

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

А.А.ГАСИЕВ, ведущий специалист
(ООО «СтройПроект»),
Р.Т.АКБИЕВ, канд. техн. наук,
Я.М.ЭЛЬМУРЗАЕВ, инженер
(ЦНИИП градостроительства РААСН)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИРПИЧНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ, УСИЛЕННЫХ СТАЛЬНОЙ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКой

Реконструкция зданий и сооружений и доведение их конструктивной надежности до современных требований при экономии материальных ресурсов предполагает активное внедрение инновационных технологий, которые предполагают, в свою очередь, экспериментальное подтверждение.

В статье представлены результаты испытаний усиления кирпичных стен зданий и сооружений железобетонными аппликациями (рубашки), выполненными с применением стальной несъемной опалубки (СНО) на основе вытяжной гофрированной сетки ПВГС.

Экспериментально доказана эффективность применения СНО для усиления стен каменных зданий, как в одностороннем, так и в двухстороннем варианте.

Ключевые слова: аппликации, гофрированная сетка, деформативность, испытания, надежность, остаточный ресурс, сейсмостойкость, стальная несъемная опалубка, экспериментальные исследования



Введение

Проблема повышения конструктивной надежности и сейсмостойкости кирпичных и блочных зданий является весьма актуальной для большинства регионов Российской Федерации. Значительная часть таких зданий построена в 50-70-х гг. прошлого столетия, имеет низкий остаточный ресурс и не соответствует современным нормам по безопасности, а обеспечение их конструктивной надежности и повыше-

ние их остаточного ресурса для дальнейшей эксплуатации требует новых подходов и современных методов исследований.

В ЦНИИП градостроительства РААСН проведены комплексные исследования по применению для указанных целей стальной несъемной опалубки (СНО), описание которой и возможности применения в сейсмических районах Российской Федерации приведены в работе [1].

Общие принципы усиления каменной кладки с применением СНО показаны на рис.1.

Применение изделия из СНО для возведения монолитных стен зданий защищено патентом RU 2388881 С1 [2].

Настоящая публикация является продолжением начатых ранее исследований, содержит результаты испытаний кирпичной кладки без усиления в сравнении с аналогичными конструкциями, усиленными СНО.

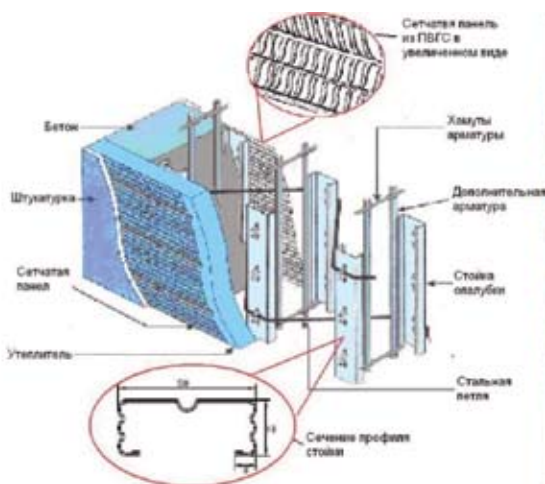


Рис.1. Принципы усиления кирпичной кладки СНО

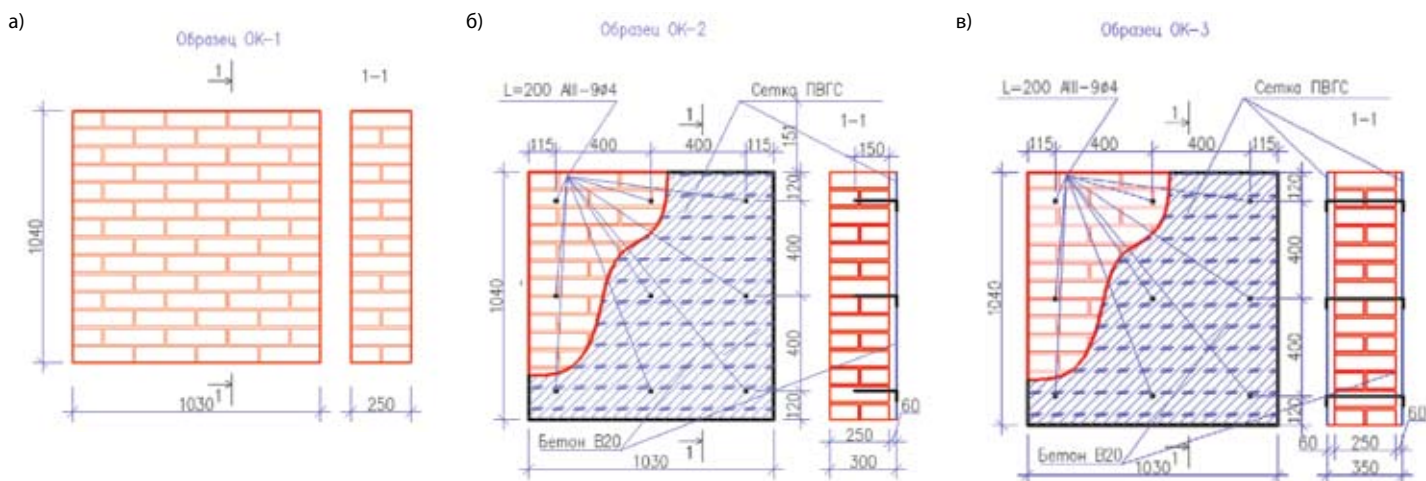


Рис.2. Образцы кладки для испытаний

Постановка исследований

Для испытаний изготовлены 3 (три) серии образцов длиной $l=103$ см, высотой $h=104$ см, с переменной толщиной $b=25$, 31 и 37 см. Указанные размеры приняты исходя из конструктивных особенностей усиления (без дополнительного армирования и с армированием), условий физического моделирования, с учетом технологических возможностей испытательного оборудования.

Материал образцов кладки — керамический пустотелый кирпич полусухого формирования и раствор марки М75.

Основное тело образца (стены) формируется из однорядной (цепной) кирпичной кладки с чередованием тычкового и ложкового рядов, в результате чего вертикальные поперечные швы в смежных рядах кладки сдвигаются относительно друг друга на j кирпича, а продольные — на S кирпича. Такой вид перевязки швов считается традиционным при обычной кладке стен, простенков и других сильно нагруженных частей зданий и сооружений.

В настоящей работе представлены исследования 2 вариантов усиления кладки с помощью железобетонной аппликации (рубашки), выполненной с применением СНО на основе вытяжной гофрированной сеткой ПВГС в одностороннем (1) и двухстороннем варианте (2).

Ввиду малых габаритов образцов клад-

ки вариант полносборных элементов усиления на основе СНО не рассматривался.

Толщина железобетонной рубашки усиления для всех образцов принималась равной 60 мм (как для традиционного варианта усиления), несмотря на то, что на практике применение СНО позволяет значительно снизить толщину «рубашки» до 40 мм.

В работе рассмотрены результаты испытаний следующих серий элементов.

ОК-1 — эталонные образцы кладки (рис.2а).

ОК-2 — образцы, изготовленные по аналогии с серией ОК-1, с односторонним усилением кладки слоем бетона класса В20. Роль арматурной сетки и щита опалубки в данной конструкции играет лист ПВГС, крепление к оголовок осуществляют при помощи 9 арматурных анкеров Ш8 мм А400, расположенных с шагом 400 мм в обоих направлениях (рис.2б).

ОК-3 — образцы, изготовленные по аналогии с серией ОК-1 с двусторонним усилением кладки слоем бетона класса В20 и креплением арматурной сетки и щита опалубки по аналогии с образцами ОК-2 (рис.2в).

С целью единства измерений и технологии изготовления все образцы для испытаний выполнены из одной партии кирпича, на одном типе цементно-песчаного раствора, при изготовлении которого осуществлялся контроль подвижности растворной

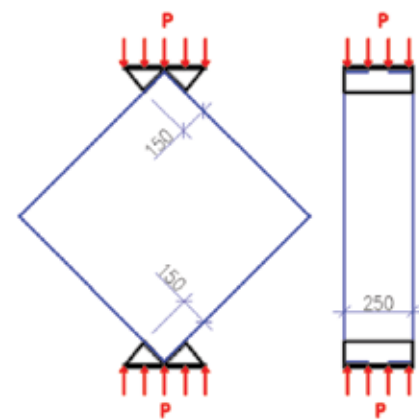


Рис.3. Схема приложения нагрузки

смеси по стандартной методике для полевых испытаний. Значения показателя подвижности образцов раствора для кладки находились в пределах 8-10 см.

Усиление кирпичных образцов производилось товарным бетоном заводского изготовления, качество которого подтверждено сертификатом. Дополнительный контроль качества бетона проведен на основе лабораторных испытаний материалов в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-90.

Характеристики образцов каменной кладки приведены в табл.1.

Схема проведения испытаний образцов и точки расположения измерительных приборов приведены на рис.3-5.

Таблица 1.

Характеристики материалов испытанных серий образцов

Маркировка образцов	Марка кирпича по ГОСТ 530-95	Расчетное сопротивление раствора на сжатие R , кг/см ²	Нормальное сцепление в кладке, R_c , кг/см ²	Расчетное сопротивление бетона на сжатие R_b , кг/см ²
1	2	3	4	5
ОК-1	75	99,4	2,28	-
ОК-2	75	90,5	2,14	210
ОК-3	75	92,2	2,18	215

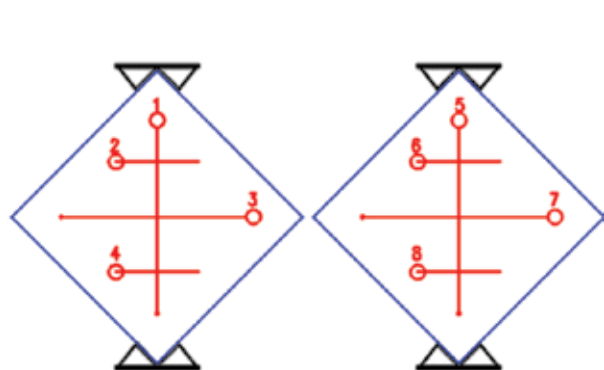


Рис.4. Схема расстановки датчиков

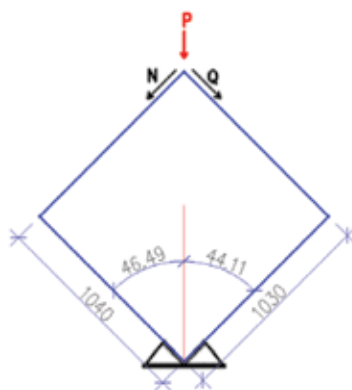


Рис.5. Разложение нагрузки на вертикальную и горизонтальную составляющие

Нагрузка на образцы при испытаниях прилагалась вдоль одной из диагоналей на площадке воздействия. Размеры (площадь) передаточных устройств в местах приложения нагрузки определяются из следующих условий:

- 1) недопущение местного смятия образцов (минимальные значения);
- 2) недопущение ситуации, при которых возникают деформации чистого сдвига для того, чтобы четко зафиксировать момент растяжения в кладке (максимальные размеры).

Испытания образцов проводились в лабораторном корпусе ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко на прессе МАН-500 (рис.6).

Нагрузка прикладывалась поэтапно, ступенями:

- на стадии нагружения до предельных значений расчетной нагрузки — с шагом до $0,05P_{max}$;
 - на стадии близкой к разрушению — с шагом до $0,02P_{max}$,
- где P_{max} — расчетное значение разрушающей нагрузки.

Время нагружения конструкции на каждом этапе — до 180 с.

Деформации конструкции измерялись в местах, указанных на рис.4, на кирпич-

ной поверхности и бетонной аппликации, в продольном и поперечном направлениях индикаторами часового типа с ценой деления 0,1 мм на базе 0,8 и 0,4 м.

Замеры деформаций осуществлялись вдоль растянутой диагонали образца и растянутых зон, отстоящих вверх и вниз от нее на расстояние 250 мм. Деформации, измеренные в центре, были отнесены к базе измерения равной 800 мм, нагрузке — к максимальному значению при испытаниях.

Анализ результатов испытаний

Результаты испытаний образцов приведены в табл.2, а характер разрушений на рис.7-9.

В процессе испытаний, при определении прочностных характеристик материалов образцов, как внутри идентичных серий, так и между сериями выявлены расхождения значений прочности раствора до 17,5%.

Повышение несущей способности усиленной кладки для каждой серии образцов определено путем сравнения соответствующих значений разрушающей нагрузки с аналогичными данными, полученными для эталона (ОК-1).

Установлено, что все образцы разрушились по одинаковой схеме — вдоль линии действия сжимающей силы.

По результатам испытаний строились графики относительного деформирования вдоль растянутой диагонали (рис.10).

Образцы серии ОК-1

Для образцов серии ОК-1 характерным является хрупкий характер разрушения одновременно по всей диагонали вдоль действующей нагрузки. Визуально момент появления первых трещин зафиксирован не был. Описание процесса деформирования на стадии перед разрушением проведено исключительно по обработанным показаниям измерительных приборов.



Рис.6. Общий вид установки образцов в пресс для испытания

Таблица 2.

Результаты испытаний образцов при воздействии вертикальной нагрузки

Условный номер серии	Приведенная разрушающая нагрузка для образцов внутри серии, P_p (кг)	Среднее значение разрушающей нагрузки внутри серий, $P_{p,cp}$ (кг)	Среднее значение нагрузки между сериями, $P_{p,cp,pp}$ (кг)	Q, кг	N, кг	Повышение несущей способности, %
ОК-1	18680	20354	20354	14126	14634	-
	21345					
	21036					
ОК-2	33402	31980	33898	23525	24373	1,57
	31013					
	31527					
ОК-3	81374	77059	80141	55617	57621	3,78
	76555					
	73277					



Рис.7. Разрушение эталонных образцов серии ОК-1



Рис.8. Разрушение эталонных образцов серии ОК-2



Рис.9. Разрушение эталонных образцов серии ОК-3

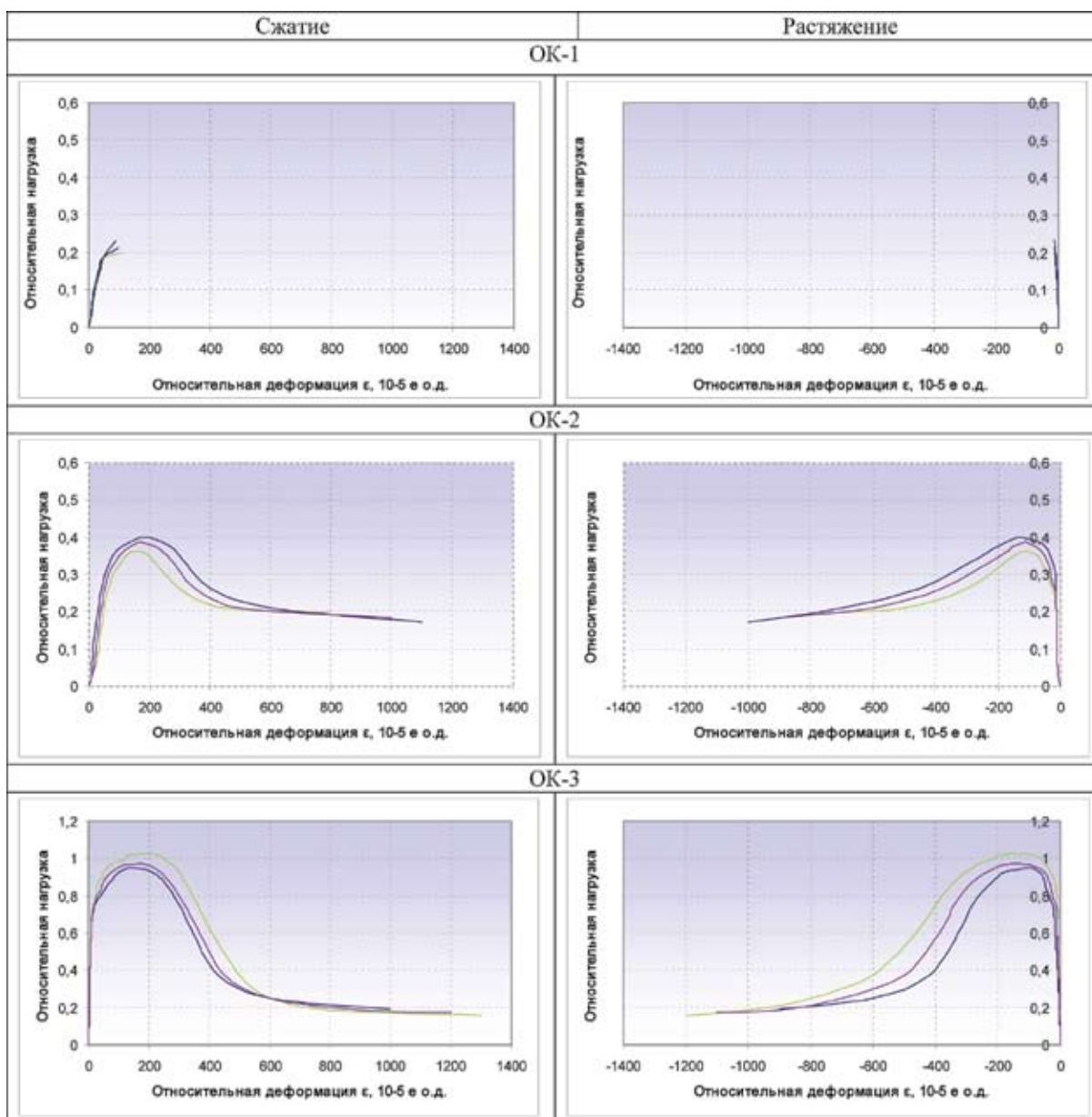


Рис.10. Графики деформирования испытанных образцов

На стадии нагружения, предшествующей разрушению, деформации растяжения вдоль диагонали образца, расположенной перпендикулярно линии действия нагружения в 1,5-2,0 раза превышали деформации растяжения на линиях, расположенных параллельно максимально растянутой диагонали и отстоящих от нее вверх и вниз на 270 мм (согласно схеме установки приборов).

Отсюда вывод, что развитие диагональной трещины происходит от центра к краям сжатой диагонали образца. Т. е. основным критерием при оценке несущей способности обычной кладки является ее сопротивление главным растягивающим напряжениям.

В основном, разрушение образцов серии ОК-1 происходит в виде трещины по материалу раствора (рис.7), но в отдельных образцах трещины проходят по кирпичу и наблюдаются у опорных зон и на участках передачи нагрузки у распределительных траверс.

Диаграммы деформирования позволяют отметить соответствующие особенности работы кладки без усиления под нагрузкой (рис.10).

Образцы серии ОК-2

В образцах серии ОК-2 трещины появлялись, как правило, в центральной части образца, с последующим их развитием вдоль сжатой диагонали. Первая трещина образовывалась со стороны без аппликации, но после появления диагональной трещины, в отличие от образцов ОК-1 не наблюдалось хрупкого разрушения.

Окончательное разрушение образцов характеризуется развитием диагональной

трещины в материале рубашки и отслоением бетона части аппликации от кирпичной кладки (рис.8).

При детальном осмотре некоторых образцов серии ОК-2 выявлено проскальзывание части анкерных креплений рубашки из тела кладки, что связано, по всей вероятности, с их попаданием в пустоты и значительным уменьшением площади сцепления элементов кладки и усиления между собой. Несмотря на значительные деформации, образцы после разрушения продолжали воспринимать до 25-30% от максимального значения нагрузки.

В образцах серий ОК-2 увеличение несущей способности обеспечивается несущей способностью стыка кладки и аппликации на анкерных арматурных стержнях. Вследствие высокой несущей способности анкерного соединения доля несущей способности за счет прочности стыка по неперевязанному сечению реализуется незначительно.

Повышение несущей способности образцов серии ОК-2 в сравнении с образцами ОК-1 составляет до 60% (или в 1,6 раза), а деформативность — более чем в 10 раз.

Образцы серии ОК-3

Разрушение образцов серии ОК-3 с двухсторонней рубашкой отличается следующей динамикой повреждений: диагональная трещина образовалась, как и в образце ОК-2, в центре и распространялась вдоль линии действия разрушающей нагрузки, но одновременно на обеих сторонах, развиваясь к углам (рис.9).

Для данной серии образцов характерным является более длительный процесс развития пластических деформаций по сравнению с образцами ОК-2.

Повышение несущей способности образцов серии ОК-3 в сравнении с образцами ОК-1 составляет 3,8 раза, а в сравнении с образцами ОК-2 - в 2,4 раза (при этом на 20% увеличивается их деформативность).

Заключение

В настоящей работе представлены результаты испытаний вариантов по усилению конструкций стен кирпичных зданий и сооружений с помощью железобетонной аппликации (рубашки), выполненной с применением СНО на основе вытяжной гофрированной сетки ПВГС.

Техническими испытаниями доказана эффективность применения СНО для усиления стен каменных зданий, как в одностороннем, так и в двухстороннем варианте.

Проведенный эксперимент является частью комплексных исследований конструкций зданий на основе СНО, итоги которых будут опубликованы в следующих номерах журнала.

Литература

1. Айзенберг Я.М., Акбиев Р.Т., Гасиев А.А., Першин А.Ю. Сейсмостойкость конструкций с использованием системы стальной несъемной опалубки. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2008. №4. С.44-47.
2. RU 2388881 С1. Несъемная складная опалубка для возведения монолитных стен. / Магдеев А.Ю., Сорокин А.Н., Платонов В.Г., Антаков А.Б. (ООО «Экспострой»). — №2008149451/03; Заявл. 15.12.08. // Изобретения (Заявки и патенты). 2010. №13.

Материал хранится в ЦНИИП градостроительства РААСН по адресу: 111024, Москва, ул. Душинская, д.9. Тел.: +7 (495) 361-32-70.



НП «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ»

Некоммерческое партнерство «Национальное объединение специалистов и экспертов в области градостроительства и безопасности»

Градостроительная деятельность представляет собой комплекс взаимосвязанных научных и практических действий в области планирования, программирования и проектирования развития территорий, в том числе городов и иных поселений, учитывающих совокупность социально-экономических, строительно-технологических, архитектурно-художественных, а также санитарно-технических задач и методов их решения в этой области.

Градостроительная деятельность неразрывно связана с процессами обеспечения безопасности (объектов, территорий) и защиты населения от явлений природного, природно-техногенного и (или) техногенного характера.

Местонахождение: 111024, г. Москва, ул. Душинская, дом 9

www.grad-safety.ru info@grad-safety.ru

тел: +7 (499) 763 6123

