

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ РАСТВОРА ИЗ ШВОВ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ НА СЖАТИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ AGS-X

18.11.2019

В Лаборатории испытаний строительных материалов и конструкций ГБУ «ЦЭИИС» разработан альтернативный метод испытания проб цементно-песчаного раствора из горизонтальных швов кирпичной кладки.

Главная задача проведенной работы в сентябре-октябре текущего года заключалась в апробации полученных новых переходных масштабных коэффициентов между прочностными показателями растворов, определёнными по новой методике, и прочностью стандартных образцов-кубов размерами (7,07×7,07×7,07) см.

Пошаговый алгоритм проведения испытания образцов раствора состоит в следующем:

1. Отбор фрагментов раствора осуществляется из горизонтальных неармированных швов кладки.
2. Для испытаний отбирается раствор в количестве, необходимом для изготовления пяти образцов в виде пластин размерами (50×50) мм и толщиной, равной толщине шва кладки.
3. Выравнивание пластин осуществляется с двух сторон шлифованием или гипсовым тестом толщиной 1-2 мм.
4. Испытания допускается производить через 1 сутки после выравнивания.
5. Нагрузка на пластинку передается через стальные стержни длиной 30-40 мм, установленные на ее середине и диаметром, равным толщине пластины. Допускается применение стержней квадратного сечения. В этом случае сторона основания стержня должна быть равна толщине испытываемой пластины.
6. Нагрузка на образец должна передаваться равномерно вплоть до момента разрушения.
7. Прочность раствора определяется как среднее значение по результатам 5-ти испытаний.
8. Прочность раствора в кубах с ребрами 7,07 см определяется по результатам испытаний пластинок из отвердевших в летних условиях растворов умножением на коэффициент 0,8, а пластинок из отвердевших в зимних условиях - на коэффициент 0,7.

В процессе подготовки к испытаниям в условиях лаборатории на территории ГБУ «ЦЭИИС» была произведена кирпичная кладка (рис. 1) из керамических кирпичей М 150 и цементно-песчаного раствора из универсальной сухой смеси «Dauer» М 150 по рекомендациям завода-изготовителя ООО «Качественные смеси». Из этой же растворной смеси параллельно были изготовлены контрольные образцы-кубы размерами (7,07×7,07×7,07) см. Часть из них твердела 28 суток в камере нормально-влажностного твердения при температуре плюс 20 °С и относительной влажности 100 %, а часть твердела в естественных условиях вместе с кирпичной кладкой при среднесуточной температуры наружного воздуха 10°С ÷ 14°С и относительной влажности воздуха 60% ÷ 80% (рис. 2).



Рис. 1. Кирпичная кладка.



Рис. 2. Контрольные образцы-кубы.

Через 28 суток кладку разобрали. Из затвердевшего цементно-песчаного раствора изготовили пластины размерами (5,0×5,0×1,4) см и (5,0×5,0×2,0) см исходя из разной толщины кладки (рис. 3). Затем пластины выровняли шлифованием. Контрольные образцы-кубы размерами (7,07×7,07×7,07) см вынули из форм и подготовили к испытаниям.



Рис. 3. Изготовленные для испытания образцы-пластины.

Для проведения испытаний прочности на сжатие были задействованы следующие испытательные машины:

- для испытания кубов - пресс испытательный MATEST E 160N (рис. 4);
- для испытания пластинок - машина испытательная SHIMADZU AGS-X (рис. 5) с применением стальных стержней диаметром 1,4 см и 2,0 см (рис. 6).



Рис. 4. Испытание контрольных образцов-кубов на прессе MATEST E 160N.



Рис. 5. Испытание пластинок на машине SHIMADZU AGS-X.



Рис. 6. Стержни различных диаметров для испытания пластинок.

Программное обеспечение «Траpezium» машины SHIMADZU AGS-X позволяет абсолютно точно подобрать необходимые исходные параметры применительно к испытанию данного конкретного материала. Благодаря чему были соблюдены требования ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний»:

- шкалу силоизмерителя испытательной машины или прессы выбирают из условия, что ожидаемое значение разрушающей нагрузки должно быть в интервале 20-80% от максимальной нагрузки, допускаемой выбранной шкалой;

- нагрузка на образец должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью $(0,6 \pm 0,4)$ МПа $[(6 \pm 4)$ кгс/см] в секунду до его разрушения.

Результаты испытаний прочности на сжатие контрольных образцов-кубов представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ образца	Масса образца m, г	Размеры образца, см			Объем V, см ³	Плотность образца ρ, кг/см ³	Рабочая площадь сечения образца S, см ²	Разрушающая нагрузка P, кН	Прочность образца R, кгс/см ²	Средняя прочность R _{cp} , кгс/см ²
		a	b	h						
Естественное твердение										
1	725,00	7,02	7,10	7,40	368,83	1966	49,84	103,84	212,5	213,0
2	735,00	7,07	7,12	7,13	358,91	2048	50,34	100,83	204,3	
3	725,00	7,03	7,05	7,10	351,89	2060	49,56	108,00	222,3	
В камере нормально-влажностного твердения										
1	705,00	7,04	7,10	7,04	351,89	2003	49,98	102,27	208,7	212,7
2	710,00	7,01	7,27	7,16	364,89	1946	50,96	105,02	210,2	
3	710,00	7,08	7,09	7,06	354,39	2003	50,20	114,71	233,1	
4	710,00	6,93	7,13	7,12	351,81	2018	49,41	106,91	220,7	
5	715,00	7,02	7,13	7,17	358,88	1992	50,05	103,15	210,2	
6	715,00	6,99	7,11	7,23	359,32	1990	49,70	94,12	193,2	

Результаты испытаний образцов-пластин из вырубок кирпичной кладки представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ серии	№ образца	Масса образца m, гр.	Размеры образца, см			Объем V, см ³	Плотность образца ρ, кг/см ³	Рабочая площадь сечения образца S, см ²	Разрушающая нагрузка P, кгс	Прочность образца R, кгс/см ²	Средняя прочность R _{ср.} , кгс/см ²
			a	b	h						
Пластины толщиной 1,4 см											
1	1	72,27	5,04	5,06	1,45	36,98	1954	1,65	471,1	285,4	314,8
	2	68,79	5,03	5,03	1,46	36,94	1862	1,67	487,4	291,3	
	3	71,64	5,02	5,03	1,46	36,87	1943	1,67	539,4	322,4	
	4	71,55	5,01	5,02	1,46	36,72	1949	1,67	523,3	312,7	
	5	72,92	5,01	5,03	1,48	37,30	1955	1,72	622,7	362,1	
2	6	71,05	5,01	5,02	1,46	36,72	1935	1,67	411,5	245,9	281,4
	7	68,91	4,99	5,01	1,44	36,00	1914	1,63	405,7	249,2	
	8	70,99	5,02	4,99	1,46	36,57	1941	1,67	378,1	226,0	
	9	69,72	5,00	5,00	1,44	36,00	1937	1,63	524,7	322,3	
	10	71,62	5,00	5,00	1,44	36,00	1989	1,63	591,7	363,5	
3	11	70,55	5,00	5,01	1,45	36,32	1942	1,65	360,8	218,6	256,9
	12	71,20	5,00	5,00	1,44	36,00	1978	1,63	452,1	277,7	
	13	70,44	5,00	4,99	1,47	36,68	1921	1,70	415,5	244,9	
	14	71,12	5,01	5,00	1,45	36,32	1958	1,65	476,9	288,9	
	15	69,46	5,00	5,00	1,47	36,75	1890	1,70	431,6	254,4	
4	16	70,03	5,00	5,00	1,45	36,25	1932	1,65	480,9	291,4	288,2
	17	70,98	5,00	5,00	1,45	36,25	1958	1,65	378,6	229,4	
	18	69,80	5,00	5,01	1,44	36,07	1935	1,63	506,1	310,9	
	19	71,39	5,01	5,01	1,44	36,14	1975	1,63	499,3	306,7	
	20	71,84	5,00	5,00	1,44	36,00	1996	1,63	492,3	302,4	
5	21	70,12	5,01	5,00	1,44	36,07	1944	1,63	382,4	234,9	266,3
	22	70,69	5,01	5,00	1,44	36,07	1960	1,63	445,2	273,5	
	23	71,35	5,00	5,01	1,44	36,07	1978	1,63	489,8	300,9	
	24	71,61	5,01	5,00	1,44	36,07	1985	1,63	476,3	292,6	
	25	70,68	5,00	4,99	1,44	35,93	1967	1,63	373,7	229,6	
6	26	71,33	5,00	5,01	1,44	36,07	1977	1,63	369,1	226,8	237,1
	27	70,11	5,00	5,01	1,45	36,32	1930	1,65	334,2	202,5	
	28	71,41	5,01	5,00	1,44	36,07	1980	1,63	438,8	269,6	
	29	69,33	5,00	5,00	1,44	36,00	1926	1,63	416	255,6	
	30	70,28	5,00	5,00	1,45	36,25	1939	1,65	381,1	230,9	
7	31	71,47	5,00	5,00	1,44	36,00	1985	1,63	449	275,8	263,3
	32	71,62	5,00	5,00	1,44	36,00	1989	1,63	427,8	262,8	
	33	69,77	5,00	5,00	1,44	36,00	1938	1,63	361,6	222,1	
	34	68,96	5,00	5,00	1,44	36,00	1916	1,63	411,3	252,7	
	35	70,25	5,00	5,00	1,44	36,00	1951	1,63	493,2	303,0	
8	36	68,97	5,00	5,00	1,44	36,00	1916	1,63	411,5	252,8	263,7
	37	70,71	5,00	5,00	1,44	36,00	1964	1,63	424,1	260,5	
	38	73,23	5,00	5,00	1,44	36,00	2034	1,63	456,3	280,3	
	39	71,48	5,00	4,99	1,44	35,93	1990	1,63	391	240,2	
	40	69,75	5,00	5,00	1,46	36,50	1911	1,67	476,7	284,9	
9	41	70,75	5,00	5,00	1,45	36,25	1952	1,65	498,3	301,9	279,6
	42	70,42	5,00	5,00	1,44	36,00	1956	1,63	467,7	287,3	
	43	70,35	5,01	5,00	1,45	36,32	1937	1,65	455,8	276,2	
	44	70,29	4,99	5,00	1,44	35,93	1956	1,63	439,7	270,1	
	45	69,73	5,00	5,00	1,45	36,25	1924	1,65	433	262,4	

(продолжение таблицы 2)

№ серии	№ образца	Масса образца m, гр.	Размеры образца, см			Объем V, см ³	Плотность образца ρ, кг/см ³	Рабочая площадь сечения образца S, см ²	Разрушающая нагрузка P, кгс	Прочность образца R, кгс/см ²	Средняя прочность R _{ср.} , кгс/см ²
			a	b	h						
Пластины толщиной 2,0 см											
1	1	98,96	5,00	5,00	1,98	49,50	1999	3,08	757,5	246,1	250,2
	2	100,23	5,00	5,00	1,97	49,25	2035	3,05	804	263,9	
	3	97,81	5,00	5,00	1,98	49,50	1976	3,08	723,5	235,1	
	4	99,86	5,01	5,00	1,98	49,60	2013	3,08	768,7	249,8	
	5	99,84	5,01	5,00	1,99	49,85	2003	3,11	796	256,1	
2	6	99,25	5,00	5,00	1,98	49,50	2005	3,08	730,4	237,3	247,1
	7	101,05	5,00	4,99	1,98	49,40	2046	3,08	745,4	242,2	
	8	100,95	5,00	5,00	1,97	49,25	2050	3,05	786,4	258,1	
	9	99,35	4,99	5,00	1,97	49,15	2021	3,05	789,4	259,1	
	10	99,99	5,00	5,00	1,96	49,00	2041	3,02	720,4	238,9	
3	11	99,67	5,00	5,00	1,97	49,25	2024	3,05	736,7	241,8	255,6
	12	99,50	5,00	5,00	1,98	49,50	2010	3,08	825,6	268,3	
	13	101,27	5,00	5,00	1,98	49,50	2046	3,08	800,5	260,1	
	14	99,31	5,00	5,00	1,99	49,75	1996	3,11	820,2	263,8	
	15	98,55	5,00	4,99	1,99	49,65	1985	3,11	757,8	243,8	
4	16	99,97	4,99	4,99	1,98	49,30	2028	3,08	768,2	249,6	251,2
	17	99,80	5,00	4,99	1,99	49,65	2010	3,11	814,9	262,1	
	18	99,84	5,00	5,01	1,99	49,85	2003	3,11	620,6	199,6	
	19	99,67	5,00	5,01	1,99	49,85	1999	3,11	873,8	281,1	
	20	100,85	5,00	5,00	1,99	49,75	2027	3,11	819	263,5	
5	21	99,04	5,00	5,00	1,99	49,75	1991	3,11	799,7	257,2	254,3
	22	96,46	5,00	5,00	1,99	49,75	1939	3,11	786,8	253,1	
	23	99,58	5,00	5,00	1,99	49,75	2002	3,11	829,2	266,7	
	24	99,24	5,00	5,00	1,99	49,75	1995	3,11	807,4	259,7	
	25	99,19	5,00	5,00	1,99	49,75	1994	3,11	729,9	234,8	
6	26	99,81	5,00	4,99	1,98	49,40	2020	3,08	794,5	258,2	250,8
	27	95,87	5,00	5,00	1,99	49,75	1927	3,11	718,9	231,3	
	28	100,14	5,01	4,99	2,00	50,00	2003	3,14	784,3	249,8	
	29	99,73	5,00	4,99	1,98	49,40	2019	3,08	831,3	270,1	
	30	99,91	5,00	5,00	1,99	49,75	2008	3,11	761,2	244,9	
7	31	99,45	4,99	4,99	1,97	49,05	2027	3,05	807,2	265,0	255,9
	32	99,10	5,00	5,01	1,99	49,85	1988	3,11	818	263,1	
	33	97,10	5,00	5,00	1,98	49,50	1962	3,08	820,9	266,7	
	34	99,12	5,00	5,00	1,99	49,75	1992	3,11	719,2	231,4	
	35	98,94	4,99	5,00	1,97	49,15	2013	3,05	771,3	253,2	

Обработка результатов испытаний и последующие выполненные расчеты показали, что масштабный коэффициент для пластинок-квадратов составляет 0,807.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента с помощью испытательной машины AGS-X получены данные прочности при сжатии цементно-песчаного раствора из вырубок кирпичной кладки, подтверждающие возможность применения масштабного коэффициента 0,8 для «летнего» раствора.

Начальник лаборатории Р.Ю. Юсифов

Ведущий инженер лаборатории Е.В. Измайлова