

Минстрой России
АО «Научно-исследовательский Центр «Строительство»

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций
им. В.А. Кучеренко

О разработке СП «Конструкции стальные строительные. Правила обеспечения огнестойкости»

Заведующий сектором
Научного экспертного бюро пожарной безопасности в строительстве
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
Стрекалёв Александр Николаевич



МИНСТРОЙ
РОССИИ



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



ЦНИИСК
ИМ. В.А. КУЧЕРЕНКО

ОСНОВАН
в 1927 г.



Порядок обеспечения огнестойкости зданий

Степень огнестойкости зданий устанавливается в зависимости от их этажности (высоты), класса функциональной пожарной опасности, площади пожарного отсека и пожарной опасности происходящих в них технологических процессов по СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

Требуемые пределы огнестойкости несущих стальных конструкций устанавливаются в зависимости от принятой степени огнестойкости зданий по 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (Статья 87, Таблица 21).

Выбор средства огнезащиты, с учетом огнезащитной эффективности, определяемой по ГОСТ Р 53295–2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности».

Пределы огнестойкости несущих строительных конструкций с огнезащитой определяются:

- при испытаниях по [ГОСТ 30247.1–94](#) «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»;
- расчетно-аналитическим методом, включающим совместное решение прочностной задачи и теплотехнической задачи **по ???**



В 2021-2022 годы ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко совместно с ФГБУ ВНИИПО МЧС России, НИТУ «МИСиС», ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», при активном участии Ассоциации развития стального строительства (АРСС) выполнены следующие работы:

- Комплексная НИОКР: «Исследование механических свойств основных марок строительных сталей (включая огнестойкие) при повышенных температурах»;
- Разработка проекта свода правил СП «Конструкции стальные строительные. Правила обеспечения огнестойкости»



Комплексная НИОКР: «Исследование механических свойств основных марок строительных сталей (включая огнестойкие) при повышенных температурах»

Основные участники: АО «НИЦ Строительство», ФГБУ ВНИИПО МЧС России, НИТУ «МИСиС»

Основные этапы НИОКР:

- проведение серии испытаний малогабаритных образцов строительных сталей (включая огнестойкие) по методам согласно ГОСТ 9651-84 (ИСО 783-89) Металлы. Методы испытаний на растяжение при повышенных температурах.

- проведение серии испытаний образцов стальных конструкций разных марок стали (включая огнестойкие) под нагрузкой по методам согласно ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие Конструкции»



Рисунок Б.8 – Температурный коэффициент снижения предела текучести, γ_T огнестойкой стали (С355П, С390П)

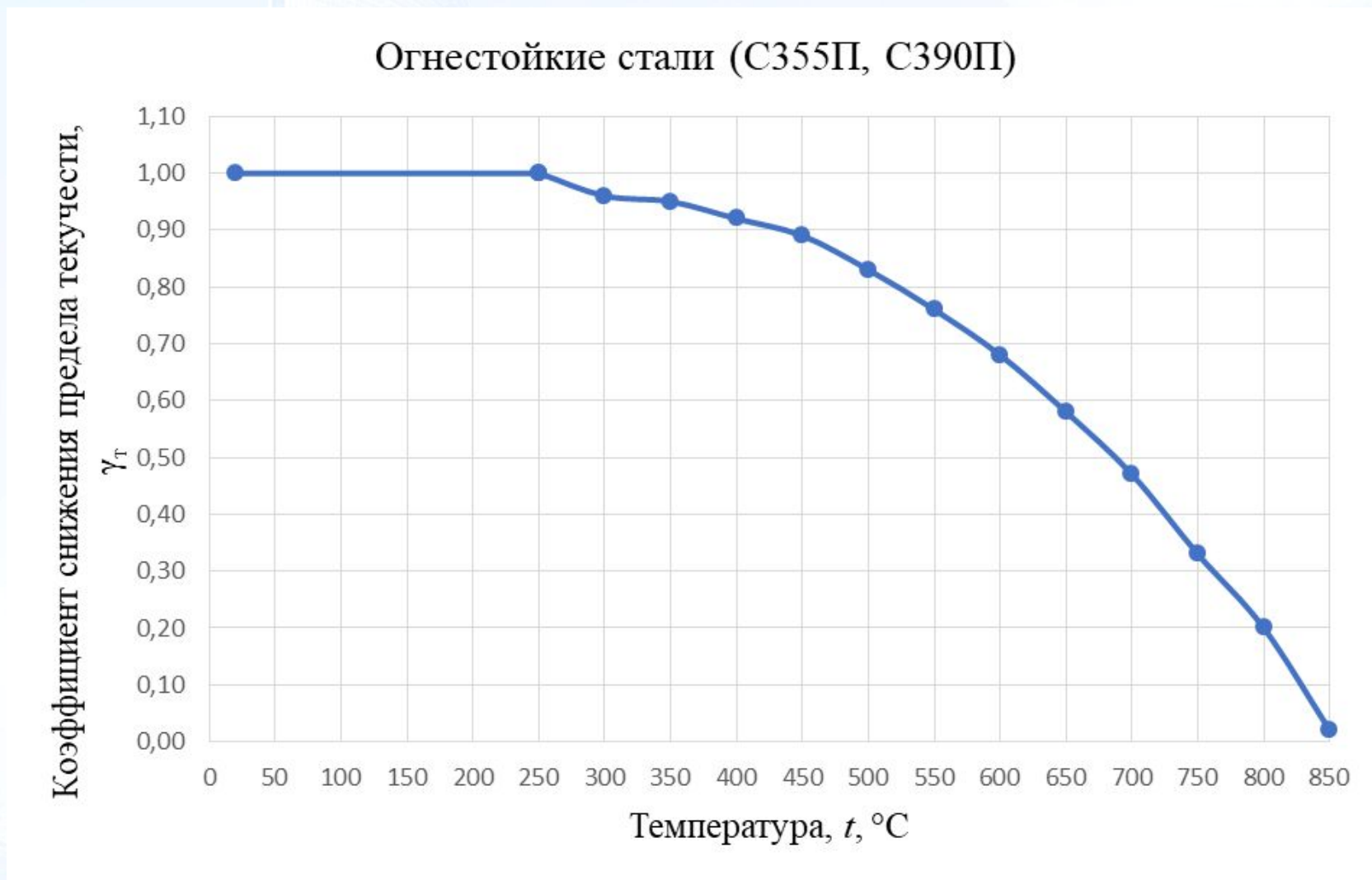


Таблица Б.1 — Температурные коэффициенты снижения механических свойств строительных сталей

Температура нагрева, °С	Температурный коэффициент снижения модуля упругости γ_e	Температурный коэффициент снижения предела текучести γ_T
Стали обычной прочности С235, С245, С255		
20	1,00	1,00
250	1,00	1,00
300	0,94	0,84
350	0,89	0,78
400	0,84	0,72
450	0,79	0,67
500	0,73	0,61
550	0,67	0,54
600	0,59	0,45
650	0,52	0,34
700	0,43	0,20



Структура (содержание) СП «Конструкции стальные строительные. Правила обеспечения огнестойкости»

Предисловие.

Содержание.

Введение.

1. Область применения.

2. Нормативные ссылки.

3. Термины и определения.

4. Общие положения.

5. Обеспечение огнестойкости стальных конструкций.

6. Свойства стали при огневом воздействии, до и после него.

7. Расчетно-аналитические методы определения пределов огнестойкости стальных конструкций.

7.1. Прочностной расчет (определение критической температуры).

7.2. Определение времени нагрева до критической температуры стальной конструкции без огнезащиты и с огнезащитным покрытием.

Библиография

Приложение: Справочные данные об изменении механических свойств строительных сталей при повышенных температурах.

7



МИНСТРОЙ
РОССИИ



НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО
научно-исследовательский центр



ЦНИИСК
ИМ. В.А. КУЧЕРЕНКО

ОСНОВАН
в 1927 г.



4.3 Для выполнения требований нормативных документов к пределам огнестойкости конструкций следует применять стандартный температурный режим пожара. При внедрении в специально оговоренных случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, нормирования времени огнестойкости в других режимах пожара, следует учитывать особенности этих режимов при расчётах и испытаниях, в том числе при оценке эффективности огнезащиты. Сведения о применяемом режиме должны быть приведены в отчётных материалах (расчёты, протоколы испытаний и т.д.). **Альтернативные и реальные режимы пожара также могут быть применены в дополнение к стандартному режиму пожара в добровольном порядке.**



5 Обеспечение огнестойкости стальных конструкций

5.1 Требуемый предел огнестойкости несущих стальных конструкций и узлов их соединения может быть обеспечен одним из следующих способов или их комбинацией:

- повышение собственного предела огнестойкости за счет применения стали повышенной прочности, увеличения размеров сечения и (или) приведенной толщины стальных конструкций, **применения огнестойких сталей**, заполнения полых стальных конструкций бетоном;

- применение различных средств и способов огнезащиты.



7 Расчетно-аналитические методы определения пределов огнестойкости несущих стальных конструкций

7.1 При расчете пределов огнестойкости несущих стальных конструкций по потере несущей способности проводятся прочностной (статический) и теплотехнический расчеты.

7.2 Целью прочностного (статического) расчета является определение критической температуры стальной несущей конструкции, при которой наступает предельное состояние по потере несущей способности.

7.3 При проведении теплотехнического расчета определяется время прогрева стальных конструкций с огнезащитой или без огнезащиты от начала температурного воздействия при установленном температурном режиме пожара до определенной (критической) температуры. Время прогрева стальной конструкции до критической температуры является ее фактическим пределом огнестойкости.



Прочностной (статический) расчет

7.2 Целью прочностного (статического) расчета является **определение критической температуры** стальной несущей конструкции, при которой прочностные характеристики стали (предел текучести, модуль упругости), снижающиеся по мере нагрева конструкции, достигают значений, при которых наступает предельное состояние по потере несущей способности.

При прочностном расчете стальных конструкций применяется статический подход, при котором не учитываются температурный режим пожара и фактор времени нахождения конструкции под высокотемпературным воздействием, влияние температурного расширения стальных конструкций.

Прочностной расчет стальных конструкций производится по СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции», СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия» с учетом температурных коэффициентов изменения механических свойств стали.

Это позволит оптимизировать расчеты с использованием систем автоматического проектирования (САПР).



9.3.1 Расчетно-аналитический метод определения динамики прогрева стальных конструкций с огнезащитным покрытием заключается в получении исходных данных для расчета по результатам проведения серии огневых испытаний строительных конструкций в соответствии с 4.11 ГОСТ Р 53295.

При этом проводится серия из не менее, чем 9 огневых испытаний по определению огнезащитной эффективности покрытия различной толщины (минимальной, средней и максимальной) на образцах стальных колонн с различной приведенной толщиной металла (минимальной, средней и максимальной). При испытаниях контролируется скорость прогрева конструкции (зависимость температуры прогрева конструкции от времени температурного воздействия). Испытания проводятся до достижения температуры конструкции 700 °С для обычных сталей и 850 °С для огнестойких сталей.

9.3.2 Для стальных конструкций с конструктивной огнезащитой допускается выполнять теплотехнический расчет с использованием данных о теплотехнических свойствах конкретных огнезащитных покрытий (А – начальный коэффициент теплопроводности огнезащитного покрытия, В – коэффициент изменения теплопроводности огнезащитного покрытия при нагреве и др.) которые определяются по экспериментальным данным путем при испытаниях стальных пластин с огнезащитой размером 0,6 × 0,6 м.

9.4 Результаты теплотехнических расчетов (Сведения об огнезащитной эффективности огнезащитных покрытий в виде номограмм и (или) матриц должны содержаться в технической документации на средство огнезащиты).

12



МИНСТРОЙ
РОССИИ



НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО
научно-исследовательский центр



ЦНИИСК
ИМ. В.А. КУЧЕРЕНКО

ОСНОВАН
в 1927 г.



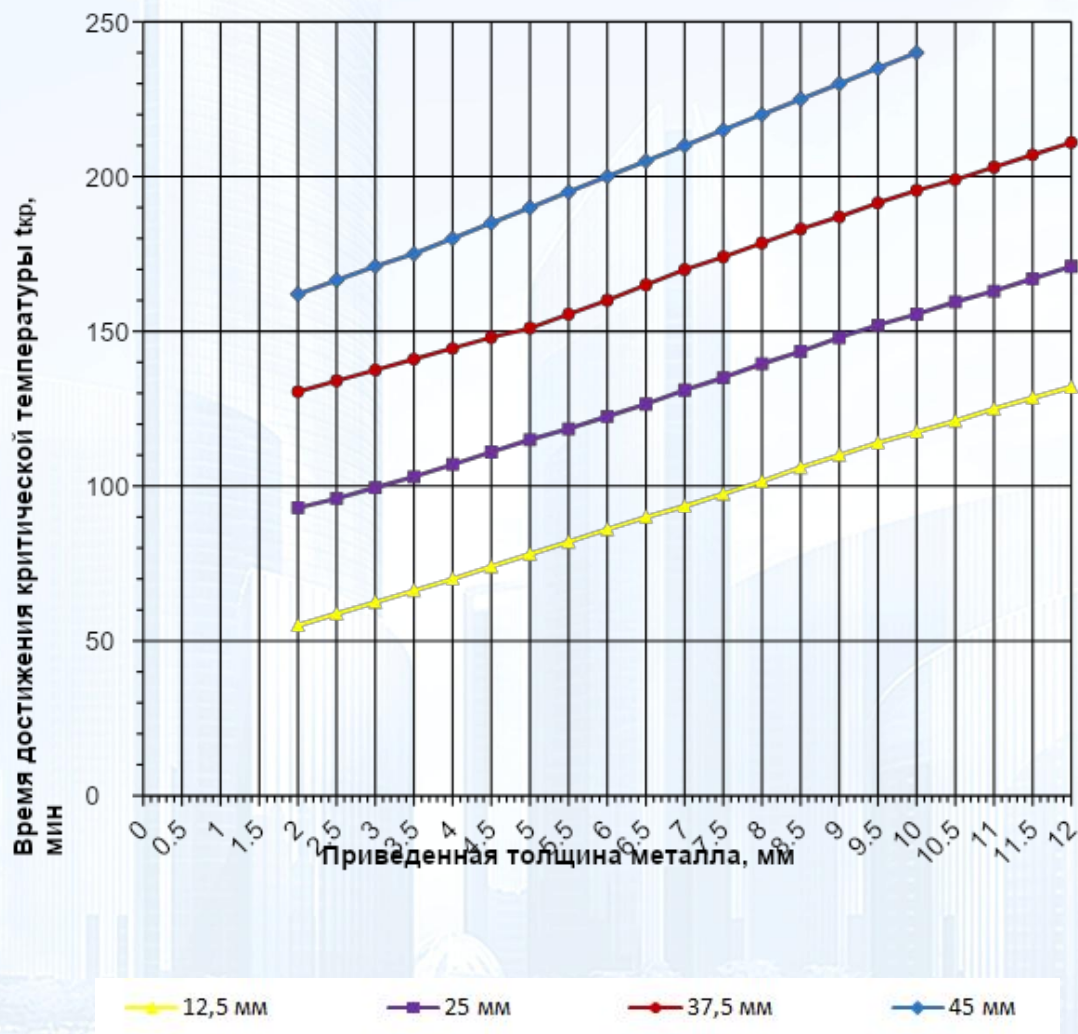
Пример оформления результатов испытаний в виде матрицы времени достижения критической температуры 550°С образцов колонн с приведенной толщиной металла 2,0мм, 16мм и 30мм и толщиной огнезащитного покрытия 3мм, 9мм и 15мм.

Красным шрифтом выделены результаты серии из 9 испытаний образцов колонн с приведенной толщиной 2мм, 16мм и 30мм и толщиной огнезащитного покрытия 3мм, 9мм и 15мм, черным шрифтом отображены данные, полученные с применением метода линейной интерполяции

ПТМ мм	Толщина ОЗП (мм)/Время (мин)										
	3,0	4,2	5,4	6,6	7,8	9,0	10,2	11,4	12,6	13,8	15,0
2,0	32,0	41,6	51,2	60,8	70,4	80,0	89,6	99,2	108,8	118,4	128,0
3,6	32,3	42,6	52,8	63,1	73,4	83,6	93,9	104,2	114,4	124,7	135,0
4,8	32,6	43,5	54,5	65,4	76,3	87,3	98,2	109,1	120,0	131,0	141,9
6,2	32,9	44,5	56,1	67,7	79,3	90,9	102,5	114,1	125,7	137,3	148,9
7,6	33,2	45,5	57,7	70,0	82,2	94,5	106,8	119,0	131,3	143,5	155,8
9,0	33,5	46,4	59,4	72,3	85,2	98,1	111,1	124,0	136,9	149,8	162,8
10,4	33,8	47,4	61,0	74,6	88,2	101,8	115,3	128,9	142,5	156,1	169,7
11,8	34,1	48,4	62,6	76,9	91,1	105,4	119,6	133,9	148,1	162,4	176,7
13,2	34,4	49,3	64,2	79,2	94,1	109,0	123,9	138,8	153,8	168,7	183,6
14,6	34,7	50,3	65,9	81,5	97,0	112,6	128,2	143,8	159,4	175,0	190,6
16,0	35,0	51,3	67,5	83,8	100,0	116,3	132,5	148,8	165,0	181,3	197,5
17,4	35,3	52,2	69,1	86,0	103,0	119,9	136,8	153,7	170,6	187,5	204,5
18,8	35,6	53,2	70,8	88,3	105,9	123,5	141,1	158,7	176,2	193,8	211,4
20,2	35,9	54,1	72,4	90,6	108,9	127,1	145,4	163,6	181,9	200,1	218,4
21,6	36,2	55,1	74,0	92,9	111,8	130,8	149,7	168,6	187,5	206,4	225,3
23,0	36,5	56,1	75,7	95,2	114,8	134,4	154,0	173,5	193,1	212,7	232,3
24,4	36,8	57,0	77,3	97,5	117,8	138,0	158,2	178,5	198,7	219,0	239,2
25,8	37,1	58,0	78,9	99,8	120,7	141,6	162,5	183,4	204,3	225,2	246,2
27,2	37,4	59,0	80,5	102,1	123,7	145,3	166,8	188,4	210,0	231,5	253,1
28,6	37,7	59,9	82,2	104,4	126,6	148,9	171,1	193,3	215,6	237,8	260,1
30,0	38,0	60,9	83,8	106,7	129,6	152,5	175,4	198,3	221,2	244,1	267,0



•Пример номограммы прогрева стальных конструкций с огнезащитным покрытием при стандартном температурном режиме пожара до $t_{кр} = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$



Разработка свода правил «Здания и сооружения. Обеспечение огнестойкости с учетом специфики объекта»

При разработке проекта свода правил планируется конкретизировать положения п. 4.4 СП 2.13130.2020 "Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты" при определении степени огнестойкости зданий с учетом их специфики, что будет способствовать оптимизации нормативных требований, реализации концепции гибкого противопожарного нормирования объектно-ориентированного подхода в строительстве.

Разработка ГОСТ Р «Конструкции строительные. Огнестойкость при температурных режимах альтернативного и реального пожара»

Целью разработки проекта ГОСТ Р является оптимизация нормативных требований огнестойкости, реализация концепции гибкого противопожарного нормирования в строительстве, в т.ч. объектно-ориентированного подхода при установлении температурного режима реального пожара и определение пределов огнестойкости строительных конструкций при температурных режимах реального пожара .



Спасибо за внимание!



МИНСТРОЙ
РОССИИ



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



ЦНИИСК
ИМ. В.А. КУЧЕРЕНКО

ОСНОВАН
в 1927 г.

