

УДК 693.28

*А.В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук, Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) им. В.А. Кучеренко;
Е.И. БЕРЕСТЕНКО (cutelisita@gmail.com), магистр техники и технологии по направлению «Строительство», Российский университет дружбы народов (Москва)*

Оценка монолитности кладки стен из крупноформатных многопустотных керамических камней

Представлены полученные экспериментальные данные о прочности кладки из крупноформатных многопустотных (более 40%) керамических камней на клеевом растворе марки РК и цементном растворе марки М100 при осевом растяжении. Данные расчетные характеристики кладки могут быть рекомендованы для включения в действующие Нормы при проектировании стен из крупноформатных многопустотных керамических камней на клеевом и цементном растворах.

Ключевые слова: крупноформатные многопустотные керамические камни, монолитность кладки, прочность кладки при осевом растяжении, клеевая смесь, цементный раствор.

В настоящее время широкое применение высокоэффективных крупноформатных многопустотных керамических камней (далее – КМКК) в строительстве сдерживается отсутствием данных о расчетных характеристиках кладки из них при различных видах ее напряженного состояния, что, в свою очередь, обусловлено недостаточным объемом экспериментальных исследований. В СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22–81*» для оценки значений расчетных характеристик кладки предлагается либо проводить специальные экспериментальные исследования, либо использовать эмпирические коэффициенты к существующим расчетным параметрам кладки из керамического кирпича. При этом для отдельных видов напряженного состояния кладки (табл. 11 из СП 15.13330.2012) они либо отсутствуют, либо физический смысл этих коэффициентов, например при оценке местного сжатия кладки, противоречит здравому смыслу [1]. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7–81*» по тем же причинам вообще не рассматривает вопрос о применении КМКК пустотностью более 25% для стеновых конструкций зданий, возводимых в сейсмических районах РФ. В Европе в соответствии с 6-й структурной программой ESECMaSE (Enhanced Safety and Efficient Construction of Masonry Structures in Europe) Европейским комитетом по поддержке среднего и малого бизнеса были профинансированы экспериментальные исследования конструкций из КМКК с пустотностью более 40%. По результатам этих исследований были получены прочностные характеристики кладки на цементных и клеевых растворах и даны рекомендации по применению КМКК в конструкциях зданий, возводимых в обычных и сейсмических регионах Европы [2]. На основе анализа последствий землетрясений и выполненных экспериментальных исследова-

ний авторами показано, что надежность кирпичной кладки из КМКК зависит не только от прочности на сжатие при действии нагрузки, перпендикулярной опорной поверхности камня, но и от прочности торцовых поверхностей камня, а также от величины нормального сцепления камня с раствором [2, 3]. К сожалению, снижение объемов научных исследований в нашей стране автоматически привело к потере научного уровня проводимых исследований. В результате этого только на основе испытаний на сжатие [4] делаются попытки рекомендовать применение кладки из КМКК не только в обычных, но и в сейсмических районах РФ.

Одним из основных показателей, определяющих эксплуатационную надежность кладки стен, а в случае применения ее в сейсмоопасных регионах – ее сейсмостойкость, является монолитность кладки. Термин «монолитность» определяет целостность, неразрывность и слитность элементов кладки – раствора и камня. Основными показателями, характеризующими монолитность кладки, являются величины нормального сцепления растворной (клеевой) смеси с крупноформатными камнями – при осевом растяжении кладки и касательного сцепления – при действии сдвигающих усилий или срезы по неперевязанному шву. Этих показателей для кладки стен из КМКК, как отмечалось выше, в существующих нормативах нет.

В связи с отсутствием экспериментальных данных в нормах (СП 15.13330.2012, СП 14.13330.2011) о прочности кладки из КМКК на клеевом (тонкошовная кладка) и цементном (швы толщиной 10–12 мм) растворах при осевом растяжении (нормальное сцепление) в Центре исследований сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были проведены испытания кладки из крупноформатных камней марки 10,7 НФ производства Рябовского завода керамических изделий (на клеевой смеси марки РК, прочность при сжатии 10 МПа) и производства ОАО «Сла-



Рис. 1. Общий вид опытных образцов в прессе перед испытаниями на осевое растяжение: а – на клеевой смеси; б – на цементном растворе



Рис. 2. Общий вид опытных образцов после испытаний: а – на клеевой смеси; б – на цементном растворе

вянский кирпич» (на цементном растворе марки М100) на осевое растяжение (нормальное сцепление). На рис. 1 показан общий вид опытных образцов-двоек в силовой установке, а в таблице сведены результаты испытаний на осевое растяжение, выполненных в ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и в лаборатории «Стройэксперт» Кубанского государственного аграрного института (Краснодар). В каждой серии было испытано по пять образцов-двоек на цементном растворе и по десять – на клеевой смеси.

Анализ результатов экспериментальных исследований прочности при осевом растяжении по неперевазанному шву кладки из КМКК, выполненной на клеевой смеси марки РК и цементном растворе марки М100, позволяет отметить следующее.

1. Величина временного сопротивления осевому растяжению по неперевазанному шву (нормальное сцепление) кладки опытных образцов из КМКК, выполненной на клеевой смеси марки РК, составила 0,287 МПа, на цементном растворе – 0,22–0,27 МПа. Согласно пп. 6.14.4, 6.14.5 СП 14.13330.2011 для кладки I категории стен зданий, возводимых в сейсмоопасных районах РФ, временное сопротивление осевому растяжению должно быть не менее $R_t^t \geq 0,18$ МПа. Полученные из эксперимента значения нормального сцепления кладки стен из КМКК на клеевой смеси и цементном растворе марок М100 на 22–78% выше значения нормативного временного сопротивления осевому растяжению по неперевазанному шву, приведенному в СП 14.13330.2011. Указанный параметр кладки определяет

Марка камня	Исполнитель	Средний размер опорной зоны камня, см	Прочность раствора (клея) в шве, МПа	$N_{разр}^{(ср)}$, кН	Величина нормального сцепления, МПа
10,7 НФ ОАО «Славянский кирпич»	ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко	20,5 x 38,7	10 (раствор)	22,2	0,27
10,7 НФ ООО «Рябовский завод»		38 x 22	10 (клей)	25,2	0,287
Роготах 250 ОАО «Славянский кирпич»	Лаборатория «Стройэксперт»	21,7 x 39,8	10 (раствор)	24,4	0,24
Роготах 380 ОАО «Славянский кирпич»		20,5 x 38	10 (раствор)	20,9	0,22

ее прочность при действии нагрузок (ветровые и сейсмические воздействия), вызывающих изгиб стен из их плоскости.

2. Согласно табл. 11 из СП 15.13330.2012 величина расчетного сопротивления кладки при осевом растяжении по неперевязанному шву составляет 0,08 МПа при марке раствора в швах М50 и более. С учетом принятого в упомянутом СП коэффициента перехода от временного сопротивления кладки к расчетному значению $K=2$ расчетное сопротивление кладки при осевом растяжении составляет для кладки на клеевом растворе $R_t = R_t^u/2 = 0,287/2 = 0,14$ МПа, для кладки на цементном растворе – 0,11 МПа. Т. е. прочность сцепления кладки из КМКК выше, чем у кладки из керамического кирпича.

3. Как видно из рис. 2 а, б, в процессе осевого растяжения опытных образцов-двоек их разрушение происходит по шву. При этом сцепление камней обеспечивается только за счет проникновения клеевого (через сетку) и цементного составов в пустоты нижнего камня. По характеру разрушения опытных образцов на клеевой смеси может быть рекомендован следующий процесс кладки стен из КМКК:

- камни нижнего ряда кладки смазываются тонким слоем клеевого раствора;
- на этот клеевой слой укладывается полимерная сетка, на которую после укладки клеевой смеси устанавливается верхний ряд кладки из КМКК.

Указанная технология позволит обеспечить более прочное сцепление сетки с нижним рядом кладки.

Выводы

1. Значения расчетного сопротивления осевому растяжению (нормальное сцепление) по неперевязанно-

му шву для тонкошовной ($\delta=2-3$ мм) кладки стен из крупноформатных многпустотных (более 40%) керамических камней на клеевом растворе РК следует принимать $R_t = 0,14$ МПа, для кладки стен из КМКК на цементном растворе – М100–0,11 МПа вместо 0,08 МПа, приведенного в СП 15.13330.2012.

2. Кладка стен из крупноформатных многпустотных (более 40%) керамических камней на клеевом растворе РК и цементном растворе М100 согласно требованиям СП 14.13330.2011 соответствует I категории.

Список литературы

1. Грановский А.В., Сейфулина Н.Ю. О корректности принятого в СП 15.13330.2012 значения коэффициента Баушингера для кладки стен из крупноформатного керамического пустотелого камня. // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 8. С. 66–68.
2. Fehling E., Stürz J., Emam, E. Test results on the behavior of masonry under static (monotonic and cyclic) in plane lateral of the collective research project // ESECMaSE (deliverable 7.1a), 2008. 78 p.
3. Schermer D. Verhalten von unbewehrten Mauerwerk unter Erdbebenbeanspruchung: Dissertation. TU München. Institut für Baustoffen und Konstruktion, Lehrstuhl für Massivbau. 2004. 186 p.
4. Грановский А.В. Принцип «сначала ворвемся, а потом разберемся» в науке недопустим // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013. № 1. С. 48–50.

The advertisement features a central image of a construction site with silhouettes of two workers in hard hats. The background shows a large building under construction with cranes. The text is prominently displayed in white and red on a dark blue background.

ufi Approved Event

РОССИЙСКИЙ СОЮЗ ПИИП

ВолгаСтройЭкспо Казань-2014

ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ВОЛГАСТРОИЭКСПО

22-25
АПРЕЛЯ
2014
КАЗАНЬ

Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8.
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
тел./факс: (843) 570-51-07, 570-51-11 (круглосуточный)

e-mail: d4@expokazan.ru
www.volgastroeyexpo.ru, www.expokazan.ru

12+

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ISO 9001
КАЗАНСКАЯ
ЯРМАРКА