

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КАМНЕЙ: АНАЛИЗ РОССИЙСКИХ И ЕВРОПЕЙСКИХ МЕТОДИК ИСПЫТАНИЙ

Н.А. САПЕЛИН, канд. техн. наук, доцент, генеральный директор ООО «ВНИИСТРОМ-НВ»,  
Д.И. КИМ, ведущий менеджер по развитию продукта ООО «Винербергер Кирпич»

**Авторы дают анализ основного показателя качества крупноформатных керамических камней – это прочность при сжатии и подготовка образцов для определения прочности при сжатии.**

Все большее распространение на российском рынке получают крупноформатные керамические камни. Их отличает низкая теплопроводность, легкость и высокая относительная прочность. Однако отечественная нормативная база для строительства домов из крупноформатных керамических камней не вполне соответствует современным требованиям. В связи с гармонизацией отечественной нормативной базы с европейскими нормами рассмотрим существующие нормы в России и Европе для крупноформатных керамических камней.

В данной статье мы остановимся на основном показателе качества крупноформатных керамических камней – это прочность при сжатии и подготовка образцов для определения прочности при сжатии. Впервые в национальной нормативной документации крупноформатные керамические камни были введены в ГОСТ 530-2007 [1], а используемый для испытаний ГОСТ 8462-85 был разработан, когда крупноформатные керамические камни в России не выпускались.

В табл. 1 представлены методы определения прочности в части подготовки образцов по российским и европейским нормам [1, 2, 3].

Анализ данных табл. 1 показывает, что в европейских стандартах выравнивание поверхностей производится шлифованием или раствором, а в отечественных стандартах – раствором или шлифованием с применением прокладок из войлока или конвейерной ленты.

Экспериментальные исследования влияния метода подготовки поверхностей керамических камней на значения прочности [5] показали, что при использовании метода выравнивания поверхностей шлифованием значения прочности почти на марку выше, чем при использовании метода выравнивания поверхностей раствором или шлифовки с применением войлока.

Снижение показаний прочности при применении метода выравнивания поверхности шлифованием с применением войлока можно объяснить как неравномерностью по плотности войлока, так и расклинивающим воздействием войлока на тонкие перегородки крупноформатного керамического камня.

Снижение показаний прочности при применении метода выравнивания поверх-

Таблица 1

ГОСТ 530-2007	ГОСТ 8462-85	EN 772-1-2008
п. 7.8. Предел прочности при сжатии крупноформатного камня определяют на целом изделии. Выравнивание опорных поверхностей камня производят шлифованием и применением пластины из технического войлока или из конвейерных резиноканевых лент	п. 2.6. Образцы из керамического кирпича и камня пластического формования изготавливают, соединяя части образца и выравнивая их опорные поверхности цементным раствором в соответствии с обязательным приложением 2. Образцы из силикатного кирпича и камня и керамического кирпича полусухого прессования испытывают насухо, не производя выравнивания их поверхностей цементным раствором. п. 2.9. Допускается при определении предела прочности при сжатии керамического кирпича и камней пластического формования изготавливать образцы, выравнивая их опорные поверхности шлифованием, гипсовым раствором или применяя прокладки из технического войлока, резиноканевых пластин, картона и других материалов. В случае проверки потребителем, а также при арбитражных проверках образцы для определения предела прочности при сжатии кирпича и камней пластического формования изготавливают в соответствии с п. 2.6.	п. 7.2.1. Отклонение от плоскостности нагружаемых поверхностей испытываемого образца (блока или фрагмента, вырезанного из более крупного блока) не должно превышать 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Отклонение от прямолинейности верхней поверхности испытываемого образца не должно превышать 1 мм на каждые 100 мм длины. Если поверхности готового блока или вырезанного из более крупного блока фрагмента не отвечают данному требованию, то такие поверхности обрабатывают посредством шлифования или выравнивания раствором

Таблица 2

Характеристики	Группа 1	Группа 2		Группа 3		Группа 4	
Суммарный объем всех пустот к объему камня, %	≤ 25	-		-		-	
Объем вертикальных пустот к объему камня, %	-	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		-	
Объем горизонтальных пустот к объему камня, %	-	-		-		> 25; ≤ 70	
Объем отдельных пустот к объему камня, %	≤ 12,5	Каждая из пустот ≤ 2; выемки для захвата блока ≤ 12,5		Каждая из пустот ≤ 2; выемки для захвата блока ≤ 12,5		Каждая из пустот ≤ 30	
Установленное значение толщины внешней и внутренней стенок, мм	Не нормируется	Стенка		Стенка		Стенка	
		внутр.	внеш.	внутр.	внеш.	внутр.	внеш.
		≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
Установленное значение суммарной толщины внешней и внутренней стенок, % к ширине камня	Не нормируется	≥ 16		≥ 12		≥ 12	

Таблица 3. Значения К для каменной кладки на растворе общего назначения, растворе, укладываемом тонким слоем, и легком растворе

Материал элемента кладки	Раствор общего назначения	Раствор, укладываемый тонким слоем (толщина горизонтального шва от 0,5 до 3 мм)	Легкий раствор с плотностью в сухом состоянии		
			600 ≤ ρ <sub>d</sub> ≤ 800 кг/м <sup>3</sup>	800 < ρ <sub>d</sub> ≤ 1500 кг/м <sup>3</sup>	
Керамический	Группа 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Группа 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Группа 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Группа 4	0,35	0,35	0,20	0,25

ности раствором можно объяснить как расклинивающим воздействием раствора на тонкие перегородки крупноформатного керамического камня, так и недостаточной прочностью раствора. Раствор согласно ГОСТ 28013-98 [6] имеет максимальную марку М200, а в трехсуточном возрасте прочность раствора будет около 100 кг/см<sup>2</sup> (согласно ГОСТ 8462-85 испытания необходимо проводить через трое суток). Если марка крупноформатного камня с пустотностью 56% составляет даже М100, то прочность самой керамики будет около 100/0,44 = 227 кг/см<sup>2</sup>, что значительно превышает прочность раствора. В EN 772-1-2008 п. 7.2.5. прочность раствора должна быть равна минимальному нормируемому значению прочности камня, или составлять 300 кг/см<sup>2</sup>. Эти требования более близки к необходимым требованиям. Например, если марка камня по прочности составляет М125, то при пустотности 56% прочность керамики будет около 125/0,44 = 284 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует необходимой прочности раствора 300 кг/см<sup>2</sup>. То есть если испытывать крупноформатный керамический камень с использованием выравнивания поверхностей шлифованием и раствором марки М300, то разницы в показаниях прочности не будет, однако при использовании метода выравнивания с помощью раствора необходимо готовить специальный раствор марки М300 и длительность испытаний возрастет до одного месяца.

Таким образом, для оценки прочности крупноформатных керамических камней предпочтительнее применять метод выравнивания поверхностей шлифованием. При отсутствии шлифовального оборудования можно использовать метод выравнивания поверхностей раствором с маркой по прочности М300.

Eurocode 6 разделяет керамические элементы кладки в зависимости от геометрических размеров на группы [7]:

Согласно Eurocode 6 прочность кладки зависит от прочности камня, от прочности раствора и от группы кладочных материалов, от которого зависит показатель К:

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta,$$

где:  $f_k$  – нормативное значение сопротивления сжатию кладки;  $K$  – константа,  $\alpha$ ,  $\beta$  – константы;  $f_b$  – приведенное (нормализованное) сопротивление сжатию элементов кладки в направлении нагрузки;  $f_m$  – сопротивление кладочного раствора сжатию.

Для кладки с применением раствора общего назначения и легкого раствора:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

Для кладки с применением раствора, укладываемого тонким слоем, с толщиной горизонтального шва от 0,5 до 3 мм и керамических элементов кладки групп 1 и 4:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,85}$$

Для кладки с применением раствора, укладываемого тонким слоем, с толщиной горизонтального шва от 0,5 до 3 мм и керамических элементов кладки групп 2 и 3:

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7}$$

В табл. 3 представлены значения коэффициента К по Eurocode 6. Основные геометрические параметры большинства крупноформатных керамических блоков отечественного производства соответствуют группе 2. Например, крупноформатные камни производства ООО «Винербергер Кирпич» имеют следующие геометрические параметры: пустотность – 51÷56%, толщина внешней стенки – 10 мм, толщина внутренних стенок – 5,5 мм, установленное значение суммарной толщины внешней и внутренней стенок – ≥16%.

То есть крупноформатные керамические камни производства ООО «Винербергер Кирпич» относятся к группе 2 согласно Eurocode 6. В дальнейшем производители крупноформатных керамических камней будут изменять дизайн продуктов, в том числе в сторону увеличения пустотности, уменьшения толщины наружных и внутренних стенок и получения крупноформатных керамических камней, относящихся к группе 3. В настоящее время на российском рынке есть только один продукт этой группы – Керакам Супертермо 38 с уменьшенной толщиной наружных стенок.

В Своде правил СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции» [9], который начинает действовать с 1 января 2013 года, расчетные сопротивления сжатию кладки из крупноформатных камней с вертикальным соединением «паз-гребень» (без заполнения раствором) из керамики шириной до 260 мм, пустотностью до 56% с вертикально расположенными пустотами шириной до 16 мм при высоте ряда кладки до 250 мм устанавливаются по экспериментальным данным. При отсутствии таких данных расчетные сопротивления следует принимать по табл. 2 с понижающим коэффициентом 0,75 для кладки на растворе М25; 0,85 для кладки на растворе М50÷М75 и 0,9 на растворах М100 и выше.

Сравнительный анализ показателей расчетных сопротивлений сжатию кладки для крупноформатных камней на растворе общего назначения по российскому СП [9] и по Eurocode 6 показывает, что если камни соответствуют группе 2, то эти показатели практически совпадают. Если же мы сравниваем сопротивления сжатию кладки из крупноформатных камней по российскому СП [9] и по Eurocode 6 для материалов группы 3, то европейские показатели

получаются на 15-20% ниже российских. Отсюда можно сделать вывод, что для новых материалов, таких как крупноформатные керамические камни, целесообразно ввести в СП [9] разделение по группам в зависимости от толщины наружных и внутренних стенок, пустотности и дизайна пустот, чтобы учитывать их влияние на прочность кладки.

#### Выводы:

1. При выравнивании поверхностей крупноформатного керамического камня предпочтительно использовать метод шлифования. 2. Разработчикам ГОСТ 8462-85 рекомендуется учесть требования EN 772-1-2000 в части выравнивания поверхностей раствором. 3. Разработчикам свода правил рекомендуется учесть Eurocode 6 в части деления материалов на группы.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камни керамические. Общ. техн. условия.
2. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.
3. EN 772-1-2000. Методы испытания строительных блоков. Часть 1. Определение прочности при сжатии.
4. EN 771-1-2003. Требования к элементам каменной кладки. Часть 1. Кирпичи глиняные.
5. Сапелин Н.А., Ким Д.И. Методы определения прочности керамических камней // Технологии бетонов, № 3-4, 2010 г., с. 10-11.
6. ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общ. техн. условия.
7. Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1: Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций, 2005 г.
8. СНиП II-22-81. Строительные нормы и правила. Каменные и армокаменные конструкции.
9. Свод правил СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81, М. 2012.

**LOMOND**

Бумага в рулонах для САПР и ГИС

**ВЕЛИКОЕ НАЧИНАЕТСЯ С МАЛОГО!**

www.lomond.ru

Широкоформатные материалы Lomond для САПР и ГИС используются для печати технической документации. Одна из основных областей применения данного сорта бумаг архитектурно-строительное проектирование, вывод карт, чертежей и других данных, созданных с помощью программ CAD (computer aided design) и GIS (geographic information system). А также бумага применяется для скоростной распечатки статистических данных и диаграмм, проспектов и сообщений, выполняемых в цвете и большими тиражами. Многие архитектурные мастерские и проектные бюро выбрали именно бумагу от компании Lomond! Присоединяйтесь!