

1 – с приложением нагрузки перпендикулярно горизонтальным швам; 2 – с приложением нагрузки параллельно горизонтальным швам; 3 – КРО – 1(r); 4 – КРО – 2(r); 5 – КРО – 3(r)

Рис. 3. Графики зависимости « $\nu - f_m$ » и « $\nu - \sigma/f_{obs,mv}$ » опытных образцов

Таблица 3. Отношение прочностей и модулей упругости каменной кладки при сжатии вдоль и поперек горизонтальных растворяющих швов

Обозначение серии	Прочность кладки при сжатии		$f_{\perp} / f_{\parallel}$	Модуль упругости кладки при сжатии		$E_{\perp} / E_{\parallel}$
	поперек растворяющих швов f_{\perp} (МПа)	вдоль растворяющих швов f_{\parallel} (МПа)		поперек растворяющих швов E_{\perp} (МПа)	вдоль растворяющих швов E_{\parallel} (МПа)	
1	2	3	4	5	6	7
КРО-1	15,5	8,58	1,81	11146	9830	1,13
КРО-2	13,13	7,16	1,83	10677	8450	1,26
КРО-3	9,54	5,09	1,87	6454	5150	1,25

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81*. Госстрой СССР – М: Стройиздат, 1983. – 40 с.
2. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1. Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций: СТБ EN/1996-1-1-2008. – Введ. 31.10.08. – Минск: Госстандарт. – 127 с.
3. Методы испытаний каменной кладки. Часть 1. Определение прочности при сжатии: EN 1052-1.-Введ.07.10.1998. – CEN/TC 125. – 10 с.
4. Методы испытаний строительных блоков. Часть 1. Определение прочности при сжатии: СТБ EN 772-1-2008.- Введ. 01.01.09. – Минск: Госстандарт. – 9 с.
5. Методы испытаний строительных растворов для каменной кладки – Часть 11. Определение прочности затвердевшего строительного раствора при изгибе и при сжатии: EN 1015-11.- Введ.07.08.1999. – CEN/TC 125. – 18 с.

Материал поступил в редакцию 02.02.12

HALALIUK A.V., DERKACH V.N. Deformation characteristics of masonry in compression

This article contains results of experimental researches to determine the strength and deformation characteristics of masonry, executed from ceramic masonry elements with general purpose mortar, in compression in orthogonal directions.

УДК 69.022

Демчук И.Е., Деркач В.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ РАСТВОРОВ В КАМЕННОЙ КЛАДКЕ

Введение. Прочность сцепления раствора с кладочными элементами является важнейшей характеристикой, влияющей на трещиностойкость, прочность и долговечность каменной кладки. Данная характеристика играет важную роль в каменной кладке, работающей на осевое растяжение, срез и изгиб, а также при действии главных растягивающих напряжений, которые являются результатом работы каменных конструкций в условиях плоского напряженного состояния. В таких условиях, например, работает стеновое заполнение каркасов при перекосе в плоскости стен, перегородки, опирающиеся на

гибкие диски перекрытий, каменные конструкции, воспринимающие сейсмические воздействия, и т.д.

В СНиП II-22-81 [1] прочность нормального и касательного сцепления зависит от прочности кладочного раствора, вида кладочного элемента (полнотелый или пустотелый) и его материала (керамический или силикатный). При этом принимается, что прочность сцепления при повышении марки раствора выше 50 не изменяется. В ГОСТ 24992-81 [2] содержится методика оценки прочности сцепления в каменной кладке, основанная на испытании на осевое растяжение кладочных элемен-

Демчук Игорь Евгеньевич, аспирант Республиканского унитарного предприятия «Институт БелНИИС» Научно-технического центра. Беларусь, РУП «Институт БелНИИС», 224023, ул. Московская, 267/2.

тов, склеенных раствором. Данный метод испытаний позволяет установить прочность нормального сцепления раствора с кладочными элементами. Стандартизированная методика оценки прочности касательного сцепления в отечественных нормах отсутствует.

В соответствии с требованиями Еврокода 6 [3] прочность сцепления раствора с кладочными элементами зависит от вида применяемых растворов (общего назначения, для тонких швов, легких растворов) и материала кладочных элементов, для которых предназначены данные растворы. Для кладок, выполненных на растворах общего назначения, прочность сцепления раствора с кладочными элементами зависит от прочности раствора. При этом в [3] приводятся значения начальной характеристической прочности при сдвиге (касательного сцепления), которая определяется в соответствии с EN 1052-3 [4]. Прочность нормального сцепления определяют на основании результатов испытаний образцов каменной кладки методом изгибающего момента в соответствии с EN 1052-5 [5]. При отсутствии результатов испытаний согласно EN 998-2 [6] характеристические значения прочности касательного сцепления раствора с кладочными элементами можно принимать равными:

- 0,15 МПа – для кладок на растворах общего назначения и легких растворах;
- 0,3 МПа – для кладок на тонкослойных растворах.

Сравнение прочности касательного сцепления, приведенной в [1] и [3], показывает, что более высокие значения данной характеристики установлены в нормах [1].

На прочность сцепления влияет множество факторов, среди которых можно выделить следующие:

- абсорбционные свойства камня и состояние его поверхности;
- прочность, состав и качество составляющих, консистенция и водоудерживающая способность раствора;
- режим твердения раствора;
- характер воздействий на каменную кладку в период ее твердения.

Учитывая данное обстоятельство, в настоящей статье не ставилась задача осветить все стороны рассматриваемого вопроса. Целью исследований являлось получение фактических значений прочности нормального и касательного сцепления цементного раствора с полнотелым керамическим кирпичом и оценка влияния прочности кладочных цементных растворов на прочность их сцепления в каменной кладке.

Методика испытаний. Испытания проводились на образцах каменной кладки, изготовленных из полнотелых керамических кирпичей КРО-150/25 СТБ 1160-99 [7].

Для приготовления кладочных растворов использовалась сухая растворная смесь №1111/11 М100 по СТБ 1307-2002 [8] производства ОАО «Красносельскстройматериалы». Из данной растворной смеси путем изменения пропорций составляющих готовилась растворная смесь других прочностных показателей.

Прочность раствора определялась одновременно с испытанием образцов в соответствии с методикой [9].

В соответствии со стандартом [4] начальное сопротивление кладки сдвигу (f_{vo}) (касательное сцепление) и угол внутреннего трения (α) определялись на основании испытаний образцов кладки, подверженных одновременному действию сжимающих и сдвигающих напряжений (рис. 1а). Уровень обжатия (f_{pi}) принимался равным 0,2; 0,6; и 1,0 МПа.

Опытный образец помещался в испытательную машину УМЭ-10М, снабженную электронным блоком управления (рис. 1а). Нагружение производилось таким образом, чтобы сдвигающие напряжения возрастали со скоростью 0,1–0,4 Н/(мм²·мин).

Прочность при сдвиге (f_{vo}), Н/мм² и сжимающая нагрузка при предварительном нагружении (f_{pi}), Н/мм² рассчитывались по каждому испытываемому образцу с точностью до 0,01 Н/мм² по следующим формулам:

- прочность при сдвиге:

$$f_{vo} = \frac{F_{i,max}}{2A_i}; \quad (1)$$

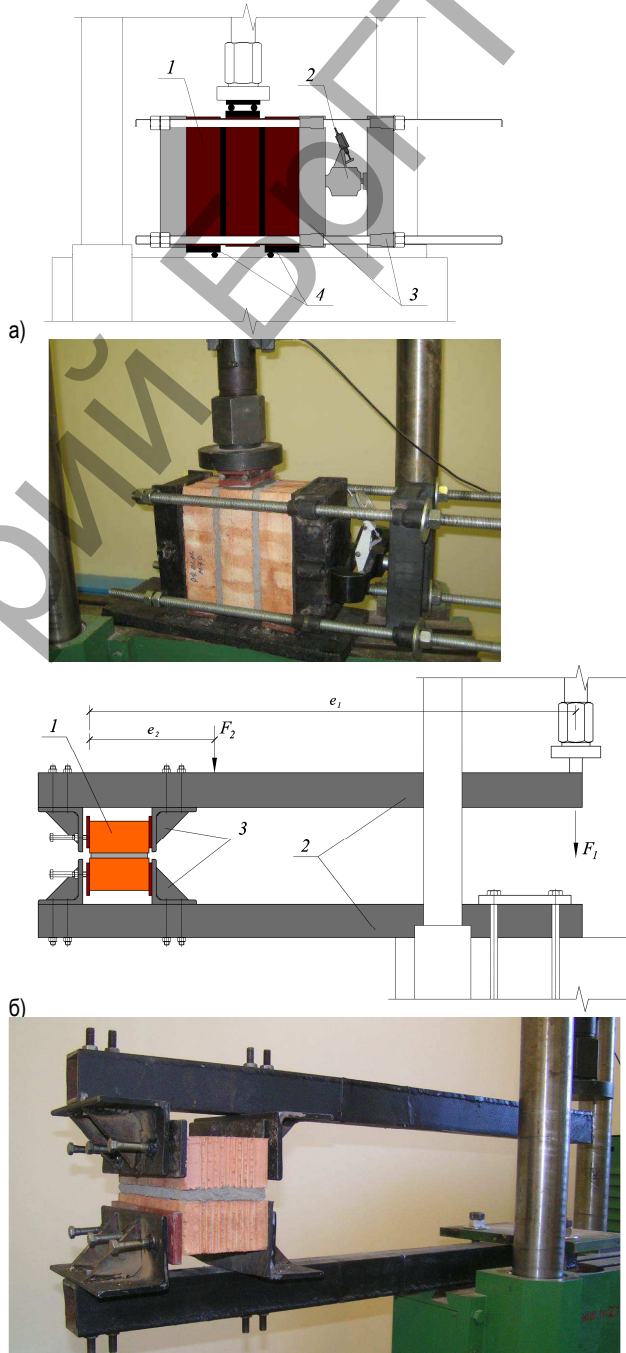
- напряжение от предварительного обжатия:

$$f_{pi} = \frac{F_{pi}}{A_i}, \quad (2)$$

где $F_{i,max}$ – максимальное значение усилия сдвига, Н;

F_{pi} – сжимающее усилие, Н;

A_i – площадь сечения испытываемого образца кладки параллельно горизонтальным швам, мм².



а) схема испытания образцов на срез: 1 – испытываемый образец кладки, 2 – динамометр для контроля уровня обжатия, 3 – передаточные пластины для передачи обжатия, 4 – пластины с роликовыми опорами; б) схема испытания образцов на отрыв: 1 – испытываемый образец кладки, 2 – передаточные рычаги, 3 – зажимы в виде уголков.

Рис. 1. Схемы испытаний образцов

Таблица 1. Результаты испытаний по определению начальной прочности при сдвиге

№ серии	№ образца	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m (МПа)	Нормализованная прочность кирпича f_b (МПа)	Уровень предварительного обжатия 0 МПа			
				Площадь поперечного сечения (мм ²)	Разрушающая нагрузка $F_{i,max}(H)$ /форма разрушения*	Начальное сопротивление сдвигу f_{voi} (Н/мм ²)	Среднее значение начального сопротивления сдвигу f_{vo} (Н/мм ²)
1	2	3	4	5	6	7	8
КРО-1с	1	10,9	44,1	29988	29320 /б/	0,489	0,50
	2			29750	30680 /б/	0,516	
	3			29500	28020 /а-б/	0,475	
	4			29880	29680 /а/	0,497	
	5			30000	30650 /б/	0,511	
КРО-2с	1	7,9	44,1	31000	19260 /б/	0,311	0,39
	2			30500	27600 /б/	0,452	
	3			29512	24585 /а-б/	0,417	
	4			29880	20630 /б/	0,345	
	5			30000	26630 /а/	0,444	
КРО-3с	1	3,1	44,1	30129	11280 /а/	0,187	0,22
	2			30129	16140 /а/	0,268	
	3			29880	14910 /б/	0,249	
	4			30250	13220 /б/	0,219	
	5			30000	12041 /а/	0,201	

* Ниже указаны отмеченные формы разрушения

а)



б)



Поскольку величина сжимающих напряжений (f_{pi}) является переменной, это давало возможность построения графика зависимости « $f_{vT}-f_{pi}$ ». Прочность на «чистый» срез (касательное сцепление) (f_{vo}) устанавливалась путем экстраполяции графика до ординаты $f_{pi}=0$.

Определение прочности нормального сцепления каменной кладки производилось по методике [5] на образцах, состоящих из двух кладочных элементов, соединенных между собой раствором швом (рис. 16).

Испытываемый образец зажимался с помощью струбицы таким образом, чтобы нижний кладочный элемент имел достаточную степень защемления, а испытываемый шов находился на расстоянии 10–15 мм от края зажима. Для обеспечения равномерного обжатия кладочного элемента между ним и зажимом устанавливались металлические пластины и упругая прокладка в виде резины. Затем зажимался верхний кладочный элемент, и устанавливалось плечо рычага в горизонтальное положение. Нагрузка на плечо рычага прикладывалась при помощи испытательной машины УМЭ-10М. Скорость нагружения выбиралась такой, чтобы разрушение возникло в пределах 2–5 мин от начала приложения нагрузки.

Для каждого случая разрушения вычислялась прочность сцепления с точностью до 0,01 Н/мм² с использованием следующей формулы:

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

$$\text{где } Z = \frac{bd^2}{6};$$

b – средняя длина испытываемого горизонтального шва, мм;

d – средняя ширина образца, мм;

e_1 – расстояние от оси приложения нагрузки до растянутой грани образца, мм;

e_2 – расстояние от центра тяжести рычага и струбицы до растянутой грани образца, мм;

F_1 – прикладываемая нагрузка, Н;

F_2 – нагрузка от веса рычага и струбицы, Н;

W – нагрузка от веса верхнего кладочного элемента, включая прилипший строительный раствор, Н.

В ходе испытаний регистрировались величина разрушающей нагрузки и характер разрушения опытных образцов.

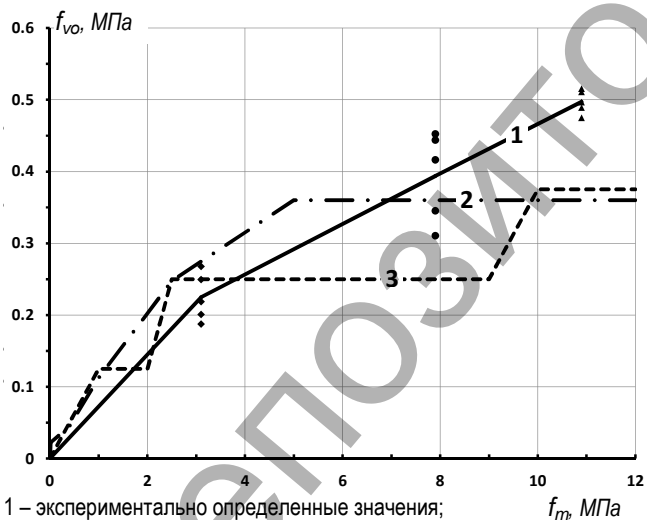
Результаты испытаний на срез. Было изготовлено по три серии опытных образцов кладки для каждого уровня обжатия. Образцы серии КРО-1с выполнялись на растворе прочностью при сжатии $f_m=10,9$ МПа, КРО-2с – $f_m=7,9$ МПа, КРО-3с – $f_m=3,1$ МПа. Каждая серия включала 3–5 образцов кладки.

В результате проведенных испытаний было отмечено 2 типа разрушения образцов (см. табл. 1): сдвиг соединения между раствором и одной поверхностью кладочных элементов (а), либо сдвиг соединения между раствором и двумя поверхностями кладочных элементов с разрывом растворного шва (б).

В таблице 1 приведены значения разрушающих сдвигающих напряжений (f_{voi}) без приложения предварительного обжатия.

Таблица 2. Результаты испытаний на определение прочности при сдвиге

№ серии	№ образца	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m (МПа)	Нормализованная прочность кирпича f_b (МПа)	Уровень предварительного обжатия 0,2 МПа			
				Площадь поперечного сечения (мм ²)	Разрушающая нагрузка $F_{i,max}$ (Н) /форма разрушения/	Начальное сопротивление сдвигу f_{voi} (Н/мм ²)	Среднее значение начального сопротивления сдвигу f_{vo} (Н/мм ²)
КРО-1с	1	10,9	44,1	29750	36290 /б/	0,610	0,61
	2			30000	38310 /б/	0,639	
	3			29500	33920 /б/	0,575	
КРО-2с	1	7,9	44,1	29750	31680 /а/	0,532	0,53
	2			29500	32850 /а/	0,557	
	3			30000	29870 /а/	0,498	
КРО-3с	1	3,1	44,1	30000	20051 /б/	0,334	0,33
	2			29500	20886 /б/	0,354	
	3			30000	18990 /б/	0,317	
Уровень предварительного обжатия 0,6 МПа							
КРО-1с	1	10,9	44,1	30000	45866 /а-б/	0,764	0,76
	2			29750	47630 /б/	0,801	
	3			29750	42120 /а/	0,708	
КРО-2с	1	7,9	44,1	29382	42488 /а-б/	0,723	0,70
	2			29500	39558 /б/	0,670	
	3			30000	42221 /а/	0,704	
КРО-3с	1	3,1	44,1	30240	32220 /б/	0,533	0,54
	2			29988	34001 /б/	0,567	
	3			29631	30888 /б/	0,521	
Уровень предварительного обжатия 1,0 МПа							
КРО-1с	1	10,9	44,1	29631	59377 /а/	1,002	1,00
	2			29750	61203 /а/	1,029	
	3			30000	58921 /а/	0,982	
КРО-2с	1	7,9	44,1	29631	55316 /а-б/	0,933	0,91
	2			29500	51220 /б/	0,868	
	3			30000	56088 /б/	0,935	
КРО-3с	1	3,1	44,1	29760	46001 /б/	0,773	0,73
	2			29880	43911 /б/	0,735	
	3			29631	39882 /б/	0,673	



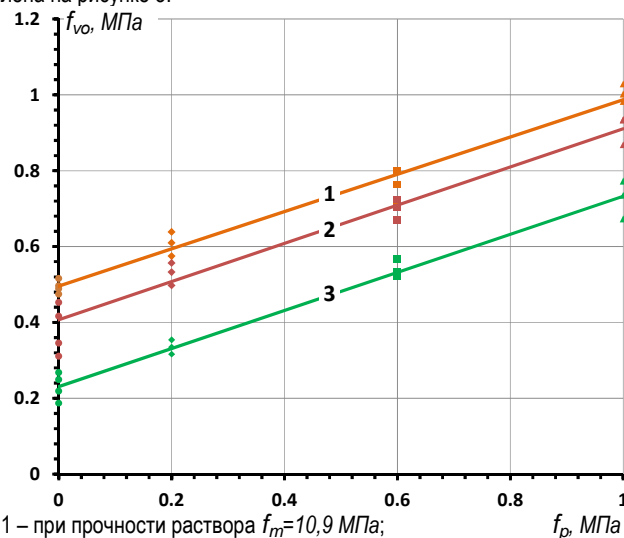
1 – экспериментально определенные значения;
 2 – значения в соответствии с [1];
 3 – значения в соответствии с [3]
Рис. 2. Графическое сопоставление полученных экспериментально значений начальной прочности при сдвиге (f_{vo}) и значений, установленных в нормах [1] и [3]

Начальное сопротивление сдвигу, показанное образцами кладки, выполненными из керамического полнотелого кирпича на растворе прочностью $f_m=3,1$ МПа, было примерно в 2,27 раза ниже, чем у образцов, выполненных на растворе прочностью $f_m=10,9$ МПа, и в 1,77 раза ниже, чем на растворе прочностью $f_m=7,9$ МПа. На рисунке 2 приведено сравнение полученных экспериментальных результатов с соответствующими данными нормативных документов (табл. 3.4 [3] и табл. 10 [1]).

Из рисунка 2 следует, что полученные экспериментальные значения начальной прочности при сдвиге f_{vo} удовлетворительно согласуются с данными действующих нормативных документов (за исключением области малой прочности раствора (до 4 МПа)).

В таблице 2 приведены значения разрушающих сдвигающих напряжений (f_{voi}) при различных уровнях предварительного обжатия (0,2; 0,6; и 1,0 МПа).

Графическая интерпретация полученных результатов представлена на рисунке 3.

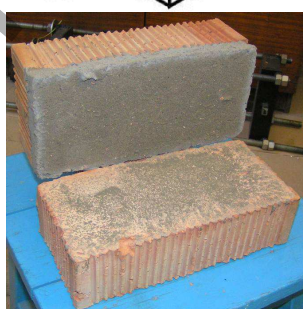
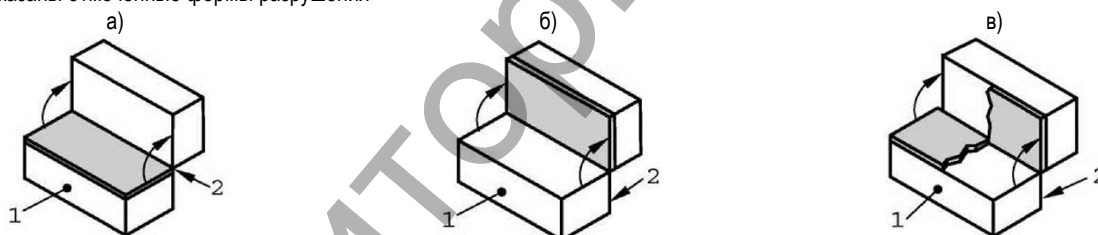


1 – при прочности раствора $f_m=10,9$ МПа;
 2 – при прочности раствора $f_m=7,9$ МПа;
 3 – при прочности раствора $f_m=3,1$ МПа
Рис. 3. Зависимость значений начальной прочности при сдвиге (f_{vo}) от величины предварительного обжатия (f_p)

Таблица 3. Результаты испытаний по определению прочности нормального сцепления

№ серии	№ образца	Прочность кладочного раствора при сжатии f_m (МПа)	Нормализованная прочность кирпича f_b (МПа)	Момент сопротивления сечения ($см^3$)	Разрушающее усилие (изгибающий момент) M_i (Н·см) /форма разрушения*	Величина прочности нормального сцепления f_{wi} (Н/мм ²)	Среднее значение прочности нормального сцепления f_w (Н/мм ²)
КРО-1о	1	10,9	44,1	600	27693,7 /б/	0,462	0,33
	2			595,2	27823,7 /в/	0,467	
	3			597,6	9800,8 /в/	0,164	
	4			597,6	17766,1 /а/	0,297	
	5			595,2	18629,3 /а/	0,313	
	6			588	14818,2 /б/	0,252	
	7			602,7	19968,9 /в/	0,331	
КРО-2о	1	7,9	44,1	573,5	9587,2 /б/	0,167	0,31
	2			600	14134,1 /б/	0,236	
	3			600	18111,6 /а/	0,302	
	4			600	13402,6 /а/	0,223	
	5			600	21357,6 /а/	0,356	
	6			602,7	19664,9 /б/	0,326	
	7			597,6	11846,5 /а/	0,198	
	8			578,2	21583,5 /а/	0,373	
	9			575,9	19005,5 /в/	0,330	
	10			588	27954,2 /в/	0,475	
	11			602,7	27083,9 /а/	0,449	
КРО-3о	1	3,1	44,1	600	9242,9 /а/	0,154	0,14
	2			600	7852,2 /а/	0,131	
	3			600	13138,5 /б/	0,219	
	4			600	3471,1 /а/	0,058	
	5			592,8	6794,2 /в/	0,115	
	6			600	8127,7 /а/	0,135	

* Ниже указаны отмеченные формы разрушения



Из рисунка 3 следует, что при росте обжимающих усилий происходит рост сдвигающих напряжений по линейному закону. Причем, уровень сдвигающих напряжений повышается с ростом прочности раствора. Полученные граничные прямые имеют одинаковый наклон к оси ординат, следовательно, значения коэффициентов внутреннего трения для кладки, выполненной на различных по прочности растворах, одинаковы. В соответствии с полученными зависимостями характеристическое значение угла внутреннего трения составило $tg\alpha_k=0,4$.

Результаты испытаний на отрыв. Было изготовлено три серии опытных образцов кладки. Образцы серии КРО-1о выполнялись на растворе прочностью при сжатии $f_m=10,9$ МПа, КРО-2о – $f_m=7,9$ МПа,

КРО-3о – $f_m=3,1$ МПа. Каждая серия включала не менее 5 образцов кладки.

В результате проведенных испытаний было отмечено 3 типа разрушения образцов (см. табл.3): а) на границе между строительным раствором и верхним кладочным элементом; б) на границе между строительным раствором и нижним кладочным элементом; в) на границе между строительным раствором и обоими кладочными элементами.

С увеличением прочности раствора прочность нормального сцепления возрастала. Для образцов, выполненных на растворе прочностью при сжатии $f_m=10,9$ МПа, среднее значение прочности нормального сцепления f_w составило 0,33 МПа. Образцы, изготовленные на растворах прочностью при сжатии $f_m=7,9$ МПа и $f_m=3,1$ МПа, показали прочность нормального сцепления $f_w=0,31$ МПа и $f_w=0,14$ МПа соответственно. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Графическая интерпретация полученных результатов представлена на рисунке 4.

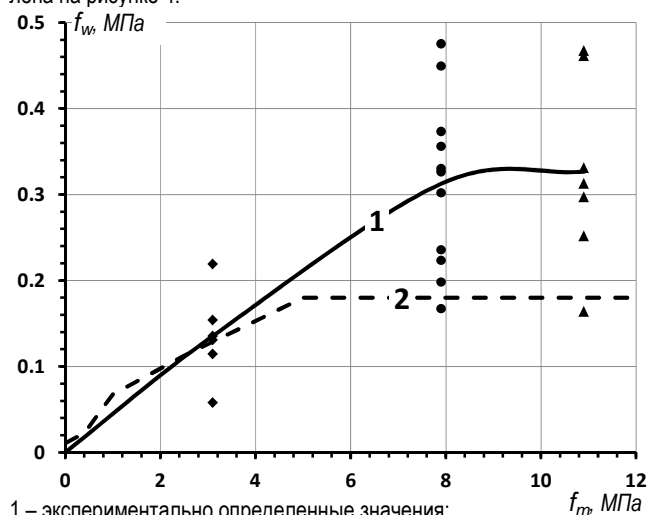


Рис. 4. Графическое сопоставление полученных экспериментально значений прочности при отрыве (f_w) и значений, соответствующих нормам [1]

Нормы [3] не регламентируют значения прочности нормального сцепления, поэтому сравнение полученных экспериментальных результатов производилось с соответствующими значениями, установленными нормами [1].

Из рисунка 4 следует, что при низких прочностях раствора до 4 МПа экспериментальные данные удовлетворительно соответствуют данным [1], при больших прочностях раствора нормы [1] дают заниженные значения прочности нормального сцепления.

На рисунке 5 приведено сравнение отношения касательного сцепления f_{v0} к нормальному сцеплению f_w согласно нормам [1] и по результатам экспериментального определения указанных характеристик.

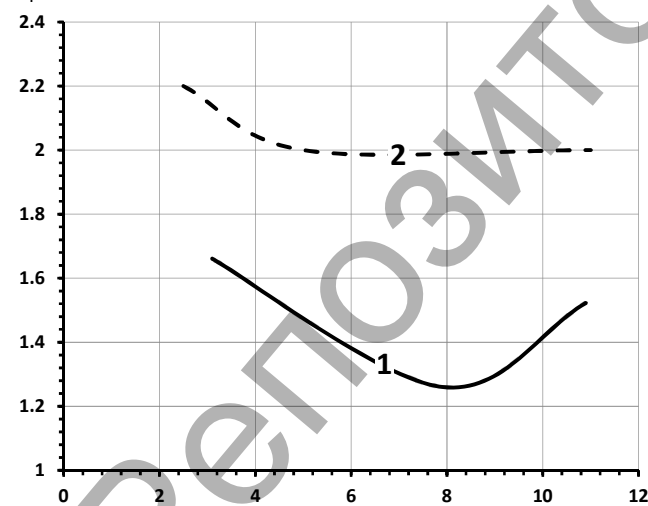


Рис. 5. Графическое сопоставление полученных экспериментально значений отношения касательного сцепления к нормальному (f_{v0} / f_w) и значений, соответствующих нормам [1]

Экспериментальные значения f_{v0} / f_w хорошо согласуются с результатами, полученными в исследованиях Полякова С.В. [10], что свидетельствует о необходимости корректировки значений нормального сцепления f_w , установленного в действующих нормах [1].

Заключение. При одновременном действии сдвигающих и сжимающих усилий при уровнях обжатия (0,2–1 МПа) разрушение образцов каменной кладки, выполненной из полнотелого керамического кирпича, происходит либо вследствие сдвига соединения между раствором и одной поверхностью кладочных элементов, либо вследствие сдвига соединения между раствором и двумя поверхностями кладочных элементов с разрывом растворного шва. По результатам испытаний величина начального сопротивления сдвигу составила:

- для образцов на растворе прочностью $f_m=10,9$ МПа $f_{v0}=0,5$ МПа;
- для образцов на растворе прочностью $f_m=7,9$ МПа $f_{v0}=0,39$ МПа;
- для образцов на растворе прочностью $f_m=3,1$ МПа $f_{v0}=0,22$ МПа.

Характеристическое значение угла внутреннего трения $\text{tg}\alpha_k=0,4$.

При действии растягивающих усилий перпендикулярно плоскости горизонтальных растворных швов имеют место следующие механизмы разрушения: по границе между строительным раствором и верхним или нижним кладочными элементами или по границе между строительным раствором и обоими кладочными элементами. По результатам испытаний величина нормального сцепления составила:

- для образцов на растворе прочностью $f_m=10,9$ МПа $f_w=0,33$ МПа;
- для образцов на растворе прочностью $f_m=7,9$ МПа $f_w=0,31$ МПа;
- для образцов на растворе прочностью $f_m=3,1$ МПа $f_w=0,14$ МПа.

Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют о необходимости корректировки значений касательного и нормального сцепления в нормах [1, 3]. Полученные результаты следует учитывать при разработке Национального приложения к [3].

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81*. Госстрой СССР – Москва: Стройиздат, 1983. – 40 с.
2. Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке: ГОСТ 24992-81. Госстрой СССР – Москва: Стройиздат, 1981. – 20 с.
3. Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1: Общие правила для армированных и неармированных конструкций: СТБ EN 1996-1-1-2008. – Введ. 1.07.2009. – Минск: Госстандарт, 2009. – 128 с.
4. Методы испытания каменной кладки. Часть 3. Определение начальной прочности при сдвиге: СТБ EN 1052-3-2008 – Введ. 20.02.2008. – Минск: Госстандарт. – 12 с.
5. Методы испытания каменной кладки. Часть 5. Определение прочности сцепления методом изгибающего момента: СТБ EN 1052-5-2009 – Минск: Госстандарт. – 20 с.
6. Требования к растворам для каменных работ. Часть 2. Раствор кладочный: СТБ EN 998-2-2008 – Введ. 20.02.2008. – Минск: Госстандарт. – 24 с.
7. Кирпич и камни керамические. Технические условия: СТБ 1160-99 – Введ. 01.04.2000. – Минск: Госстандарт. – 48 с.
8. Смеси растворные и растворы строительные. Технические условия: СТБ 1307-2002 – Введ. 01.07.2002. – Минск: Госстандарт. – 18 с.
9. Методы испытания раствора для каменной кладки. Часть 11. Определение прочности на растяжение при изгибе и прочности при сжатии затвердевшего раствора: EN 1015-11:1999+A1:2006. – Brussels: CEN/TC 125. – 18 с.
10. Поляков, С.В. Каменная кладка в каркасных зданиях (Исследование прочности и жесткости каменного заполнения). – Москва: Госстройиздат, 1956. – 192 с.

Материал поступил в редакцию 02.02.12

DEMCHUK I.E., DERKACH V.N. Research of the bonding strength of mortar in masonry

The results of experimental researches of the bonding strength in tangent and normal directions of mortars with solid ceramic bricks have been presented. The experimental dependences of the bonding strength for this type of masonry units and the compression strength of mortars have been obtained.