

Конструктивные решения по усилению сжатых каменных конструкций

Елец А.Н.

(Научный руководитель – Гринев В. В.)

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь

Большое количество зданий и сооружений в нашей стране, возведенные еще во времена Советского Союза, выполнены с несущими и ограждающими каменными конструкциями. Общее техническое состояние этих зданий может сильно различаться: от хорошего и удовлетворительного до предаварийного и аварийного. Различное состояние, в котором пребывают каменные конструкции зданий, в первую очередь обусловлено различиями в подходах и организации их технической эксплуатации: условиями содержания помещений и своевременностью выполнения ремонтных работ.

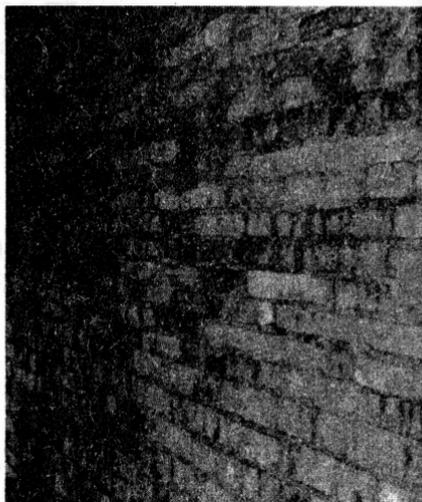


Рисунок 1. Морозное разрушение (размораживание) – один из наиболее распространенных дефектов каменных конструкций, подверженных периодическому увлажнению

Отдельные объекты сохранились до наших дней находящимися в стадии незавершенного строительства. По отношению к ним встает

справедливый вопрос технического состояния каменных конструкций, находившихся долгое время под прямыми атмосферными воздействиями. Зачастую необходимо оценить остаточную несущую способность конструктивных элементов с дефектами и повреждениями (см. рисунок 1) для принятия решения о возможности их использования при дальнейшей эксплуатации. В большинстве случаев обязательным условием применения по назначению данных конструкций является их усиление. При этом, усиление может быть выполнено самыми разнообразными способами, в зависимости от решения конструктора.

Существует большое количество вариантов усиления каменных конструкций, разработанных еще много лет назад, но применяемых и в настоящее время. Наиболее распространенными классическими способами усиления несущих каменных конструкций (стен, простенков, столбов) являются:

1. Усиление стальными тяжами, жесткими накладками и подвешением разгрузочных балок.
2. Усиление стальными обоймами (рисунок 2, а).
3. Усиление железобетонными обоймами (рисунок 2, б).

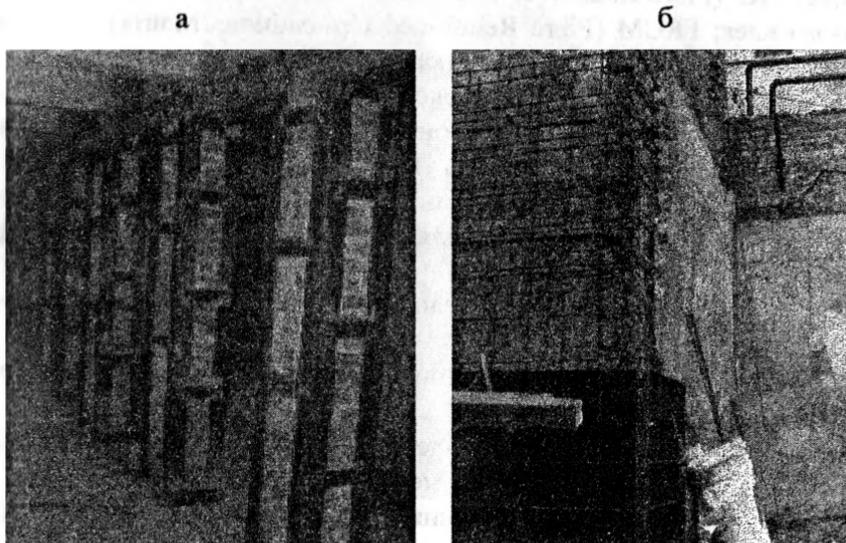


Рисунок 2. Наиболее распространенные способы усиления каменных конструкций:
а – стальной обоймой; б – железобетонной обоймой

Однако классическим методам присущ ряд недостатков:

1. Высокая трудоемкость исполнения работ по усилению.
2. Сложность выполнения работ по усилению в условиях эксплуатируемых объектов.
3. Достаточно высокая стоимость стальных элементов усиления.
4. Значительный вес элементов усиления, утяжеляющих усиливаемые конструкции.
5. Сложно добиться быстрого включения в работу элементов усиления, что, как правило, происходит уже при наступлении предельных состояний.

С развитием новых технологий наряду с классическими способами усиления каменных конструкций появились и альтернативные: усиление системами внешнего армирования на основе композитных материалов. Этот способ заключается в применении углеродных лент, сеток, ламелей, которые наносятся на поверхность усиливаемых конструкций, как правило, с использованием эпоксидного клея, либо специального штукатурного состава (рисунок 3). В зарубежной практике данные способы усиления получили название: FRP (Fibre Reinforced Polymers) – при использовании эпоксидного клея; FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix) – при использовании специального штукатурного состава.

Сетки из углеродных волокон имеют следующие физические свойства (в зависимости от производителя): прочность на растяжение – 2800...4800 МПа; модуль упругости – 165...245 ГПа.

Основными преимуществами использования систем внешнего армирования из композитов для усиления каменных конструкций являются:

1. Простота технологии нанесения элементов усиления и, как следствие, снижение трудовых и временных затрат.
2. Возможность выполнения усиления без остановки технологических процессов в зданиях.
3. Малый удельный вес элементов усиления, которые практически не утяжеляют усиливаемые конструкции.
4. Близкие деформационные характеристики армирующих слоев с кирпичной кладкой: модуль упругости, коэффициент температурного расширения.
5. Хорошая коррозионная стойкость композитов.

6. Возможность применения на конструктивных элементах практически любой формы и очертания.

а



б

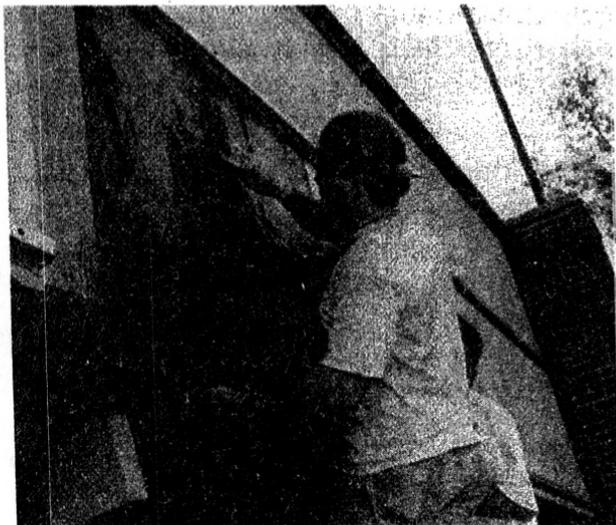


Рисунок 3. Усиление каменных конструкций системами внешнего армирования на основе композитных материалов: а – FRCM (Fibre Reinforced Cementitious Matrix); б – FRP (Fibre Reinforced Polymers)

Данный способ применим также для усиления железобетонных, металлических и деревянных конструкций, широко используется при сейсмоусилении. Эффективность использования данного вида усиления каменных конструкций подтверждается проведенными многочисленными исследованиями и испытаниями (рис. 4, [1]).

Результаты проведенных испытаний показывают, что несущая способность кирпичных столбов, стен и простенков, усиленных внешним армированием (бандажами) из углеволокнистой ткани, увеличивается по сравнению с не усиленными образцами в 1,33–2,6 раза в зависимости от шага бандажей по высоте.

В заключение, необходимо отметить, что мировое сообщество неуклонно следует за бурно развивающимися новыми технологиями. Технология усиления каменных конструкций, основанная на использовании композитных материалов, опробованная на многих объектах и исследуемая в последнее время, в целом, оправдала ожидания, показав надежность и высокую эффективность. Таким образом, ее повсеместное применение, является лишь вопросом времени.

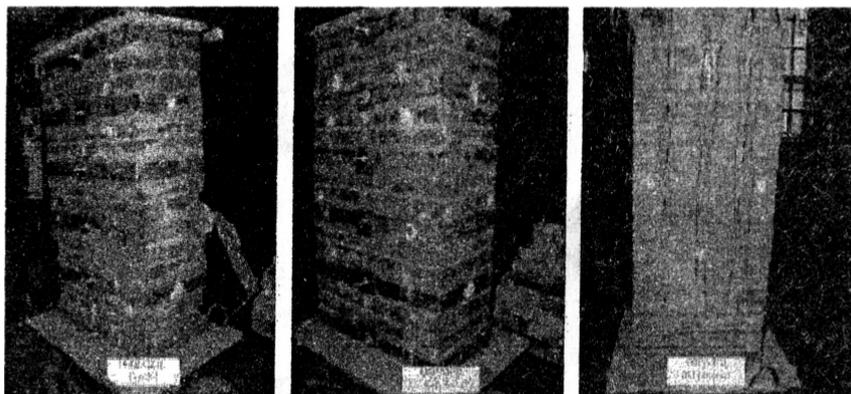


Рисунок 4. Испытание кирпичных столбов, усиленных внешним армированием (бандажами) из углеволокна

ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-технический отчет по теме «Провести экспериментальные исследования прочности и деформативности кирпичных

стен и стен из ячеистобетонных блоков, усиленных с помощью материалов фирмы «BASF» и разработать рекомендации по их применению при строительстве в районах РФ с сейсмичности 7-9 баллов», ОАО «НИЦ Строительство» ЦНИИК им. В.А. Кучеренко. – М., 2010 – С.184.

2. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81. – Введ. 31.31.81. – М.: Стройиздат, 1983 – С.39.
1. Альбом конструктивных решений по сейсмоусилению элементов зданий с несущими стенами из каменной кладки композитными материалами FibARM на основе углеродного волокна. Федеральный центр науки и высоких технологий – М.:, 2012 – С.93.
4. Система внешнего армирования из полимерных композитов FibARM для ремонта и усиления строительных конструкций. Общие требования. Технология устройства: СТО2256-002-2011. – М.: ЗАО «Препрег-СКМ», 2011 – С.54.