



Научный Совет РАН  
по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук

МЧС РОССИИ  
Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам  
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций  
(федеральный центр науки и высоких технологий)

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

---

## **АНАЛИЗ, ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РИСКАМИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

Материалы 9-й Международной научно-практической  
конференции «ГЕОРИСК–2015»

## **ANALYSIS, PREDICTION AND MANAGEMENT OF NATURAL RISKS IN THE MODERN WORLD**

The 9<sup>th</sup> international scientific and practical conference  
«GEORISK–2015»

***В двух томах***

**Том 2**

---

Москва  
Российский университет дружбы народов  
2015

## **СЕЙСМОУСИЛЕНИЕ СТЕН КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

*А.А. Гасиев , А.В. Грановский , Р.Т. Акбиев*

*ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко*

*АО «НИЦ «Строительство», Москва \*\**

*E-mail: gasiev@bk.ru, arcgran@list.ru*

*ЦНИИПМинстроя России, Москва E-mail:*

*akbi.rust@gmail.com*

## **SEISMIC STRENGTHENING OF THE WALLS IN THE BRICK BUILDINGS WITH THE APPLICATION OF MODERN CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES**

*The report shows summary results of complex experimental testing of seismic resistance of the brick buildings' walls, reinforced with the application of the different kinds of the modern materials, including those ones, prepared by the authors. There are thoroughly highlighted the results of static and dynamic testing of the fragments from the brick walls, reinforced by carbon-fibrefabric and structures based on steel permanent formwork.*

За последнее десятилетие реализовано и реализуются различные федеральные и региональные программы, пред-

назначением которых является повышение сейсмостойкости существующих зданий и сооружений.

Тема доклада посвящена выполнению одной из главных таких Программ – ФЦП «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009–2018 гг.».

Проведенный в рамках указанной ФЦП анализ структуры застройки сейсмоопасных регионов Российской Федерации, с ранжированием по основным типам несущих конструкций, выявил значительную долю строений из каменной кладки – в среднем не менее 30–40% от общего их числа. Здания с несущими стенами из каменной кладки, построенные в основном в прошлом столетии ручным способом, относятся к группе наиболее уязвимых с точки зрения сейсмического риска. Лабораторные и натурные испытания их элементов, узлов и конструкций показывают значительные отклонения от требований норм (в частности, СП 14.13330.2014), предъявляемым к кладкам I и II категории.

Учитывая, что в кирпичных домах живут, как правило, малообеспеченные слои населения, а также опыт происшедших землетрясений за последнее время и то, что возможные повреждения и даже разрушения таких зданий становятся причиной многочисленных людских и материальных потерь, необходимо принятие мер по их усилению и реконструкции.

Восстановить или повысить несущую способность каменных конструкций существующих объектов предлагается с использованием инновационных технологий, описанных в докладе.

Одна из таких технологий основана на применении стальной несъемной опалубки на основе вытяжной гофрированной сетки ПВГС (СНО), другая – углеволокна (см. рис. 1, 2).

Испытания с целью изучения особенностей и оптимальных свойств конструкций подробно описаны в научной литературе.

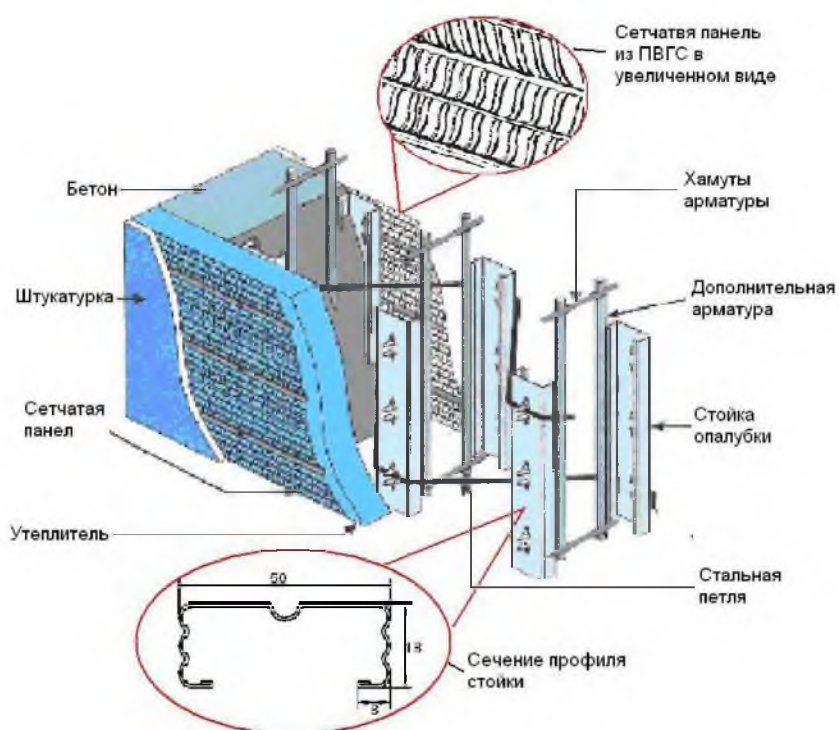


Рис. 1. Общий вид конструкции СНО

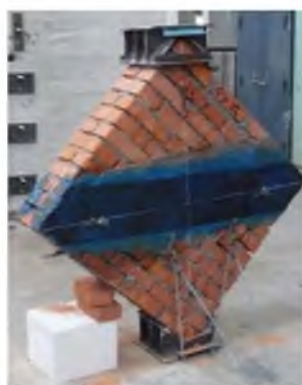


Рис. 2. Общий вид усиления углеволокном

Испытания усиленных конструкций также проводились по специально разработанной методике [1–4], для чего использовались 6 серий образцов:

- ОК-1 – эталонные образцы кладки для стен усиленных СНО. Образцы кирпичной кладки размерами  $103 \times 104 \times 25$  см, изготовленные из кирпича средней прочности, марки М125 на растворе М75;

- 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 ПВХС, крепление которого к телу стены осуществляется при помощи 9 арматурных анкеров Ø8 мм А400, расположенных с шагом 400 мм в обоих направлениях;

- 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;

- ОК-4 серия – эталонные образцы для стен усиленных углеволокнистой тканью. Образцы кирпичной кладки размерами  $103 \times 96,5 \times 25$  см, изготовленные из кирпича средней прочности, марки М125 на растворе М75;

- ОК-5 Прочностные характеристики материалов кладки и размеры образцов аналогичны характеристикам эталонных образцов серии ОК-4. При этом холст из углеволокна марки шириной 150 мм наклеивается с одной стороны образца вдоль его растянутой диагонали с заведением на вертикальные боковые грани образца;

- ОК-6 Прочностные характеристики материалов кладки и размеры образцов аналогичны характеристикам эталонных образцов серии ОК-4. При этом холст из углеволокна с двух сторон образца вдоль его растянутой диагонали с заведением на вертикальные боковые грани образца.

По результатам проведенных испытаний, сделаны предложения по проведению расчетов усиленных конструкций [5].

Результаты испытаний приведены в табл.

*Таблица*

**Результаты проведенных испытаний**

Услов- ный номер серии	Разрушающая нагрузки для испытанных образцов, R <sub>Р</sub> (кГ)	Среднее значе- ние разрушаю- щей нагрузки внутри серий, R <sub>Р. ср</sub> (кН)	Повышение несущей способ- ности, %
Результаты испытаний усиления с применением системы СНО			
ОК-1	186,80	203,54	–
	213,45		
	210,36		
ОК-2	334,02	319,80	157
	310,13		
	315,27		
ОК-3	813,74	770,59	378
	765,55		
	73277		
Результаты испытаний усиления с применением углеволокна			
ОК-4	185,71	170,7	–
	157,14		
	169,13		
ОК-5	257,14	252,9	148
	242,86		
ОК-6	314,29	327,9	192
	342,86		
	326,58		

**Заключение.** Результаты испытаний вариантов по усилению конструкций стен кирпичных зданий и сооружений с помощью железобетонной аппликации (рубашки), выполненной с применением СНО и углеволокнистой ткани дока-

зывают эффективность применения данных технологий вариантов для сейсмоусиления стен каменных зданий.

Практическое применение предложенных способов повышения сейсмостойкости каменных стен зданий дает реальные возможности снижения негативных последствий землетрясений в виде повреждений и разрушений конструкций.

## 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. Гасиев А.А., Грановский А.В. Применение внешнего армирования из углеволокна для сейсмоусиления кирпичных стен // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2011. – № 6. – С. 31–33.

3. Акбиев Р.Т., Гасиев А.А. Сейсмостойкость кирпичных стен зданий усиленных стальной несъемной опалубкой // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2012. – № 3. – С. 48–53.

4. Гасиев А.А., Грановский А.В. Динамические испытания образцов каменной кладки усиленных холстами из углеволокнистой ткани // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2015. – № 2. – С. 29–35.

5. Гасиев А.А., Грановский А.В. К вопросу об оценке несущей способности кирпичных простенков, усиленных холстами из углеволокнистой ткани, при действии сдвигающих усилий // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 6.

6. Гасиев А.А., Грановский А.В. Эффективность применения холстов из углеволокнистой ткани для кладки стен зданий из различных каменных материалов, возведенных в сейсмоопасных регионах // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2015. – № 3.