

## ИЗМЕНЕНИЕ № 1

### к СП 468.1325800.2019 "Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности"

ОКС 13.220.50

Дата введения 2024-01-29

УТВЕРЖДЕНО И ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 28 декабря 2023 г. № 1007/пр

#### Содержание

Раздел 10. Наименование. Изложить в новой редакции:

"10 Конструктивные требования, обеспечивающие огнестойкость железобетонных конструкций".

Дополнить наименованиями разделов 15 и 16 в следующей редакции:

"15 Огнестойкость бетонных конструкций с арматурой композитной полимерной .....  
16 Огнестойкость фибробетонных конструкций с неметаллической фиброй.....".

Введение

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

"Изменение № 1 к настоящему своду правил разработано авторским коллективом АО "НИЦ "Строительство" (руководитель работы - канд. техн. наук *Д.В.Кузеванов*, канд. техн. наук *И.С.Кузнецова*, *В.Г.Рябченкова*)".

#### 1 Область применения

Второй абзац. Дополнить слова: "производственных зданий" словами: "и сооружений".

Третий абзац. Третье перечисление. Исключить.

#### 2 Нормативные ссылки

СП 14.13330. Дополнить ссылку словами: "(с изменениями № 2, № 3)";

СП 20.13330. Заменить слова: "(с изменениями № 1, № 2)" на "(с изменениями № 1, № 2, № 3, № 4)";

СП 63.13330. Дополнить ссылку словами: "(с изменениями № 1, № 2)".

Дополнить раздел наименованиями ссылочных документов в следующей редакции:

"ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме";

"ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам";

"ГОСТ 23250-78 Материалы строительные. Метод определения удельной теплоемкости";

"ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона";

"СП 50.13330.2012 "СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий" (с изменениями № 1, № 2)";

"СП 297.1325800.2017 Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй. Правила проектирования (с изменениями № 1, № 2)";

"СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования (с изменением № 1)".

Заменить наименование ссылочного документа:

"СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с изменением № 1)" на "СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты".

#### 3 Термины и определения

Пункт 3.5. Изложить в новой редакции:

"3.5 **нормируемый (требуемый) предел огнестойкости железобетонной конструкции:** Значение предела огнестойкости, устанавливаемое в нормах и (или) проекте".

Пункт 3.11. Изложить в новой редакции:

"3.11 **предел огнестойкости конструкции (заполнения проемов противопожарных преград):** Промежуток времени от начала огневого воздействия в условиях стандартных испытаний до наступления одного из нормированных для данной конструкции (заполнения проемов противопожарных преград) предельных состояний."

Дополнить пунктами 3.21 и 3.22 в следующей редакции:

3.21 **микрофибра:** Искусственно созданные тонкие волокна длиной до 20 мм и диаметром менее 0,3 мм.

3.22 **макрофибра:** Искусственно созданные проволока, стружка, ленты, нити или ровинги длиной до 70 мм и диаметром более 0,3 мм."

#### 4 Общие положения по обеспечению огнестойкости железобетонных конструкций

Пункт 4.5. Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

"Следует учитывать основные параметры, оказывающие влияние на предел огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций, - вид бетона, вяжущего и заполнителя, классы бетона и арматуры, тип конструкций, форма и размеры поперечного сечения, количество и расположение арматуры по сечению конструкции, толщина защитного слоя бетона, условия нагревания конструкции при пожаре, нагрузка и влажность бетона."

Дополнить пунктом 4.9 в следующей редакции:

"4.9 Приведенные далее расчетные методы оценки огнестойкости железобетонных конструкций не применимы к несущим бетонным конструкциям с арматурой композитной полимерной (АКП). Огнестойкость несущих бетонных конструкций с АКП обеспечивается согласно разделу 15."

### 5 Свойства бетона и арматуры при огневом воздействии и после него

Пункт 5.2. Изложить в новой редакции:

"5.2 Значения коэффициентов условий работы на сжатие  $\gamma_{bt}$  бетонов следует устанавливать экспериментально. Для тяжелых бетонов на силикатном и карбонатном заполнителях, конструкционного керамзитобетона и некоторых видов высокопрочных бетонов коэффициенты условий работы на сжатие  $\gamma_{bt}$  приведены в таблице 5.1 в зависимости от температуры нагрева бетона.

Таблица 5.1

Вид бетона	Коэффициент	Значение коэффициентов $\gamma_{bt}$ , $\beta_b$ и $\varphi_{b,cr}$ для бетона при температуре, °С							
		20	200	300	400	500	600	700	800
Тяжелый, на силикатном заполнителе	$\gamma_{bt}$	1,0 1,0	0,98 0,95	0,95 0,90	0,85 0,80	0,80 0,70	0,60 0,50	0,20 0,15	0 0
	$\beta_b$	1,0	0,70	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0
	$\varphi_{b,cr}$	1,5	3,0	5,7	9,0	13,0	19,0	-	0
Тяжелый, на карбонатном заполнителе	$\gamma_{bt}$	1,0 1,0	1,0 0,95	0,95 0,90	0,90 0,85	0,85 0,80	0,65 0,60	0,30 -	0,15 -
	$\beta_b$	1,0	0,75	0,55	0,45	0,35	0,25	0,15	0,10
	$\varphi_{b,cr}$	1,2	2,4	4,6	7,2	10,0	15,0	-	-
Конструкционный керамзитобетон	$\gamma_{bt}$	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,95 1,0	0,85 0,95	0,70 0,80	0,50 0,55	0,25 0,30
	$\beta_b$	1,0	0,85	0,80	0,70	0,60	0,45	0,30	0,15
	$\varphi_{b,cr}$	0,7	3,2	5,9	9,2	13,5	20,0	-	-
Высокопрочный бетон классов В60-В100 на шлакопортланд-цементе и гранитном заполнителе, с добавкой микрокремнезема 6%-13%	$\gamma_{bt}$	1,0 1,0	- 0,95	- 0,85	- 0,80	- 0,60	- 0,40	- 0,25	- 0,10
Примечания									
1 Значения коэффициентов $\gamma_{bt}$ над чертой и $\beta_b$ приведены для бетона в нагретом состоянии и применяются при расчете огнестойкости.									

2 Значения коэффициентов  $\gamma_{bt}$  под чертой и  $\Phi_{b,cr}$  приведены для бетона после нагрева в охлажденном состоянии и применяются при расчете огнесохранности.

3 Значения коэффициента  $\beta_b$  после нагрева равны 1.

4 Для высокопрочных бетонов иного вещественного состава классов В60 и выше коэффициенты условий работы следует определять экспериментально.

5 Знак "тире" в таблице означает необходимость выполнения экспериментальных исследований для определения коэффициентов  $\gamma_{bt}$ ,  $\beta_b$  и  $\Phi_{b,cr}$ .

."

Пункт 5.3. Таблица 5.2. Изложить в новой редакции:  
"Таблица 5.2

Вид бетона	Значение коэффициента $\gamma_{bt}$ при температуре нагрева, °С							
	20	200	300	400	500	600	700	800
Тяжелый, на силикатном заполнителе	1,0	0,65	0,50	0,35	0,20	0,05	0	0
	1,0	0,60	0,45	0,30	0,15	0,03	0	0
Тяжелый, на карбонатном заполнителе и конструкционный керамзитобетон	1,0	0,70	0,55	0,40	0,25	0,1	0	0
	1,0	0,65	0,50	0,35	0,20	0,05	0	0

Примечания

1 Значения коэффициентов условий работы  $\gamma_{bt}$  над чертой приведены для бетона в нагретом состоянии и применяются при расчете огнестойкости, под чертой - для бетона в охлажденном состоянии после нагрева и применяются при расчете огнесохранности.

2 Для высокопрочных бетонов классов В60 и выше коэффициенты условий работы следует определять экспериментально.

."

## 6 Основные положения теплотехнического расчета железобетонных конструкций

Пункт 6.2. Первый абзац. Третье предложение. Изложить в новой редакции:

"Расчеты прогрева сечений железобетонных конструкций выполняют с применением компьютерных программ или по графикам и изотермам по приложениям А и Б."

Пункт 6.3. Формула (6.7)\*. Изложить в новой редакции:

$$a_{red} = 3,6\lambda / (C + 0,05W)\rho, \quad (6.7)''$$

Экспликация к формуле (6.7). Пояснение "W". Изложить в новой редакции:

"W - эксплуатационная (массовая) влажность бетона, %, принимаемая по СП 50.13330.2012 (приложение Т, таблица Т.1)."

\* Вероятно, ошибка оригинала. Следует читать: "Формула (6.6)". - Примечание изготовителя базы данных.

## 8 Расчет предела огнестойкости по потере несущей способности

Пункт 8.1. Дополнить вторым абзацем в следующей редакции:

"Оценку огнестойкости железобетонных конструкций из высокопрочного бетона следует производить с учетом влияния взрывообразного разрушения бетона на предел огнестойкости по потере несущей способности по 9.19."

Пункт 8.4. Изложить в новой редакции:

"8.4 Статический расчет предела огнестойкости по потере несущей способности R следует производить на нормативные нагрузки и нормативные сопротивления бетона и арматуры при огневом

воздействию.

За нормативные нагрузки следует принимать основное сочетание, состоящее из постоянных  $P_d$  и временных длительных  $P_1$ , без учета кратковременных нагрузок  $P_t$  (согласно классификации нагрузок по СП 20.13330.2016 (раздел 5)). При этом не следует учитывать динамическую составляющую крановых нагрузок и оборудования (приняв коэффициент динамичности равным 1,0). Расчет на особое сочетание с учетом особых нагрузок (сейсмических и аварийных) не производится, так как совпадение особых нагрузок с пожаром маловероятно.

Схема приложения нормативных нагрузок в расчетах огнестойкости должна соответствовать принятой в проекте."

Пункт 8.9. Первый и второй абзацы. Изложить в новой редакции:

"8.9 Разрушение плоских изгибаемых железобетонных плит, шарнирно опертых по двум противоположным сторонам, при одностороннем нагреве снизу происходит в результате образования пластического шарнира в середине пролета из-за снижения нормативного сопротивления арматуры растяжению до рабочих напряжений от нормативной нагрузки. Схема усилий в сечении, нормальном к продольной оси плиты в середине пролета, приведена на рисунке 8.3а."

Пункт 8.12. Дополнить пунктом 8.12а в следующей редакции:

"8.12а Для плит из высокопрочного бетона на гранитном заполнителе классов В60-В100 расчетный предел огнестойкости следует обеспечивать с запасом не менее 20 мин с учетом 9.19."

Пункт 8.13. Первое предложение. Исключить слова: ", как правило,".

Пункт 8.16. Формула (8.21). Изложить в новой редакции:

$$A = R_{bnt} [b_t x_t (h_0 - 0,5x_t) + (b'_{ft} - b_t) h'_{ft} (h_0 - 0,5h'_{ft})]; \quad (8.21)''$$

Формула (8.22). Дополнить экспликацией в следующей редакции:

"где А и В - моменты внутренних усилий по бетону и арматуре соответственно."

Пункт 8.17. Первое предложение. Исключить слова: ", как правило,".

Второе предложение. Заменить слова: "могут подвергаться" на "подвергаются".

Пункт 8.27. Второе предложение. Изложить в новой редакции:

"Эти элементы во время пожара обогриваются со всех сторон."

Пункт 8.30. Третий абзац. Первое предложение. Заменить слово: "производят" на "следует производить".

Пункт 8.33. Формула (8.38). Экспликация. Изложить в новой редакции:

"где  $(1/r)_t$  - температурная кривизна, определяемая по формулам (8.41а) и (8.41б);

$D$  - жесткость сечения в предельной по прочности стадии, определяемая по формуле (8.41в)."

Первый абзац. Дополнить абзацем в следующей редакции:

"В центрально и внецентренно сжатых и растянутых железобетонных элементах температурные моменты полностью снимаются продольной силой до наступления предельного состояния и не влияют на прочность."

Пункт 8.35. Рисунок 8.10. Наименование. Изложить в новой редакции:

**"Рисунок 8.10 - Моменты в статически неопределимом изгибаемом элементе"**.

Пункт 8.40.2. Заменить слова: "Из статического расчета для" на "Для".

Пункт 8.40.4. Изложить в новой редакции:

"8.40.4 При расчете упругой системы статически неопределимой конструкции необходимо определять усилия в элементах. Производят расчет по прочности пролетного сечения элемента из условия (8.40). Если условие прочности пролетного сечения соблюдается, то производят расчет по прочности для опорного сечения элемента."

Пункт 8.40.5. Изложить в новой редакции:

"8.40.5 Определяют жесткость сечения с учетом наличия трещин от огневого воздействия по всей длине элемента и изменения физико-механических свойств бетона и арматуры от нагрева, температурные моменты в опорных сечениях изгибаемых элементов, суммируют их с моментами от нагрузки и проверяют условие прочности опорного сечения (8.41)."

Пункт 8.44. Дополнить пунктами 8.44а и 8.44б в следующей редакции:

"8.44а Следует учитывать, что с повышением температуры огневого воздействия до 500°С наблюдаются наибольшие значения температурного момента. При температуре 900°С температурный момент снижается. В практических расчетах криволинейное распределение температуры нагрева бетона по высоте сечения элемента приводится к прямолинейному. Перепад температуры по высоте сечения элемента определяют из равенства статических моментов и площадей действительной криволинейной эпюры и приведенной расчетной трапециевидальной эпюры температур. Температуру растянутой арматуры определяют по теплотехническому расчету [3].

8.44б Для железобетонного элемента с трещинами в растянутой зоне при прямолинейной эпюре температурную кривизну оси элемента определяют:

при расположении растянутой арматуры у нагреваемой грани сечения

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\alpha_{st}t_s - \alpha_{bt}t_b}{h_0}, \quad (8.41a)$$

при расположении сжатого бетона у нагреваемой грани сечения

$$\left(\frac{1}{r}\right)_t = \frac{\alpha_{bt}t_b - \alpha_{st}t_s}{h_0}, \quad (8.41б)$$

где  $\alpha_{bt}$  и  $\alpha_{st}$  - коэффициенты температурной деформации бетона и арматуры, принимаемые по таблицам 5.3 и 5.7 в зависимости от температуры бетона менее нагретой и температуры бетона более нагретой грани сечения (500°C) и температуры нагрева арматуры [3].

Жесткость изгибаемых железобетонных элементов в предельной стадии допускается определять по формуле

$$D = \varphi_1 E_{s,t} A_s z (h_0 - x_t). \quad (8.41в)$$

Коэффициент  $\varphi_1$  в формуле (8.41в) учитывает влияние температуры на жесткость элемента и принимается равным 0,5 при пределе огнестойкости до R120 включительно, 0,4 - при R180 и 0,3 - при R240 [3]. При промежуточных значениях предела огнестойкости коэффициент  $\varphi_1$  определяется интерполяцией.

Для элементов прямоугольного сечения при отсутствии (или без учета) сжатой арматуры значение  $z$  - расстояния от центра тяжести растянутой арматуры до точки приложения равнодействующей усилий в сжатой зоне - определяют по формуле

$$z = h_0 - x_t / 3. \quad (8.41г)$$

Для элементов прямоугольного, таврового (с полкой в сжатой зоне) и двутаврового поперечных сечений значение  $z$  допускается принимать равным  $0,85 h_0$ . Высоту сжатой зоны в формулах (8.41в) и (8.41г) допускается вычислять по формуле (8.11) без учета сжатой арматуры. При  $\xi = x_t / h_0 > \xi_R$  значение  $x_t = \xi_R h_0$ .

Для железобетонных элементов с трещинами в растянутой зоне при линейной эпюре температур по высоте сечения температурное удлинение оси элемента определяется по формуле

$$\varepsilon_t = \frac{\alpha_{bt}t_b + \alpha_{st}t_s}{2}, \quad (8.41д)$$

где  $\alpha_{bt}$  и  $\alpha_{st}$  принимают как в формулах (8.41а) и (8.41б)."

## 9 Оценка предела огнестойкости по целостности

Пункт 9.3. Второй абзац. Первое предложение. Исключить слова: ", как правило,".

Пункт 9.5. Изложить в новой редакции:

"9.5 Следует учитывать, что хрупкое разрушение бетона при пожаре зависит от состава, структуры и влажности бетона, температуры и скорости нагрева при пожаре, граничных условий конструкции и внешней нагрузки, т.е. оно зависит как от материала (бетона), так и от вида бетонной или железобетонной конструкции."

Пункт 9.7. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"9.7 Общая расчетная оценка возможности хрупкого разрушения бетона при пожаре на стадии проектирования производится, если известен вещественный и количественный состав бетона."

Второй абзац. Заменить слова: "хрупкого разрушения бетона при пожаре для бетонов" на "хрупкого разрушения при пожаре бетонов".

Таблица 9.5. Примечание 1. Изложить в новой редакции:

"1 Значения  $K'_1$  приведены для бетонов с наибольшей крупностью заполнителя 10 мм. При крупности заполнителя более 10 мм значение  $K'_1$  следует умножать на 1,14."

Таблица 9.6. Графа "73". Заменить значение: "73" на "75".

Пункт 9.9. Заменить обозначение: " $W_b^{cr}$ " на " $W_0^{cr}$ ";

формула (9.8). Заменить обозначение: " $W_b^{cr} r$ " на " $W_0^{cr}$ ".

Пункт 9.11. Первое предложение. Изложить в новой редакции:

"9.11 Если бетон имеет значения критерия  $F$  больше 4 или меньше 6, то минимальная толщина элемента конструкции принимается в зависимости от относительных сжимающих напряжений по таблице 9.10."

Второй абзац. Изложить в новой редакции:

"Значение критерия хрупкого разрушения бетона  $F$  зависит от физических свойств и объемной эксплуатационной влажности бетона. Чем больше влажность бетона, тем больше значение критерия

хрупкого разрушения и тем больше опасность возможности хрупкого разрушения бетона при пожаре."

Пункт 9.12. Первое предложение. Исключить слова: ", как правило,".

Пункт 9.16. Первый абзац. Четвертое перечисление. Изложить в новой редакции:

"- применение добавки полипропиленовой микрофибры в бетон в количестве не менее 1 кг/м<sup>3</sup>."

Дополнить вторым абзацем в следующей редакции:

"Следует учитывать, что добавление полипропиленовой микрофибры в бетон не выполняет функцию дисперсного армирования, но обеспечивает функцию защиты от хрупкого разрушения бетона при пожаре. В расчетах огнестойкости необходимо учитывать снижение прочности бетона за счет введения добавки полипропиленовой микрофибры. В таблице 9.11 приведены опытные данные о процентном снижении прочности на сжатие и растяжение при изгибе для обычного тяжелого бетона на гранитном заполнителе класса В45 с добавкой полипропиленовой микрофибры в количестве 1 кг/м<sup>3</sup>."

Пункт 9.17. Четвертое перечисление. Изложить в новой редакции:

"- применение составов бетонов с ограниченным расходом вяжущего (портландцемента не более 400 кг на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси) и пониженными значениями водоцементного отношения ( $V/C \leq 0,5$ )."

Пункт 9.19. Изложить в новой редакции:

"9.19 При оценке огнестойкости конструкций из высокопрочных бетонов классов В60 и выше следует учитывать хрупкое взрывообразное разрушение высокопрочного бетона при пожаре, которое приводит к преждевременному наступлению предела огнестойкости по потере несущей способности за счет уменьшения толщины защитного слоя бетона на обширной (до 60%-80%) площади поверхности конструкции и увеличения скорости прогрева сечения. При проектировании железобетонных конструкций из высокопрочных бетонов необходимо предусматривать мероприятия по защите от хрупкого разрушения при пожаре по 9.20.

Следует учитывать, что предел огнестойкости по потере несущей способности плит перекрытий из высокопрочного бетона на гранитном заполнителе с добавкой микрокремнезема на 20 мин меньше предела огнестойкости аналогичных конструкций из обычного тяжелого бетона."

Пункт 9.20. Первый абзац. Пятое перечисление. Дополнить предложением в следующей редакции:

"При этом необходимо учитывать, что добавка полипропиленовой микрофибры в высокопрочный бетон снижает его прочность на 15%."

## **10 Конструктивные требования, обеспечивающие огнестойкость железобетонных конструкций**

Пункт 10.1. Изложить в новой редакции:

"10.1 Нормируемые пределы огнестойкости железобетонных конструкций следует обеспечивать путем рационального проектирования и конструирования, так как бетон и железобетон относятся к негорючим (НГ), стойким к огневому и тепловому воздействию строительным материалам."

Пункт 10.2. Исключить.

Пункт 10.3. Исключить.

Пункт 10.4. Изложить в новой редакции:

"10.4 Обеспечение требуемого предела огнестойкости железобетонной конструкции следует достигать рациональным подбором толщины защитного слоя бетона. С увеличением толщины защитного слоя бетона увеличивается предел огнестойкости железобетонной конструкции.

При толщине защитного слоя бетона более 40 мм, назначенной по конструктивным требованиям СП 63.13330 и с учетом требований раздела 14, следует предусматривать установку противоточной сетки из проволоки диаметром 2-4 мм с ячейками 40-75 мм на расстоянии 15-20 мм от нагреваемой поверхности. Противоточную сетку следует фиксировать к нижней рабочей арматуре плит и конструктивной арматуре по периметру сечения балок."

Пункт 10.5. Изложить в новой редакции:

"10.5 При назначении параметров поперечных сечений и армирования колонн следует учитывать, что предел огнестойкости колонны большего поперечного сечения с меньшим процентом армирования больше предела огнестойкости колонны меньшего поперечного сечения с большим процентом армирования."

Пункт 10.6. Исключить.

Пункт 10.7. Изложить в новой редакции:

"10.7 При конструировании арматурных каркасов железобетонных колонн с продольной арматурой в количестве более четырех стержней вдоль одной грани сечения следует предусматривать многорядное армирование с максимально возможным по расчету удалением внутренних рядов от обогреваемой поверхности."

Пункт 10.8. Исключить.

Пункт 10.9. Изложить в новой редакции:

"10.9 Для повышения предела огнестойкости балок следует регулировать форму их сечения: предпочтительнее широкие и низкие балки, а не узкие и высокие. Рабочую арматуру балок следует предусматривать в количестве более трех стержней и размещать ее в несколько рядов с максимальным возможным удалением арматуры от обогреваемых поверхностей."

Пункт 10.11. Изложить в новой редакции:

"10.11 Для сборных железобетонных конструкций на опорах в стыках между балками, между балкой и стеной необходимо предусмотреть зазор для обеспечения свободного удлинения балок при нагреве."

Пункт 10.12. Исключить.

Пункт 10.13. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"10.13 В монолитных железобетонных перекрытиях по стальному профилированному настилу последний следует применять в качестве несъемной опалубки. Арматуру в гофрах надлежит соединять с профилированным настилом при помощи дополнительных коротышей с шагом не менее 800 мм по длине арматурного стержня во избежание отслоения профнастила от бетона при пожаре."

Пункт 10.14. Первый абзац. Заменить слово: "рекомендуется" на "следует".

Второй абзац. Заменить слова: "При включении" на "При необходимости включения".

Пункт 10.15. Первое предложение. Исключить.

Второе предложение. Дополнить слово: "конструкций" словами: "балок и плит".

Пункт 10.16. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"10.16 Узлы сопряжения конструкций должны соответствовать нормируемым критериям огнестойкости  $R$ ,  $E$ ,  $I$  сопрягаемых конструкций, обеспечивая несущую способность всей конструктивной системы при пожаре."

Пункт 10.20. Исключить.

Пункт 10.21. Изложить в новой редакции:

"10.21 В случае если собственный предел огнестойкости существующей железобетонной конструкции не соответствует нормируемому значению, увеличение параметров сечения, армирования и класса бетона технически невозможно и (или) экономически нецелесообразно, нормируемый предел огнестойкости следует обеспечить за счет применения средств огнезащиты."

Пункт 10.22. Изложить в новой редакции:

"10.22 При проектировании и конструировании статически определимых железобетонных конструкций с позиций обеспечения огнестойкости следует учитывать требования раздела 14."

Оценку соответствия нормируемому значению собственного предела огнестойкости статически неопределимых конструкций следует проводить расчетами огнестойкости с учетом 14.12 или проведением огневых испытаний с воспроизведением жестких узлов сопряжения конструкций."

### **13 Конструктивные требования, обеспечивающие огнесохранность железобетонных конструкций**

Пункт 13.5. Дополнить предложением в следующей редакции:

"Поперечные конструктивные стержни или хомуты следует принимать из арматуры диаметром не менее 6 мм с шагом не менее 500 мм в обоих направлениях."

### **14 Табличные данные и конструктивные требования для обеспечения огнестойкости статически определимых конструкций**

Пункт 14.1. Третий абзац. Исключить.

Пункт 14.11. Дополнить пунктом 14.12 в следующей редакции:

"14.12 Значения параметров таблиц 14.1-14.5, 14.7 применимы для задания в первом приближении геометрических параметров сечений статически неопределимых монолитных конструкций колонн, пилонов стен и перекрытий при условии их соответствия рекомендациям по определению оптимальных конструктивных параметров, изложенных в СП 430.1325800.2018 (пункты 5.2.8-5.2.14), но при условии последующего проведения расчетной оценки огнестойкости монолитных конструкций согласно положениям настоящего свода правил."

Дополнить разделами 15 и 16 в следующей редакции:

### **"15 Огнестойкость бетонных конструкций с арматурой композитной полимерной**

15.1 При проектировании бетонных конструкций с АКП следует учитывать, что предел огнестойкости бетонных конструкций плит перекрытий с АКП на 40%-60% меньше предела огнестойкости аналогичных конструкций из обычного тяжелого бетона с металлической арматурой.

15.2 При проектировании и проведении огневых испытаний бетонных конструкций плит перекрытий с АКП следует учитывать, что предел огнестойкости по потере несущей способности наступает при достижении критического прогиба, равного  $\sim(L/30 - L/35)$  (где  $L$  - пролет плиты), приводящего к обрушению конструкции.

15.3 При проектировании и огневых испытаниях необходимо учитывать следующую специфику поведения бетонных плит с АКП при пожаре:

- критические прогибы плит после пожара необратимы и неминуемо приводят к обрушению конструкций;

- разрушение при пожаре бетонных конструкций плит перекрытий с АКП носит хрупкий, внезапный характер;

- критический прогиб плиты достигается за счет потери сцепления АКП с бетоном вследствие термодеструкции связующего (смолы) до его полного выгорания при температуре нагрева АКП до 300°C;

- после пожара сцепление АКП с бетоном не восстанавливается.

15.4 Огнестойкость бетонных конструкций с АКП следует определять путем огневых испытаний в нагруженном состоянии при воздействии стандартного режима пожара.

Распространение результатов огневых испытаний бетонных конструкций с АКП от одного производителя на аналогичные конструкции с АКП других производителей не допускается.

15.5 Не следует применять АКП в несущих бетонных конструкциях многоэтажных жилых, общественных и промышленных зданий с нормальным и повышенным уровнем ответственности (ГОСТ 27751), к которым предъявляются требования обеспечения огнестойкости, за исключением конструкций, не наводящих магнитных полей (пункты взимания дорожной платы, использующие технологию радиочастотной идентификации, боксы высокоточного научного, медицинского оборудования, такого как магнитно-резонансные томографы).

Требование неприменимости АКП в качестве рабочей арматуры обосновано тем, что бетонные конструкции плит перекрытий с АКП, не разрушившиеся после пожара, но имеющие необратимые прогибы, неминуемо обрушатся через несколько минут после завершения пожара и могут спровоцировать прогрессирующее обрушение конструкций нижележащих этажей. Механизм разрушения несущих конструкций при пожаре связан с потерей сцепления АКП с бетоном.

15.6 АКП следует применять в качестве рабочей арматуры в бетонных конструкциях при строительстве:

- сооружений, эксплуатируемых в условиях высоких электромагнитных полей и разности потенциалов, подвергаемых воздействию токов утечки (конструкции высоковольтных линий и электроподстанций и т.д.);

- объектов химических производств, токсичных захоронений, водоподготовки и водоочистки, мелиорации (армирование бетонных емкостей очистных сооружений, отстойники, каналы и т.д.);

- объектов городской инженерной инфраструктуры (изделия для канализационных коллекторов и колодцев, проходных лотков и т.д.);

- в бетонных конструкциях на распределенном основании (фундаментные плиты, полы, ростверки, буронабивные сваи и т.д.);

- в конструкциях, не наводящих магнитных полей (пункты взимания дорожной платы, использующие технологию радиочастотной идентификации, боксы высокоточного научного медицинского оборудования, такого как магнитно-резонансные томографы);

- в наружных стеновых панелях.

Не ограничивается применение АКП в качестве конструктивной (распределительной) арматуры - во всех остальных бетонных конструкциях.

15.7 При необходимости применения АКП в качестве рабочего армирования бетонной конструкции, не наводящей магнитных полей, требуемая огнестойкость такой конструкции должна обеспечиваться путем применения средств огнезащиты (штукатурки, листовое покрытие). Толщину огнезащиты следует определять путем огневых испытаний по ГОСТ 30247.0 и ГОСТ 30247.1. Ориентировочно толщину огнезащитного покрытия можно назначать, исходя из ограничения прогрева АКП свыше 300°C.

## **16 Огнестойкость фибробетонных конструкций с неметаллической фиброй**

16.1 Проектирование фибробетонных конструкций с неметаллической фиброй следует производить с учетом общих положений по обеспечению огнестойкости железобетонных конструкций.

16.2 При проектировании фибробетонных конструкций с неметаллической фиброй (полипропиленовая, стеклопластиковая, базальтовая, углеродная, целлюлозная) необходимо учитывать специфику их поведения в условиях высокотемпературного воздействия пожара, которая определяется экспериментально, путем огневых испытаний разных типов конструкций (колонна, балка, плита и т.п.) по ГОСТ 30247.0 и ГОСТ 30247.1.

16.3 Несущие конструкции с неметаллической фиброй, к которым предъявляются требования обеспечения предела огнестойкости по потере несущей способности  $R$ , следует проектировать с рабочей стержневой металлической арматурой.

16.4 Фибробетон с добавкой полипропиленовой микрофибры в количестве 1 кг/м<sup>3</sup> применяется для снижения или исключения интенсивности взрывообразного разрушения бетона при пожаре. При этом следует учитывать, что при введении добавки полипропиленовой микрофибры в бетон, его прочностные характеристики и класс бетона понижаются на 15%.

16.5 Фибробетон с добавкой композитной полимерной (стеклопластиковой) макрофибры не следует применять в несущих тонкостенных конструкциях (толщиной менее 80 мм), к которым предъявляются требования огнестойкости, т.к. добавка композитной полимерной (стеклопластиковой) макрофибры в бетон при пожаре не проявляет свойств дисперсного армирования и снижения

интенсивности трещинообразования, но увеличивает интенсивность взрывообразного разрушения бетона, приводит к образованию сквозных трещин и отверстий и преждевременному наступлению предела огнестойкости по потере целостности  $E$ .

16.6 При расчете огнестойкости фибробетонных конструкций необходимо учитывать изменение прочностных и деформативных свойств фибробетона с неметаллической фиброй разного рода (базальтовая, стекловолоконная, углеродная, полипропиленовая, целлюлозная) при нагреве.

16.7 Изменение нормативного и расчетного сопротивлений осевому сжатию фибробетона с увеличением температуры учитывается коэффициентом условий работы фибробетона на сжатие

$\gamma_{fbt}$

$$R_{fb,n,t} = R_{fb,n} \gamma_{fbt}. \quad (16.1)$$

Изменение нормативного и расчетного сопротивлений растяжению фибробетона с увеличением температуры учитывается коэффициентом условий работы фибробетона на растяжение  $\gamma_{fbt}$

$$R_{fbt,n,t} = R_{fbt,n} \gamma_{fbt} \quad (16.2)$$

Изменение значения начального модуля упругости при кратковременном высокотемпературном нагреве с увеличением температуры учитывают коэффициентом  $\beta_{fbt}$

$$E_{fbt} = E_{fb} \beta_{fbt}. \quad (16.3)$$

16.8 Значения коэффициентов условий работы в условиях кратковременного высокотемпературного воздействия устанавливаются опытным путем по ГОСТ 10180 и ГОСТ 24452 для каждого вида фибробетона в зависимости от вида примененной фибры и от ее количества в 1 куб.м бетона.

16.9 Значения коэффициентов условий работы для фибробетонов на гранитном заполнителе с добавкой полипропиленовой микрофибры в количестве 1 кг/м<sup>3</sup> и композитной полимерной (стекловолоконной) макрофибры в количестве 8 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от температуры нагрева приведены в таблице 16.1.

Таблица 16.1

Вид фибробетона	Коэффициент	Коэффициенты условий работы $\gamma_{fbt}$ , $\gamma_{fbt}$ , $\beta_{fb}$ и $\varphi_{fb,cr}$ в зависимости от температуры нагрева, °С							
		20	200	300	400	500	600	700	800
Тяжелый на гранитном заполнителе с добавкой полипропиленовой микрофибры в количестве 1 кг/м <sup>3</sup>	$\gamma_{fbt}$	1,0	0,95	0,9	0,85	0,7	0,5	-	0
		1,0	0,9	0,85	0,80	0,62	0,45	-	0
	$\gamma_{fbt}$	1,0	-	-	-	-	-	-	0
Фибробетон на портландцементе и гранитном заполнителе с добавкой макрофибры композитной полимерной в количестве 8 кг/м <sup>3</sup>	$\gamma_{fbt}$	1,0	-	-	-	-	-	-	0
		1,0	0,88	0,85	0,80	0,65	0,40	0,20	0
	$\gamma_{fbt}$	1,0	-	-	-	-	-	-	0
Примечания	$\beta_{fb}$	-	-	-	-	-	-	-	0
		1,0	0,98	0,95	0,80	0,40	0,30	0,05	0
		-	-	-	-	-	-	-	0

Примечания

1 Значения коэффициентов условий работы  $\gamma_{fbt}$ ,  $\gamma_{fbt}$  над чертой и  $\beta_{fb}$  приведены для бетона в нагретом состоянии и применяются при расчете огнестойкости, под чертой - для бетона в охлажденном состоянии после нагрева и применяются при расчете огнесохранности.

- 2 При отсутствии экспериментальных данных значения коэффициента  $\beta_b$  после нагрева равны 1,0.
- 3 Коэффициенты условий работы для промежуточных значений температур нагрева следует определять интерполяцией.
- 4 При отсутствии экспериментальных данных при нагреве допускается в расчетах огнестойкости учитывать коэффициенты условий работы бетонов в охлажденном состоянии, умноженные на коэффициент 1,05.
- 5 Для фибробетонов иного вещественного состава коэффициенты условий работы следует определять экспериментально.
- 6 Знак "тире" в таблице означает отсутствие опытных данных.

16.10 Расчет предела огнестойкости по потере несущей способности фибробетонных конструкций с неметаллической фиброй производится аналогично бетонным и железобетонным конструкциям без содержания фибры, согласно разделу 8, с учетом коэффициентов условий работы того или иного вида фибробетона при нагреве.

16.11 Оценку предела огнестойкости по потере теплоизолирующей способности фибробетонных конструкций следует производить согласно разделу 7. При этом распределение температур по сечению фибробетонных конструкций с полипропиленовой микрофиброй в количестве  $1 \text{ кг/м}^3$  и стеклопластиковой макрофиброй в количестве  $8 \text{ кг/м}^3$  допускается принимать аналогичным конструкциям из обычного тяжелого бетона по приложениям А и Б, если отсутствуют иные опытные данные.

Распределение температур по сечению фибробетонных конструкций на основе других видов фибр (базальтовая, углеродная, целлюлозная) следует определять экспериментально или теплотехническим расчетом на основе опытных испытаний теплотехнических характеристик фибробетона: коэффициента теплопроводности  $\lambda$  (Вт/(м·°С)) по ГОСТ 7076 и удельной теплоемкости  $C$  (кДж/(кг·°С)) по ГОСТ 23250.

16.12 Оценка предела огнестойкости по потере целостности  $E$  конструкций из фибробетонов с разного рода неметаллической фиброй (базальтовая, стекловолоконная, углеродная, полипропиленовая, целлюлозная) производится путем огневых испытаний или аналитически, с применением результатов ранее проведенных огневых испытаний."

Приложение В

Обозначение " $\gamma_{bt}$ ,  $\gamma_{tt}$ ". Дополнить обозначениями: " $\gamma_{fbt}$ ,  $\gamma_{fbt}$ ".

Обозначение " $\beta_b$ ,  $\beta_s$ ". Дополнить обозначением: " $\beta_{fb}$ ".

Обозначение " $\lambda$ ,  $C$ ,  $a_{red}$ ". Изложить в новой редакции:

" $\lambda$ ,  $C$ ,  $a_{red}$  - коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость бетона и арматуры и приведенный коэффициент температуропроводности бетона соответственно;"

---

УДК 699.812

ОКС 13.220.50

Ключевые слова: железобетонные конструкции, пожар, высокотемпературный нагрев, огнестойкость, огнесохранность, критическая температура нагрева бетона и арматуры, стандартный режим пожара

---