

УДК 624.012.82

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ
СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДКИ ИЗ КРАСНОГО ПОЛНОТЕЛОГО
КИРПИЧА СОГЛАСНО СТАНДАРТОВ EN 1052-5:2005 И
ASTMC1072**

**Шеховцов И.В., к.т.н., доц., Петраш С.В., к.т.н., доц.,
Бондаренко А.В., к.т.н., доц., Шеховцов В.И., к.т.н.,
Володько Ю.М., магистрант**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Стремительный переход на европейские нормативные документы заставляет исследователей расширять свой кругозор и внедрять в свою практику обширный опыт зарубежных инженеров. Это влечет за собой необходимость в освоении новых подходов к расчетным методикам и, в особенности, к методам испытаний строительных конструкций и изделий. Особый интерес представляют вопросы в областях строительной науки, которым в нашей стране уделялось мало внимания. Одним из таких вопросов является работа шва заполнения в каменной кладке – прочность сцепления. Обычно считается, что каменная кладка в строительных конструкциях в основном подвергается воздействию сжимающих усилий. Варианты работы кладки при изгибе, растяжении и срезе достаточно редки, однако, количество практически важных случаев, при которых прочность кладки при перечисленных деформациях определяет несущую способность всего сооружения, достаточно велико. К таким случаям можно отнести сейсмические воздействия, значительные ветровые воздействия, неравномерные осадки зданий и т.д. В дополнение к этому на современном строительном рынке присутствует большое количество кладочных растворов и других строительных смесей, физико-механические свойства которых несомненно будут оказывать существенное влияние на величину прочности сцепления в кладке.

Для определения прочности сцепления в Украине используется методика [3], согласно которой прочность сцепления определяется как величина вертикального растягивающего усилия. Но осевого растяжения в реальных конструкциях практически никогда не возникает, а кладка в швах при горизонтальных воздействиях работает частично на сжатие, частично на отрыв.

Европейские и американские стандарты [8,9] предлагают методику определения прочности сцепления, другим способом - методом изгибающего момента, благодаря которому мы получаем по площади поверхности камня величины усилий разных знаков. Такой подход к определению прочности сцепления в кладке представляет несомненный научный интерес. Авторами был проведен ряд натурных экспериментов по испытаниям кладки из керамического полнотелого кирпича с использованием различных материалов растворов заполнения швов для определения прочности сцепления по рекомендациям зарубежных стандартов.

В лаборатории ОГАСА для выполнения экспериментальных образцов были отобраны керамические кирпичи рядовые согласно [4] с размерами 250x120x65 без дефектов. Составы растворов заполнения шва были приняты следующими: цементно-песчаная смесь с соотношением компонентов (цемент : песок) 1:2 и 1:3, сухая смесь Optimin (клей для пенобетонных блоков), CeresitCM11 (клей для керамической плитки), цементно-песчано-известковая смесь с соотношением компонентов 1:3:0.7. Смеси приготавливались пластичной консистенции для обеспечения достаточной удобоукладываемости согласно требований заводов-производителей и стандартов [5]. Суть испытания согласно [8,9] состоит в том, что нагрузка прикладывается к образцу, закрепленному в специальной испытательной раме с эксцентриситетом (см. Рис.1).

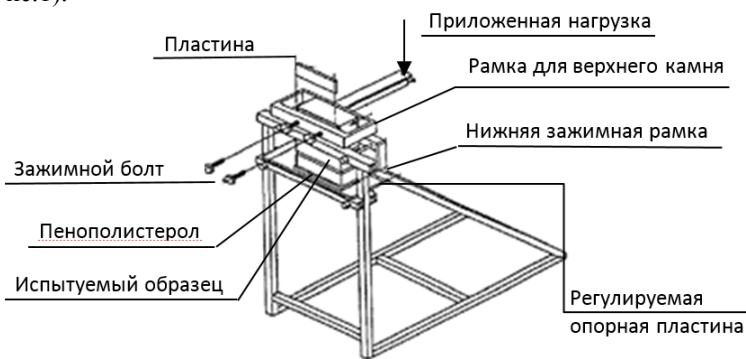


Рис. 1. Схема установки для проведения испытаний кирпичной кладки по EN 1052-5:2005 и ASTM C1072

Опытные образцы представляли собой столб, состоящий из шести целых кирпичей, соединенных раствором толщиной 10 мм и уложенных один над другим без перевязки. Это давало возможность определения прочности сцепления до пяти швам в одном образце.

После испытания кирпич осматривался и в протоколе фиксировался вид разрушения, согласно [8].

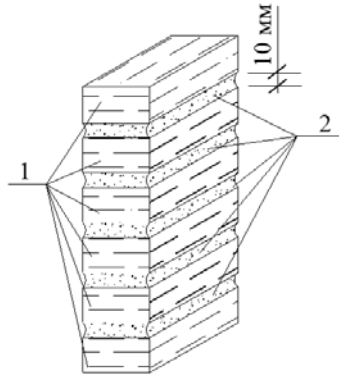


Рис. 2. Образец из керамического полнотелого кирпича
 1 – отдельный кирпич (камень) в опытном образце
 2 – шов, с заполнением различными составами

Обработка результатов испытания выполнялась по европейскому и американскому нормативам. Согласно **EN 1052-5:2005** величина прочности сцепления f_{wi} определяется по формуле:

$$f_{wi} = \frac{F_1 e_1 + F_2 e_2 - \frac{2}{3} d \left(F_1 + F_2 + \frac{W}{4} \right)}{Z}, \quad (1)$$

где b – ширина испытываемого горизонтального шва; d – ширина испытываемого кирпича; e_1 – расстояние от применяемой нагрузки до растянутой грани образца; F_1 – приложенная нагрузка; F_2 – собственный вес рычага и рамки; W – вес элемента каменной кладки, извлеченного из образца и прилипшего строительного раствора.

Определение прочности сцепления в кладке по американскому стандарту ASTM C1072 F_n предлагается выполнять по формуле:

$$F_n = \left(\frac{P \cdot L + P_1 \cdot L_1}{S_1} \right) - \left(\frac{P + P_1}{A_n} \right), \quad (2)$$

где F_n – прочность сцепления кладки; P – максимальная приложенная нагрузка; P_1 – собственный вес рамки и кирпича; L – расстояние от центра каменной призмы до точки приложения нагрузки; L_1 –

расстояние от центра каменной призмы до центра тяжести рамки; S_n – полярный момент инерции сечения камня; A_n – площадь камня.

В таблице 1 приведены значения прочности сцепления в кладке, рассчитанные по методикам EN 1052-5:2005 и ASTM C1072. На рис.3 приведены полученные в результате испытаний поверхности разрушения растворяющего шва по классификации европейских норм.

Таблица 1

Значения прочности сцепления в кладке

Образцов в серии	Состав раствора	Среднее значение прочности сцепления f_{wi}, F_n , МПа (кг/см ²)	Нормативный документ
5	Цементно-песчаный 1:3	0.594 (6.06)	EN 1052-5:2005
		0.581 (5.92)	ASTM C1072
5	Цементно-песчаный 1:2	0.498 (5.08)	EN 1052-5:2005
		0.482 (4.91)	ASTM C1072
5	Клей для блоков Optimin	0.292 (2.98)	EN 1052-5:2005
		0.280 (2.85)	ASTM C1072
5	Клей для плитки Ceresit CM11	0.480 (4.89)	EN 1052-5:2005
		0.469 (4.78)	ASTM C1072
5	Раствор 1:3:07 (цемент, песок, известь)	0.152 (1.55)	EN 1052-5:2005
		0.139 (1.42)	ASTM C1072

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования позволяют определить прочность сцепления в кладке по новой для нашей страны методике испытаний – методом изгибающего момента. Различия в рассмотренных методиках состоят в различных подходах к обработке результатов эксперимента и составляют до 3%, поэтому обработку данных можно производить по любой из методик. Согласно полученных экспериментальных данных наименьшей прочностью

сцепления обладают образцы на цементно-гипсовом растворе в виду его низкой прочности; далее следуют образцы на клее для блоков Optimin, причиной чему может служить сама строительная смесь, которая ориентирована на работу с ячеистыми бетонами. Также толщина шва была принята 10мм, вместо рекомендуемых 2-5 мм. Максимальные показатели сцепления в кладке были получены для образца на цементных растворах и клее для плитки (основной ингредиент которого - цемент). Максимальная прочность сцепления получена у образцов на цементно-песчаном растворе состава 1:3. Сводная диаграмма по результатам эксперимента приведен на рисунке 4.

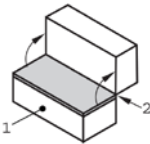
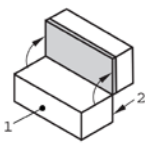
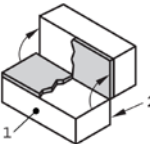
		
<p>Разрушение на границе между строительным раствором и верхним элементом: Ц-П раствор 1:3 - 50%; Ц-П раствор 1:2 - 40%; Клей Optimin - 20%; Ceresit CM11 - 0%; Ц-П-И раствор - 50%</p>	<p>Разрушение на границе между строительным раствором и нижним элементом: Ц-П раствор 1:3 - 50%; Ц-П раствор 1:2 - 20%; Клей Optimin - 60%; Ceresit CM11 - 30%; Ц-П-И раствор - 50%</p>	<p>Разрушение на границе между строительным раствором и обоими элементами: Ц-П раствор 1:3 - 0%; Ц-П раствор 1:2 - 40%; Клей Optimin - 20%; Ceresit CM11 - 70%; Ц-П-И раствор - 0%</p>

Рис. 3. Виды разрушения швов опытных образцов
1- растянутая грань; 2- сжатая грань

Summary

Experimental results of bond strength in clay masonry with different mortar's compounds by the bond wrench method according to EN 1052-5:2005 and ASTM C1072 are given.

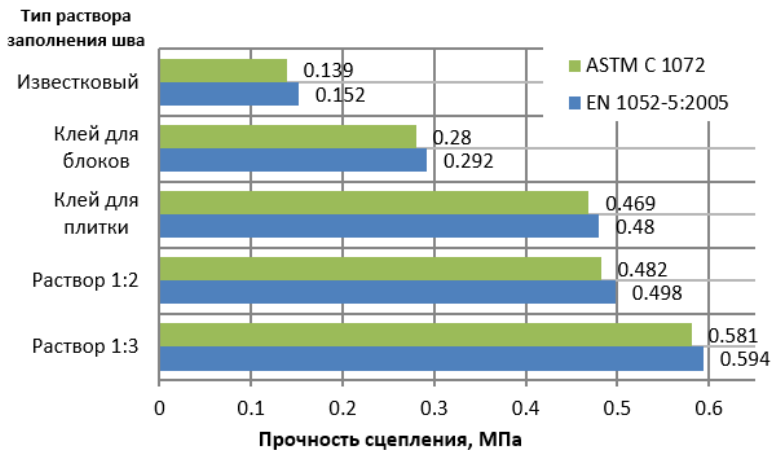


Рис. 4. Результаты определения прочности сцепления кладки из полнотелого глиняного кирпича по методикам EN 1052-5:2005, ASTM C 1072

Литература

1. Поляков С.В. Сцепление в кирпичной кладке. М.: государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1959. 85 с.
2. СНиП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции. М.: Стройиздат, 1983. 40 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-174:2011 Конструкції кам'яні. Метод визначення міцності зчеплення в кам'яній кладці. НДІБК, 2012. 13 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. К.: 2009. 33 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-23-95 Розчини будівельні. Загальні технічні умови. Київ, 1996. 17 с.
6. ДБН В.2.6-162:2010 – Кам'яні та армокаміяні конструкції. Основні положення. Мінрегіонбуд України, 2011. 97 с.
7. Eurocode 6. Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. 123 p.
8. EN 1052-5:2005 Methods of test for masonry. Determination of bond strength by the bond wrench method. 18p.
9. ASTM C 1072 Standard Test Methods for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength. 19 p.