

ПРИМЕНЕНИЕ ВНЕШНЕГО АРМИРОВАНИЯ ИЗ УГЛЕВОЛОКНА ДЛЯ СЕЙСМОУСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН

**А.А. ГАСИЕВ, инженер,
А.В. ГРАНОВСКИЙ, канд. техн. наук
(ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, Москва)**

По результатам экспериментальных исследований прочности кирпичной кладки усиленной внешним армированием углеволокнутой тканью M-Brace (BASF) при перекосе сделан вывод о возможности применения данной технологии для повышения прочности стен зданий, возводимых в сейсмических районах РФ.

Ключевые слова: сейсмоусиление, кирпичная кладка, внешнее армирование, углеволокно, прочность, сейсмические районы

Вести об очередном землетрясении с новостных колонок уже давно не являются для нас неожиданностью. Они всегда сопровождаются информацией о человеческих жертвах, разрушениях зданий и сооружений.

Последней крупной катастрофой, на которую хотелось бы обратить внимание, землетрясение 2009 г. в городе Аквиле, Италия. Это бедствие сопровождалось большим количеством разрушений и жертв. В числе разрушений значительная доля приходилась на кирпичные здания.

Проблема защиты зданий и сооружений от пагубного воздействия землетрясений имеет широкий спектр задач (каких непонятно – в том числе сейсмоусиление существующих).

В нашей стране здания с применением каменных конструкций (с несущими стенами из каменной кладки) широко распространены на территориях с повышенной сейсмичностью (в связи с увеличением сейсмичности – здания имеют дефицит сейсмостойкости), а, следовательно, и проблема защиты этих сооружений от воздействия землетрясений имеет свою актуальность и значимость.

В последнее время в России значительно увеличился объем работ по реконструкции зданий различного назначения. Целью проведения этих работ является продление жизненного цикла зданий, а так же приведение их конструкций в соответствие требованиям современных нормативных документов.

В Центре исследований сейсмостойкости сооружений (далее ЦИСС) ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко разработана и реализована комплексная программа экспериментальных исследований прочности и деформативности несущих конструкций (стен и колонн), выполненных из керамического кирпича и усиленных с помощью ряда современных технологий.

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом для усиления конструкций широкое применение, находят композиционные материалы на основе углеродного волокна.

В данной статье представлены материалы по результатам испытаний фрагментов кирпичных стен усиленных с применением углеродного волокна марки M-Brace FIB CF (фирма «BASF»), на действие сдвигающих усилий – перекося (моделирование горизонтальных, в том числе сейсмических воздействий в плоскости стен).

Цель исследований – оценка эффективности применения углеволокнутой ткани для повышения прочности и жесткости несущих и ограждающих конструкций кирпичных зданий, возводимых как для обычных, так и для сейсмоопасных регионах РФ.

Для усиления стен использовались холсты из углеволокнутой ткани марки M-Brace FIB CF 230/4900.200g/5.100m., имеющие следующие характеристики:

- прочность волокна на растяжение – 4900 МПа;
- модуль упругости волокна – 230000 МПа;
- удельный вес – 200 г/м²;
- толщина волокна – 0,11 мм.

Кладка опытных образцов фрагментов стен осуществлялась из керамического кирпича марки М200, на цементном растворе марки М75. При этом были изготовлены дополнительные образцы из кирпича и раствора той же партии для определения нормального сцепления кирпича с раствором (критерия оценки кирпичной кладки). По результатам этих испытаний были получены данные о величине нормального сцепления $R_p^0 = 1,8 \text{ кг/см}^2$, (согласно [1] это значение соответствует I категории кладки).

На рис.1.а-б показаны экспериментальные образцы фрагментов стен с различными схемами усиления углеволокнутом. В качестве эталонных образцов использовались фрагменты стен без усиления. В опытных образцах I-ой серии усиление холстами из углеволокну осуществлялось с одной стороны, в образцах II-ой серии с двух сторон. На рис.2 показана схема испытаний опытных образцов. В каждой серии, включая эталонную, было испытано по 3 образца.

Экспериментальное значение предела прочности кладки при срезе по перевязанному шву определено из зависимости $R_{ср}^{жк} = N_p / (1,4ad)$ приведенной в [2], где N_p – горизонтальная составляющая разрушающей нагрузки, a – половина длины образца, m ; d – толщина образца, m .

В табл.1 приведены результаты испытаний опытных образцов. Анализ результатов испытаний фрагментов кладки кирпичных стен, усиленных с применением углеволокну позволяет отметить следующее.

1. Предел прочности кладки при срезе по перевязанному шву в зависимости от схемы усиления углеволокну выше прочности неусиленной кладки в 1,37-1,55 раза.
2. Сцепление углеволокну с поверхностью испытываемых образцов было обеспечено до момента разрушения кладки.

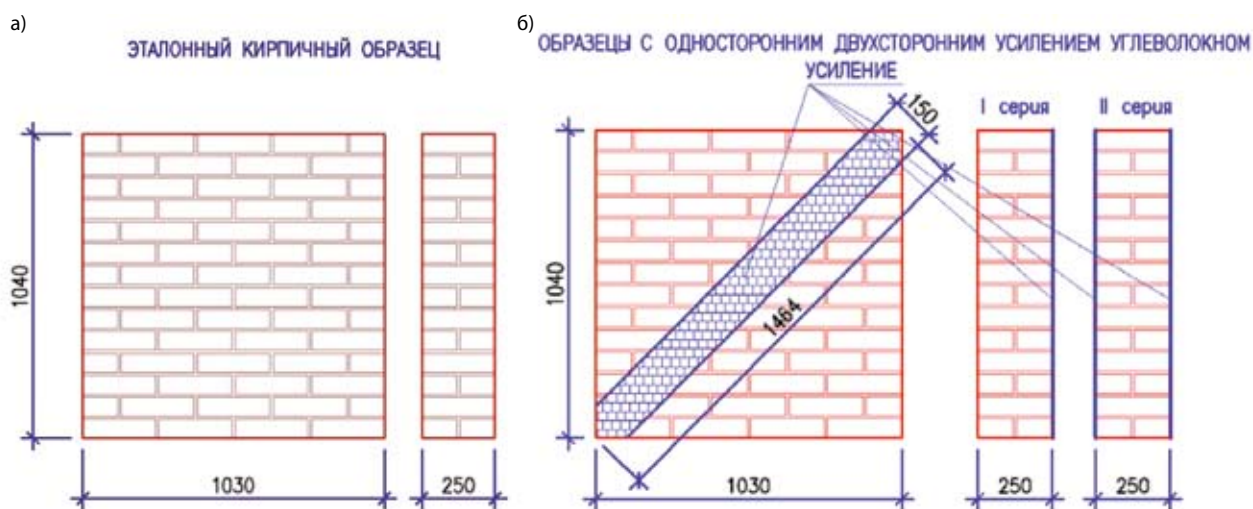


Рис.1.

Таблица 1.

Результаты испытаний опытных образцов на перекося

№ серии	Прочность кладки: марка кирпича марка раствора	Схема усиления	Разрушающая нагрузка, P_p (Н)	Горизонтальная разрушающая нагрузка, N_p^* (Н)	Предел прочности кладки при срезе, $R_{ср}^*$ (кг/см ²)	Относительная прочность %
эталон	М200 М75	без усиления	171425	121849	3,38	100
I		холст с 1-ой стороны	235715	167546	4,65	137
II		холста с 2-х сторон	265713	188869	5,23	155

* - средние значения по результатам испытаний 3-х образцов.

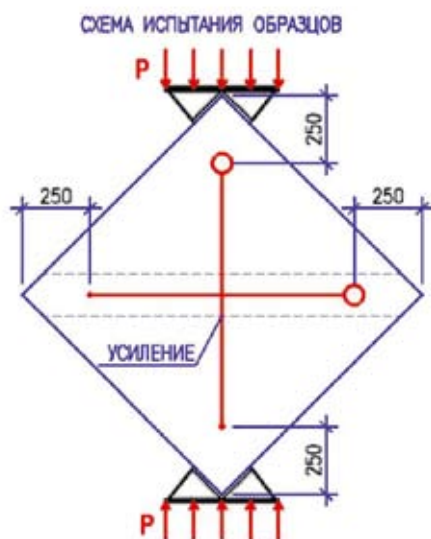


Рис.2.

Выводы

1. Применение холстов из углеволокна позволяет повысить прочностные показатели кирпичной кладки при совместном действии вертикальных и горизонтальных нагрузок в плоскости стены. Данный способ может рассматриваться как вариант сейсмоусиления стен из кирпичной кладки, при соответствующем конструктивном и расчетном обосновании для районов с сейсмичностью 7-9 баллов.

2. Повышение прочности и жесткости стен из керамического кирпича за счет применения внешнего армирования из углеволокнистой ткани M-Brace (BASF) может быть рекомендовано как при проектировании новых конструкций, так и в процессе их усиления существующих зданий.

Литература

- СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.
- Поляков С.В. Каменная кладка в каркасных зданиях. – М.: Гостройиздат. 1956. 189 с.

Материалы хранятся в ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко по адресу:
109428, Москва, ул.2-я Институтская, 6,
тел.: (499) 174-77-87, e-mail: arcgran@list.ru.