

О.И. ПОНОМАРЕВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, А.В. ПЕСТРИЦКИЙ<sup>1</sup>, инж., А.В. ЛОГВИНОВ, инж. (Технический директор ООО ТД БРАЕР)

<sup>1</sup>ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (АО «НИЦ «Строительство»)

## Требования по обеспечению огнестойкости стен и перегородок из крупноформатных керамических камней

*Приведены основные противопожарные требования к проектированию зданий и сооружений. Указаны виды предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости – несущая способность (R), целостность (E), теплоизолирующая способность (I). Отмечены конструктивные требования для проектирования и возведения стен зданий из крупноформатных керамических камней. Приведены таблицы с указанием минимальной толщины кладки стен из крупноформатного керамического камня с пределом огнестойкости по различным критериям. Отмечается необходимость оценки огнестойкости конструкций, возводимых из крупноформатного керамического камня.*

**Ключевые слова:** крупноформатный керамический камень, кладка, пожаробезопасность, предел и критерии огнестойкости, несущие и ненесущие конструкции, пустотность, обогреваемые и необогреваемые поверхности.

Результаты экспериментальных исследований огнестойкости кладки стен и перегородок выполненных из крупноформатных керамических камней, проведены как за рубежом, так и в России, свидетельствуют о том, что эти конструкции в зависимости от применяемых видов керамических камней, применяемых растворов и штукатурок имеют различные значения пределов огнестойкости, которые в ряде случаев не соответствуют значениям, принятым в соответствующих в российских нормативных документах в области пожарной безопасности зданий и сооружений.

В связи с этим в разработанном проекте Своде правил по проектированию несущих и ограждающих конструкций из крупноформатной керамики приведен ряд положений по проектированию этих конструкций из крупноформатных пустотно поризованных керамических камней, выполнение которых позволяет обеспечить выполнение требований отечественных нормативных документов в части обеспечения огнестойкости этих конструкций.

Основными целями противопожарной защиты зданий и сооружений являются ограничение риска негативного воздействия пожара на человека, его собственность и общества в целом, а также на собственность третьих лиц.

В соответствии с данными требованиями здания и сооружения следует проектировать с учетом противопожарных мероприятий, обеспечивающих:

- сохранение несущей и ограждающей способности конструкций в течение заданного расчетного времени;
- ограничение распространения огня и дыма внутри сооружения;
- ограничение распространения пожара на соседние сооружения;
- возможность эвакуации людей из здания при возникновении пожара;

- безопасность спасательных команд при ликвидации пожара.

В российских нормативных документах требования к пределам огнестойкости основных строительных конструкций приведены в СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (таблица 4) и повторены в Федеральном законе 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (таблица 21).

Огнестойкость строительных конструкций оценивается показателем «предел огнестойкости», который устанавливается, как правило, при огневых испытаниях конструкций по соответствующим стандартным методам.

Как правило, строительные конструкции испытываются в условиях теплового воздействия по так называемому «стандартному» температурно-временному режиму, приведенному в соответствующих стандартах на методы огневых испытаний.

Различают следующие виды предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости: по несущей способности (R); по целостности (E); по теплоизолирующей способности (I).

Предел огнестойкости строительных конструкций по потере несущей способности R считается обеспеченным, если конструкция в течение нормируемого времени огневого воздействия сохраняет свою несущую способность и ее деформации не превышают определенных значений.

Предел огнестойкости строительной конструкции по потере целостности E считается обеспеченным, если в течение нормируемого времени огневого воздействия исключено проникновение пламени и продуктов горения через конструкцию со стороны ее необогреваемой поверхности.

Предел огнестойкости строительной конструкции по потере теплоизолирующей способности I, считается обеспеченным, если в течение нормируемого времени огневого воздействия на необогреваемой поверхности конструкции средняя температура поверхности не превышает более, чем на 140 °С, а в любой точке этой поверхности – не выше 180 °С, по сравнению с температурой конструкции до испытаний или не выше 220 °С независимо от начальной температуры конструкции.

На ряду с вышеуказанными предельными состояниями конструкций по огнестойкости в ряде зарубежных норм предусмотрено в процессе огневых испытаний вертикальных ограждающих конструкций проведение дополнительного теста на механическую устойчивость конструкции от ударного воздействия горизонтальных сосредоточенных нагрузок определенной массы, который обозначается индексом M.

Номенклатура противопожарных требований, предъявляемых к строительным конструкциям, зависит от их функционального назначения. Для несущих конструкций основными требованиями является сохранение их несущей способности и ограничение предельных значений деформации в течение соответствующего нормативного времени воздействия пожара, устанавливаемого в зависимости от степени огнестойкости здания и сооружения. Для конструкций, выполняющих только ограждающие функции основными требованиями являются сохранение целостности и теплоизолирующей способности. Для конструкций, выполняющих одновременно несущие и ограждающие функции, должен выполняться весь комплекс вышеуказанных требований, установленный как для несущих, так и ограждающих конструкций.

При проектировании несущих конструкций и проведении расчета их деформации следует предусматривать устройство конструктивных мероприятий, обеспечивающих требуемую функциональную пригодность конструкции.

При стандартном температурном режиме пожара пределы огнестойкости кладки из крупноформатных керамических камней характеризуются следующими критериями:

- |  |   |
|--|---|
| - только несущая способность   | критерий R                                |
| - только ограждающая способность   | критерий EI                               |
| - ограждающая и несущая способность  | критерий REI                              |
| - несущая и ограждающая способность и устойчивость<br>к механическому (ударному) воздействию | критерий REI - (по Европейским<br>нормам) |
| - ограждающая способность и устойчивость<br>к механическому (ударному) воздействию.          | критерий EI-M                             |

Конструктивные требования для проектирования и воздействия огнестойких стен здания из крупноформатных керамических камней включают следующие основные положения.

Перекрытия и покрытия должны проектироваться как жесткие диски, обеспечивающие пространственную устойчивость сооружения, если устойчивость не обеспечена другими конструктивными мероприятиями (контрфорсами, связями, диафрагмами).

Противопожарная теплоизоляция при наличии подвижных стыков должна выполняться из материалов на минеральной основе с температурой плавления не менее 1000 °С. Соединения должны быть запроектированы таким образом, чтобы температурные деформации не снижали огнестойкость конструкции.

В ненесущих стенах на участках устройства вертикальных ниш и каналов остаточная толщина стены, включая отделку и штукатурку, повышающую огнестойкость кладки, должна составлять не менее 2/3 от требуемой минимальной толщины стены, но не менее 60 мм.

Горизонтальные и наклонные ниши и каналы в ненесущих стенах должны быть запроектированы так, чтобы оставшаяся часть стены была не менее 5/6 от минимальной толщины стены, включая отделку, проектируемую для повышения огнестойкости. Не допускается располагать горизонтальные и наклонные ниши и каналы в средней трети высоты стены. Их ширина не должна быть более удвоенной минимально требуемой толщины стены включая отделку, выполняемую для повышения огнестойкости.

В табл. 1-5 указаны пределы огнестойкости стен различного функционального назначения из крупноформатных керамических камней.

Приведенные таблицы подготовлены с учетом приложения В EN1996-1-2 «Проектирование каменных конструкций. Часть 1-2. Общие правила проектирования с учетом огнестойкости», а также в соответствии с результатами огневых испытаний, проведенных в Лаборатории сертификации в области

пожарной безопасности ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Исследовательской лаборатории г. Вены, Испытательной лаборатории ВНИИПО МЧС РФ.

Толщина стен, указанная в таблицах для ненесущих кладок, т.е. для кладок, классифицируемых по предельным состояниям EI или EI-M применима только для стен, имеющих отношение высоты к толщине равное или меньше 40 (8 см и более).



Фото 1. Образец до испытаний.



Фото 2. Образец после испытаний.

**Таблица 1. Минимальная толщина ненесущих (ограждающих) однослойных стен из крупноформатного керамического камня для пределов огнестойкости по критериям EI**

Характеристика материалов		Пределы огнестойкости, $t_{fi,d}$ , минуты						
		30	45	60	90	120	180	240
Раствор: цементный, известковый, сложный, легкий и растворы для кладки на тонких швах $R_1 = 5 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ , $\rho = 500 \div 1200 \text{ кг/м}^3$ , $ct \geq 12\%$								
$\alpha' \leq 1,0$	Минимальная толщина стены, $h_F$ , мм, по критериям EI							
	без штукатурки	60÷100	90÷100	90÷100	100÷140	100÷170	160÷190	190÷210
	со штукатуркой	50÷70	50÷70	60÷70	70÷100	90÷140	110÷140	170

*Примечание к табл. 1-5:*  $R_1$  – прочность камня;  $r$  – плотность камня;  $ct$  – общая толщина наружных стенок и внутренних перегородок крупноформатного керамического камня в % от толщины камня;  $\alpha'$  – отношение фактической нагрузки к расчетной.

**Таблица 2. Минимальная толщина ограждающих несущих однослойных стен из крупноформатного керамического камня для пределов огнестойкости по критериям REI**

Характеристика материалов	Пределы огнестойкости, $t_{fi,d}$ , минуты
---------------------------	--

		30	45	60	90	120	180	240
Раствор: цементный, известковый, сложный, легкий и растворы для кладки на тонких швах $R_1 = 5 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ , $\rho = 500 \div 1200 \text{ кг/м}^3$ , $ct \geq 12\%$								
$\alpha' \leq 1,0$	без штукатурки	Минимальная толщина стены, $h_F$ , мм, по критериям <i>REI</i>						
		-	-	-	-	-	-	-
	со штукатуркой	100	200	240	300	365	425	-

**Таблица 3. Минимальная толщина неограждающих несущих однослойных стен из крупноформатных керамических камней длиной > 1,0 м для пределов огнестойкости по критериям R**

Характеристика материалов		Пределы огнестойкости, $t_{fi,d}$ , минуты						
		30	45	60	90	120	180	240
Раствор: цементный, известковый, сложный, легкий и растворы для кладки на тонких швах $R_1 = 5 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ , $\rho = 500 \div 1200 \text{ кг/м}^3$ , $ct \geq 12\%$								
$\alpha' \leq 1,0$	без штукатурки	Минимальная толщина стены, $h_F$ , мм, по критериям <i>R</i>						
		-	-	-	-	-	-	-
	со штукатуркой	100	170	240	300	365	425	-
$\alpha' \leq 0,6$	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-
	со штукатуркой	100	140	170	240	300	365	-

**Таблица 4. Минимальная длина неограждающих несущих однослойных стен из крупноформатных керамических камней длиной < 1,0 м для пределов огнестойкости по критерию R**

Характеристика материалов		Пределы огнестойкости, $t_{fi,d}$ , минуты							Толщина стены, мм
		30	45	60	90	120	180	240	
Раствор: цементный. $R_1 = 5 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ , $\rho = 500 \div 1200 \text{ кг/м}^3$ , $ct \geq 12\%$									
$\alpha' \leq 1,0$	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	240
	со штукатуркой	240	240	240	300	300	365	-	
	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	300
	со штукатуркой	240	240	240	240	240	300	-	
	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	365
	со штукатуркой	240	240	240	240	240	240	-	
$\alpha' \leq 0,6$	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	240
	со штукатуркой	240	240	240	240	245	365	-	
	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	300
	со штукатуркой	170	170	170	170	240	240	-	
	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-	365
	со штукатуркой	170	170	170	170	240	240	-	

**Таблица 5. Минимальная толщина ограждающих несущих и ненесущих однослойных и двухслойных противопожарных стен из крупноформатных керамических камней для пределов огнестойкости по критерию REI**

Характеристика материалов		Пределы огнестойкости, $t_{fi,d}$ , минуты						
		30	45	60	90	120	180	240
Раствор: цементный, известковый, сложный, легкий и растворы для кладки на тонких швах $R_1 = 5 \div 35 \text{ Н/мм}^2$ , $\rho = 500 \div 1200 \text{ кг/м}^3$ , $ct \geq 12\%$								
$\alpha' \leq 1,0$	Минимальная толщина стены, $h_F$ , мм, по критериям REI							
	без штукатурки	-	-	-	-	-	-	-
		со штукатуркой	380	380	380	380	-	-

Огнестойкость кладки стен с вертикальными швами по системе «паз – гребень» с незаполненными раствором швами толщиной до 5 мм соответствует огнестойкости стен без отделки поверхности.

В табл. 1, 2, 3, 5 указаны требования к минимальной толщине несущих и ненесущих стен из крупноформатных керамических камней для различных пределов огнестойкости: для ограждающих несущих однослойных стен (критерий REI); для неограждающих несущих однослойных стен длиной  $l \geq 1,0 \text{ м}$ ; для ограждающих несущих и ненесущих однослойных и двухслойных противопожарных стен (REI).

В табл. 4 приведена минимальная длина неограждающих несущих однослойных стен (пилонов, столбов шириной 240, 300, 365 мм при длине менее 1 м).



Рис. 1. Образец до испытания



Фото 2. Образец после испытания

## Выводы

1. Анализ отечественных и зарубежных нормативных документов в области пожаробезопасности показывает, что при проектировании зданий, возводимых с применением крупноформатных керамических камней, необходимо учитывать требования огнестойкости конструкций.
2. Основными характеристиками, обеспечивающими огнестойкость несущих и ограждающих конструкций являются требуемая толщина стены, прочность крупноформатного камня, его пустотность и конструктивные особенности (отношение суммарной толщины вертикальных перегородок и стенок камня к толщине камня).
3. Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что огнестойкость несущих стен из крупноформатных керамических камней пропорциональна приложенной нагрузке (напряжению в кладке), поэтому для несущих стен необходима оценка их огнестойкости с проведением огневых испытаний.
4. В целях повышения пожаробезопасности зданий и сооружений требования к огнестойкости конструкций необходимо включать в разрабатываемые нормативные документы. Включение в Свод правил «Конструкции ограждающие здания из крупноформатных пустотнопоризованных керамических камней. Правила проектирования и строительства» требований к огнестойкости стен из крупноформатного керамического камня обеспечит на обязательной основе при проектировании зданий и сооружений разработку мероприятий, обеспечивающих огнестойкость конструкций и пожаробезопасность возводимых зданий и сооружений.