

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ КЛАДКИ ИЗ РАЗЛИЧНОГО ТИПА КАМНЕЙ СОГЛАСНО СТАНДАРТОВ EN 1052-5:2005 И ASTM C1072

Шеховцов И.В., Петраш С.В, Бондаренко А.В., Шеховцов В.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: Наводяться результати експериментальних досліджень міцності зчеплення кладки, яка зроблена з різного типу каменів (силікатної, глиняної повнотілої та пористої цегли, каменя-черепашечника, пінобетону) на цементно-пісчаному розчині, які випробовувались згідно закордонних стандартів EN 1052-5:2005 та ASTM C1072 методом згинального моменту.

АННОТАЦИЯ: Приводятся результаты экспериментальных исследований прочности сцепления кладки, выполненной из различного типа камней (силикатный, глиняный полнотелый и пустотелый кирпич, камень-ракушечник, пенобетон) на цементно-песчаном растворе, испытанных согласно зарубежных стандартов EN 1052-5:2005 и ASTM C1072 методом изгибающего момента.

ABSTRACT: Experimental results of bond strength of different kind of masonry (lime-sand, clay, cavity bricks, limestone, foam concrete elements) with cement-sand mortar by the bond wrench method according to EN 1052-5:2005 and ASTM C1072 are given.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: каменная кладка, прочность сцепления, испытания изгибающим моментом, эксперименты с кладкой

Переход на европейские нормативные документы заставляет внедрять в строительную практику обширный опыт зарубежных инженеров. Это влечет за собой необходимость освоения новых подходов к расчетным методикам и, в особенности, к методам испытаний строительных конструкций и изделий. Особый интерес представляют

вопросы в области 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 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.

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 [11,12] 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 различного вида камней на цементно-песчаном строительном растворе для определения прочности сцепления по рекомендациям зарубежных стандартов.

Суть испытания согласно [11,12] состоит в том, что нагрузка прикладывается к образцу, закрепленному в специальной испытательной раме с эксцентриситетом (см. Рис.1).

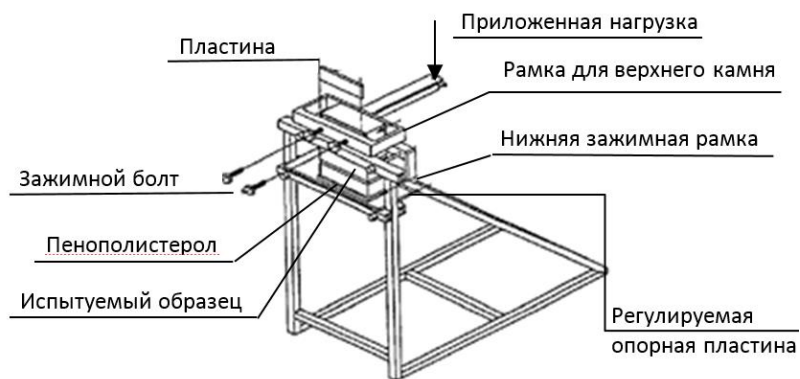


Рис. 1. Схема установки для проведения испытаний кирпичной кладки по EN 1052-5:2005 и ASTM C1072

Опытные образцы представляют собой столб, состоящий из шести целых кирпичей (камней), соединенных раствором толщиной 10 мм и уложенных один над другим без перевязки. Это дает возможность определения прочности сцепления до пяти швов в одном образце. После испытания кирпич осматривается и в протоколе фиксируется вид разрушения согласно [11].

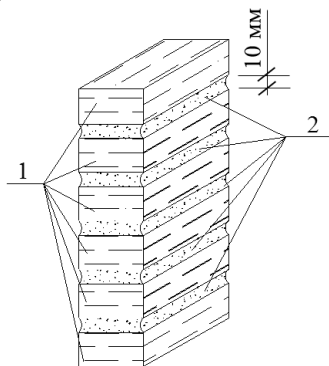


Рис. 2. Образец из керамического полнотелого кирпича
1 – отдельный кирпич (камень) в опытном образце
2 – шов с заполнением раствором

В лаборатории ОГАСА для выполнения экспериментальных образцов кладки были отобраны следующие виды камней: силикатный кирпич (250x120x88мм) [4], керамический кирпич полнотелый рядовой (250x120x65мм), керамический кирпич с 34 пустотами (250x120x88мм) [5], камень ракушечник пиленный (180x90x90мм) [6] и камень из ячеистого бетона автоклавного твердения (пиленный) (190x100x100мм) [7]. В качестве заполнения шва применялся цементно-песчаный строительный раствор с соотношением компонентов 1:3 [8].

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 $Z = \frac{bd^2}{6}$, 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 согласно американского стандарта **ASTMC1072** 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_1 – 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 ASTMC1072. На рис.3 приведены полученные в результате испытаний поверхности разрушения растворного шва по классификации европейских норм.

Таблица 1

Значения прочности сцепления в кладке

Образцов в серии	Тип камня	Среднее значение прочности сцепления f_{wi}, F_n , Мпа(кг/см ²)	Нормативный документ
5	Силикатный кирпич	0.265 (2.70)	EN 10525:2005
		0.281 (2.87)	ASTMC1072
5	Полнотельный керамический кирпич	0.606 (6.18)	EN 10525:2005
		0.581 (5.93)	ASTMC1072
5	Пустотельный керамический кирпич	0.551 (5.62)	EN 10525:2005
		0.560 (5.71)	ASTMC1072
5	Камень - ракушечник	0.420 (4.28)	EN 10525:2005
		0.427 (4.35)	ASTMC1072

		0.348 (3.55)	EN 10525:2005
--	--	--------------	---------------

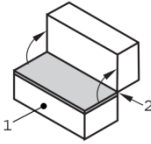
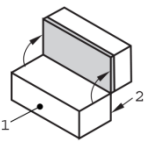
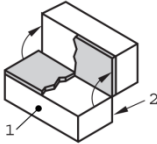
		
<p>Разрушение на границе между строительным раствором и верхним элементом: Силикатный 1:3 - 20%; Полнотелый 1:2 - 50%; Пустотелый - 20%; Ракушняк - 60%; Пенобетон - 60%</p>	<p>Разрушение на границе между строительным раствором и нижним элементом: Силикатный 1:3 - 60%; Полнотелый 1:2 - 50%; Пустотелый - 80%; Ракушняк - 40%; Пенобетон - 0%</p>	<p>Разрушение на границе между строительным раствором и обеими элементами: Силикатный 1:3 - 20%; Полнотелый 1:2 - 0%; Пустотелый - 0%; Ракушняк - 0%; Пенобетон - 40%</p>

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

		0.367 (3.74)	ASTMC1072
--	--	---------------------	------------------

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 6%, поэтому обработку данных можно производить по любой из методик. Согласно полученных экспериментальных данных наименьшей прочностью сцепления обладают образцы из силикатного кирпича. Это связано с наихудшей адгезией раствора к гладкой поверхности образцов. Далее следуют образцы из пенобетона, для которого необходимо использовать специальные клея, а не строительный раствор, и образцы из камня-ракушечника. Максимальные показатели сцепления в кладке были получены для образцов из керамического кирпича, причем наивысший показатель прочности

сцепления был получен у полнотелого кирпича. Меньшее значение прочности сцепления для образцов из пустотных кирпичей вероятно вызвано тем, что в пустотах раствор сопротивляется благодаря силе трения затвердевшего в пустоте раствора, а сцепления раствора и кирпича распространяется на меньшей площади (без учета пустот). Сводная диаграмма по результатам эксперимента приведена на рисунке 4.

Тип камня

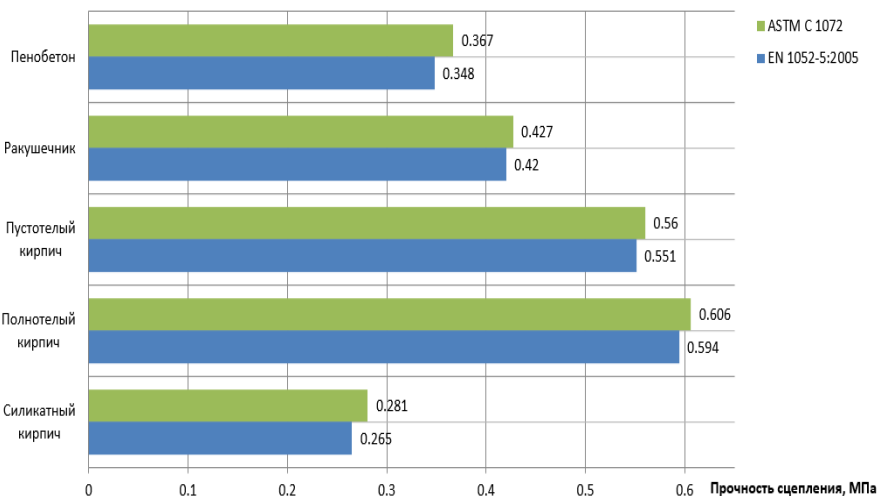


Рис. 4. Результаты определения прочности сцепления кладки по методикам EN 1052-5:2005, ASTM C 1072

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков С.В. Сцепление в кирпичной кладке. / Поляков С.В. -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.2.7-80-98 Цегла та камені силікатні. Технічні умови. - Держбуд України, К.: 1999. 16 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови. -К: 2009. 33 с.

- 6.ДСТУ Б В.2.7-246:2010 Камінь природний. Блоки необроблені. Вимоги. -К.:Мін.регіон.буд України, 2008. 18 с.
- 7.ДСТУ Б В.2.7-137:2008 Блоки з ніздрюватого бетону. Стінові дрібні. - К.Мін.регіон.буд України, 2008. 16 с.
- 8.ДСТУ Б В.2.7-23-95 Розчини будівельні. Загальні технічні умови.-К., 1996. 17 с.
- 9.ДБН В.2.6-162:2010 – Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.-К.:Мінрегіонбуд України, 2011. 97 с.
- 10.Eurocode 6. Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. 123 p.
- 11.EN 1052-5:2005 Methods of test for masonry. Determination of bond strength by the bond wrench method. 18p.
- 12.ASTM C 1072 Standard Test Methods for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength. 19 p.

REFERENCES

- 1.PolyakovS. Bond strength in masonry. Moscow: National literature publishing house of building and architecture, 1959 85 p.
- 2.SNiPII-22-81*Masonry and reinforced masonry structures. Moscow: 1983. 40 p.
- 3.DSTUBV.2.6-174:2011 Masonary Structures. Method of Estimating Bonding Strength in Masonry, Kyiv: 2012. 13 p.
- 4.DSTU Б В.2.7-80-98 Building materials. Silicate brick and stones. Specifications Kyiv: 1999. 16 p.
- 5.DSTUBV. 2.7-61:2008 Building materials. Ceramic bricks and stones rough and facial types. Specifications. Kyiv: 2009. 33 p.
- 6.DSTUBV.2.7-246:2010 Natural stone. Rough blocks. Requirements Kyiv:2008. 18 p.
- 7.DSTUBV.2.7-137:2008 Building materials. Blocks from cellular concrete walls small. Specifications. Kyiv:2008. 16 p.
- 8.DSTU Б В. 2.7-23-95 Building materials. Mortars. General specifications Kyiv, 1996. 17 p.
- 9.DBNV.2.6-162:2010 The construction of building and structures. Design of masonry structures. General rules, 2011. 97 p.
- 10.Eurocode 6. Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. 123 p.
- 11.EN 1052-5:2005 Methods of test for masonry. Determination of bond strength by the bond wrench method. 18p.
- 12.ASTM C 1072 Standard Test Methods for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength. 19 p.