонны; сборка элементов листовой огнезащитной облицовки и крепление их установочными винтами на полках стального колонного двутавра; нанесение клеевого слоя на поверхность стенки и полок стального колонного двутавра и приклеивания к ним элементов плитной огнезащитной облицовки; ввинчивание каждого установочного винта с потайной головкой и с заострённым концом в элементы плитной огнезащитной облицовки на глубину $\ell_k \geq 0,2 \cdot h$ (где h – высота двутавра); установка в пазы (в местах расположения крепёжных гаек) асбестового шнура; покрытие поверхности элементов плитной огнезащитной облицовки стеклотканью (по необходимости).

Предложенная система действий по устройству огнезащитной стальной двутавровой колонны здания применено при реконструкции корпуса № 2 Самарского государственного архитектурно-строительного университета (Самара, 2011-2014).

Выводы. 1. В результате проведенных исследований разработана ресурсоэнергосберегающая система

действий по огнезащите колонного двутавра при выполнении конструктивной крупноразмерной листовой и плитной огнезащиты стальных колонн здания.

2. Предлагаемое конструктивное решение повышает надёжность крепления элементов крупноразмерной облицовки за счёт использования установочных винтов с потайной головкой и ввинчиваемым заострённым концом; снижает массу металла и материалов облицовки; уменьшает площадь поперечного сечения огнезащитной стальной колонны; повышает фактический предел огнестойкости стальной колонны; снижает риск обрушения стальной колонны в начальной стадии пожара и прямые убытки от огня.

3. Положительный технологический эффект достигается тем, что стальной колонный двутавр оборудуют крепёжными гайками и установочными винтами с потайными головками и ввинчиваемым заострённым концом, элементы листовой облицовки прикрепляют вплотную к полкам двутавра, элементы плитной облицовки – вплотную к стенке двутавра; толщину элементов огнезащитной листовой и плитной облицовки стальной колонны заранее определяют с учётом теплофизических свойств материалов облицовки, условий нагрева полок и стенки стального двутавра при пожаре или технологической аварии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бартеллеми Б., Крюппа Ж. Огнестойкость строительных конструкций / Пер. с франц. М.: Стройиздат, 1985. 216 с. (гл. 4, п. 4.2 «Материалы и способы защиты»; рис. 4.2; 4.4 ÷ 4.6; с. 94 – 98).
2. Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1991. 320 с. (гл. 4 «Конструктивные способы огнезащиты»; п. 4.2. «Крупнозамерные листовые, плитные и рулонные облицовки»; рис. 8, с. 131÷133).
3. А.с. SU № 887755 МКИ³ E 04 В 1/94. Строительный узел здания / Ю.В. Покровский, В.В. Федоров, М.М. Карачинский и др.; заяв. 21.02.1980; опубл. 07.12.1981. Бюл. № 45.
4. А.с. SU № 773218 МКИ³ E 04 В 1/94. Строительный элемент / Ю.В. Покровский, В.В. Федоров, В.В. Филипов; заяв. 13.04.1979; опубл. 23.10.1980. Бюл. № 39.
5. Патент на полезную модель № 128233 RU, МПК E 04 В 1/94 (2006.01). Огнезащитная двутавровая колонна здания / Ильин Н.А., Славкин П.А., Шепелев Н.П., заяв. СГАСУ: 06.11.2012, опубл. 20.05.2013. Бюл. № 14.
6. Патент № 2513599 RU, МПК E 04 В 1/94 (2006.01). Способ огнезащиты двутавровой колонны здания / Ильин Н.А., Славкин П.Н., Шепелев А.П., заяв. СГАСУ: 25.10.2012, опубл. 27.05.2014. Бюл. № 15.
7. Патент № 2517292 RU, МПК E 04 В 1/94 E 04 С 3/32. Огнезащитная двутавровая колонна здания /

Ильин Н.А., Славкин П.Н., Шепелев А.П., заяв. СГАСУ: 25.10.2012, опубл. 27.05.2014. Бюл. № 15.

8. ФЗ № 123-08. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с испр. 2012 / 2013 г.г.).

9. Патент № 2517313 RU, МПК Е 04 В 1/94. Огнезащищённая двутавровая балка здания / Ильин Н.А., Шепелев А.П., Славкин П.Н., заяв. СГАСУ: 25.10.2012, опубл. 27.05.2014. Бюл. № 15.

10. Патент № 2451925 RU, МПК G 01 N 1/28. Способ изготовления образца для испытания огнезащитных покрытий / Ильин Н.А., Фрыгин В.В., Акулов А.Ю., Шепелев А.П., заяв. СГАСУ: 30.06.2010, опубл. 27.05.2012. Бюл. № 15.

11. Патент № 2320982 RU, МПК G 01 N 25/50. Способ определения огнестойкости стальных огнезащитных балок здания / Ильин Н.А., Ведерников С.С., заяв. СГАСУ: 04.07.2006, опубл. 27.03.2008. Бюл. № 9.

12. Ильин Н.А. Определение огнестойкости проектируемых конструкций здания: учебное пособие / СамГАСА. Самара, 2003. 166 с.

13. СТО СГАСУ 21.13.34-09. Стандарт организации. Определение огнестойкости стальных конструкций зданий / сост. Н.А. Ильин; СГАСУ. Самара, 2009. 70 с.

14. Ильин Н.А., Пищулёв А.А., Славкин П.Н., Шепелев А.П., Ибатуллин Р.Р. Восстановление сжатых железобетонных конструкций зданий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2013. № 4(13). С. 62-67. DOI: 10.17673/Vestnik.2013.04.11

15. Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Шепелев А.П. Новое устройство для усиления многослойной панели перекрытия здания // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. № 2 (15). С. 86-93. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.14

16. Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Литвинов Д.В., Славкин П.Н. Определение огнестойкости сжатых железобетонных конструкций зданий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 1 (18). С. 82-89. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.01.13

© Ильин Н.А., Панфилов Д.А.,
Литвинов Д.В., Третьяков Н.В., 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) 339-14-78
E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ЛИТВИНОВ Денис Владимирович

кандидат архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия

Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 340-02-39
E-mail: litvinov-dv@mail.ru

ТРЕТЬЯКОВ Николай Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры металлических и деревянных конструкций

Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 339-14-65

PLYIN Nikolay

PhD in Engineering Science, professor of the Water Supply and Drainage Department

Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194,
tel. (846)339-14-71

PANFILOV Denis

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Engineering Structures Department

Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194,
tel. (846)339-14-78
E-mail: panda-w800i@yandex.ru

LITVINOV Denis

PhD in Architecture e, Associate Professor of the Restoration and Reconstruction of Architectural Heritage Department

Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194,
tel. (846) 340-02-39
E-mail: litvinov-dv@mail.ru

TRETYAKOV Nikolay

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Steel and Timber Structures Department

Samara State University of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 194,
tel. (846) 339-14-65

Для цитирования: Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Литвинов Д.В., Третьяков Н.В. Метод действенной и ресурсосберегающей огнезащиты стальных двутавровых колонн здания // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 3 (20). С. 112-119.

For citation: Ilyin N.A., Panfilov D.A., Litvinov D.V., Tretyakov N.V. on the efficient and energy-saving method of flame proofing for steel I-shaped columns // Vestnik SGASU, Gradostroitelstvo i arhitektura [Vestnik of SSUACE. Town Planning and Architecture]. 2015. № 3 (20). Pp. 112-119.