

- Приборостроительный завод в г. Знаменка. На данном объекте успешно произведена работа по демонтажу железобетонных плит покрытия и металлических конструкций фонаря. После демонтажа металлического фонаря железобетонные плиты фонаря, уложенные на существующие плиты покрытия, были смонтированы повторно над фонарными проемами. Количество плит - 30 штук.

- Завод им. Фрунзе в г. Константиновка (Донбасс). Многопролетное здание, плиты 1,5x6 в количестве 180 шт. Вытяжная труба в районе пролета вертолета осложняла безопасную работу. Было принято одно единственное правильное техническое решение – сдвигка плит на безопасное расстояние от трубы по верхним поясам ферм, что обеспечило нормальную работу вертолета. На этом объекте опробованы все операции и детали массовой замены, потерявших несущую способность железобетонных плит покрытия.

- Металлургический завод (г. Енакиев), металлургический комбинат (г. Алчевск). На прокатных станах этих заводов произведена замена кровельных плит общим объемом более 70 тыс. м² кровли. При этом достигнуты значительные результаты по темпам производства строительно-монтажных работ при замене плит покрытия, а также стоимости работ по сравнению с традиционными методами монтажа. Достаточно привести такие данные: сроки замены плит покрытия на металлические щиты общей площадью 3 тыс. м² составили 7 рабочих смен при работе вертолета с двумя чередующимися экипажами. Такие же работы традиционным методом занимают 7 месяцев. Стоимость работ при использовании вертолетной технологии в 1,5...1,3 ниже стоимости работ традиционным методом. При этом следует учесть, что все вышеуказанные работы выполнялись в условиях непрерывности технологических процессов по выплавке и прокатке стали! Т.е. так называемая «упущенная выгода» была вне всякой конкуренции.

- ТЭЦ Лисичанского нефтеперерабатывающего завода. Особенностью замены железобетонных плит на данном объекте являлось то, что их вес составлял более 8 тонн, а габариты (размер плиты) 3x12 м. Учитывая грузоподъемность вертолета Ми-8МТВ, составляющую три тонны, был разработан специальный проект согласно которому такая плита путем расчленения, делилась на части, непрерывающие грузоподъемность вертолета.

Кроме основного направления строительно-монтажных работ с использованием вертолетов по замене аварийных железобетонных плит были выполнены следующие работы:

1. Демонтаж и монтаж выгранок на чугунолитейных производствах.
2. Монтаж и демонтаж высотных сооружений, в том числе линий ЛЭП, мачт и башен, вытяжных труб.
3. Транспорт не габаритных грузов, в том числе транспортировка изделия «х» размером 37x7 и весом 20 тонн, начало космического проекта «воздушный старт».

Усовершенствование вертолетной техники

При массовых операциях при подъеме, укладке плит и щитов с использованием серийного вертолета Ми-8 возникла проблема в увеличении времени при наведении на место «посадки» груза. Все дело в том, что летчик не видит, сидя в передней кабине, груз перед собой. «Наводку», как и все

другие команды, передает пилоту бортмеханик, лежащий на полу, наблюдающий за процессом и передающий по радию команды пилоту. Все перемещения груза происходят синхронно с перемещением вертолета.

По предложению монтажников в КБ им. Миля (в Москве) была запроектирована и изготовлена дополнительная съемная кабина управления, которая устанавливалась в месте задних створок вертолета. Кабина имела автономное управление и летчик, уже видя груз, управляет перемещением вертолета. Это был настоящий прорыв в технологиях с применением вертолетов при строительно-монтажных работах.

Была решена и проблема по стабилизации и ориентации груза в пространстве путем создания «Системы ориентации». Таким образом, две системы усовершенствования и модернизации вертолетов – дополнительная кабина и система ориентации – дали мощный толчок в дальнейшем применении вертолетов для выполнения строительно-монтажных работ.

УДК 624.131

РАСЧЕТ УСИЛЕННЫХ КАМЕННЫХ ПРОСТЕНКОВ

*П.В. Кокшувев, А.И. Марков
ООО „Настрой“, г. Запорожье*

Известны случаи обрушения каменных зданий, которые эксплуатировались длительное время. При анализе было установлено, что здания обрушались из-за:

- снижения прочности кладки в результате атмосферных воздействий,
- неравномерных осадок оснований,
- непродуманной реконструкции,
- увеличения нагрузок и других причин.

Для предотвращения обрушения стен каменных зданий в необходимых случаях выполняется усиление перегруженных простенков. Необходимость усиления оценивается по анализу образования трещин, испытанием неразрушающими методами и прочностными расчетами.

Усиление простенков выполняется обычно металлическими и железобетонными обоями [1, 2, 3]. Это усиление ограничивает возможность расширения кладки в горизонтальном направлении. За счет сдерживающего влияния конструкции усиления увеличивается несущая способность простенка на сжатие.

Впервые в СССР исследование прочности кладки, усиленной обоймой, были проведены в 1936 г. [1]. Кирпичные столбы сечением 51 x 51 см заключали в обойму из вертикальных уголков, поставленных на растворе по углам столба. Уголки через каждые 45 см по высоте соединяли планками из полосовой стали сечением 50 x 10 мм. Вертикальное усиление от пресса непосредственно на уголки не передавалось. Такой тип обоймы дал повышение прочности кладки на 77%.

В 40 – 50е годы были проведены испытания столбов, усиленных железобетонной обоймой. Было испытано 42 столба сечением 25 x 25 см и 59 кирпичных столбов сечением 38 x 38, 38 x 51 и 38 x 77 см [2, 3].

Усиливались столбы: армированной штукатуркой, железобетонной обоймой, предварительно разрушенные, а затем усиленные железобетонной обоймой. В железобетонных штукатурных обоймах изменялось поперечное армирование от 0,3 – 1,45%. При испытании было установлено, что железобетонные и армированные штукатурные обоймы дают значительное увеличение прочности в 2 – 2,5 раза.

Кирпичные столбы, предварительно разрушенные, а затем усиленные обоймами и вновь испытанные, не только полностью восстанавливают свою несущую способность, но при железобетонной обойме показали даже увеличение несущей способности на 12,7% по сравнению с первоначальной не разрушенной эталонной кладкой.

Определенную часть нагрузки воспринимает и обойма, которая включается в работу при развитии деформаций кладки. В действующих нормативных документах приведен упрощенный способ расчета усиленных простенков. Этот способ был разработан на основе натурных испытаний простенков в ЦНИИПСе.

На основании этих испытаний был разработан метод определения несущей способности, который применяется и в настоящее время [4]. При железобетонной обойме

$$N \leq \varphi \varphi m_g \left[\left(\gamma R + \eta \frac{3\mu}{1+\mu} \times \frac{R_{sw}}{100} \right) A + \gamma_b R_b A_b + R_{sc} A_s \right];$$

при стальной обойме

$$N \leq \varphi \varphi m_g \left[\left(\gamma_k R + \eta \frac{2.5\mu}{1+2.5\mu} \times \frac{R_{sw}}{100} \right) A + R_{sc} A_s \right].$$

Значения коэффициентов φ и η принимают:

при центральном сжатии $\varphi = 1$ и $\eta = 1$.

Процент армирования μ определяют по формуле

$$\mu = \frac{2A_{sw}(h+b)}{hbs} 100\%$$

В формулах приняты следующие обозначения:

A – площадь сечения усиливаемой кладки;

A_s – то же, продольных уголков стальной обоймы или продольной арматуры железобетонной обоймы;

A_{sw} – то же, хомута или поперечной полосы;

A_b – то же, бетона обоймы, заключенной между хомутами и кладкой (без учета защитного слоя);

γ_k – коэффициент условий работы кладки, принимаемый равным 1 при передаче нагрузки на обойму и наличии опоры под обоймой, 0,7 – при передаче нагрузки на обойму и отсутствии опоры под обоймой и 0,35 – при передаче нагрузки только через кладку и отсутствии опоры под обоймой;

R_{sw} – расчетное сопротивление поперечной арматуры обоймы.

В рекомендациях, разработанных по результатам испытаний, на долю несущей способности, обуславливаемую продольной арматурой, предлагалось

вводить коэффициент $\gamma_k = 0,24$. Величина этого коэффициента определена на основании испытаний столбов, у которых давление не передается на обойму. В последующих публикациях этот коэффициент не полного использования несущей способности продольной арматуры не применяется.

Наличие трещин в кладке предлагается учитывать введением коэффициента $\gamma_k = 0,7$ [5]. Вместе с тем, во многих рекомендациях, в том числе и недавно изданных российских нормах, предлагается более подробно учитывать повреждения конструкций.

По рекомендациям, составленным в 1986г., несущая способность сжатых столбов может быть снижена до нуля в зависимости от толщины швов, дефектов перевязки, заполнения швов раствором, характера трещин и увлажнения кладки [7].

Несмотря на то, что относительно подробно регламентирован учет поврежденных кладки, практически выполнять расчет достаточно сложно. Кроме того, имеются некоторые противоречия в рекомендуемых формулах и коэффициентах [4,6,7,8].

Если следовать рекомендациям [8], то количество простенков, которые необходимо усилить будет достаточно большим. В условиях просадочных грунтов у 10 – 15% всех зданий, построенных без специальной защиты от просадки, простенки имеют трещины. На рис.1 показаны простенки, которые длительное время эксплуатируются без усиления. Усиление всех простенков с трещинами потребует затрат значительных средств. Необходим более глубокий анализ работы стен каменных зданий.



А)



Б)

Рис.1 Трещины в кирпичных стенах (А- повреждение простенка от неравномерных осадок; Б- образование трещин от сжатия)

В настоящее время большая часть прочностных расчетов различных конструкций выполняется по программам, основанным на методе конечных элементов (МКЭ). При этом рассматривается не только упругая работа материала, но и пластическое деформирование, образование трещин и т. п.

Представляет интерес определение напряженно-деформированного состояния и несущей способности усиленных кирпичных столбов по имеющимся программам МКЭ. Если будет доказано, что такие расчеты адекватны проведенным испытаниям, то их можно использовать в практике проектирования усиления. Расчеты по МКЭ имеют определенные преимущества в возможности более точного учета местных повреждений, усилений и других особенностей.

По некоторым современным программам можно определять напряженное состояние в конструкциях, выполненных из материала слабо сопротивляющегося напряжению и имеющего армирование. Расчет выполняется с учетом нелинейной работы и образования трещин. [7] Выполнены расчеты по двум схемам усиления кирпичных столбов:

- обрмление стальными элементами,
- устройством железобетонной обоймы.

Кроме того, кирпичный столб был рассчитан без усиления и с сетчатым армированием. В качестве показателя эффективности усиления использовалось отношение предельной несущей способности усиленной конструкции к величине несущей способности не усиленного столба.

Объем простенка с различными соответствующими жесткостями разбит на 9248 конечных элементов. Железобетонная обойма моделировалась также объемными элементами. Учитывалась продольная и поперечная арматура, стальная обойма моделировалась пластинами толщиной 6 мм. Взаимодействие кирпичного простенка с обоймами осуществлялось при помощи специальных контактных элементов «Зазор-трение» (Рис.2), передающих нормальные к граням усилия в полном объеме, а касательные - с ограничением по несущей способности.

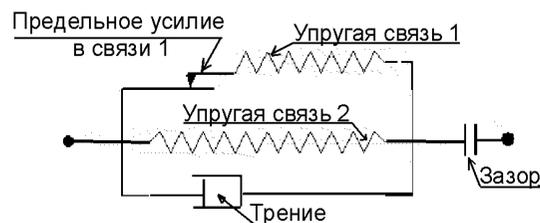


Рис. 2. Схема элемента «Зазор - трение»

Поперечное армирование моделировалось слоем элементов, имеющих армирование в соответствующем направлении. Нагрузка прикладывалась только на верхнюю плоскость кладки. Все узлы по нижней плоскости кладки закреплены от горизонтальных и вертикальных смещений. Расчетные схемы решенных задач показаны на рис.3

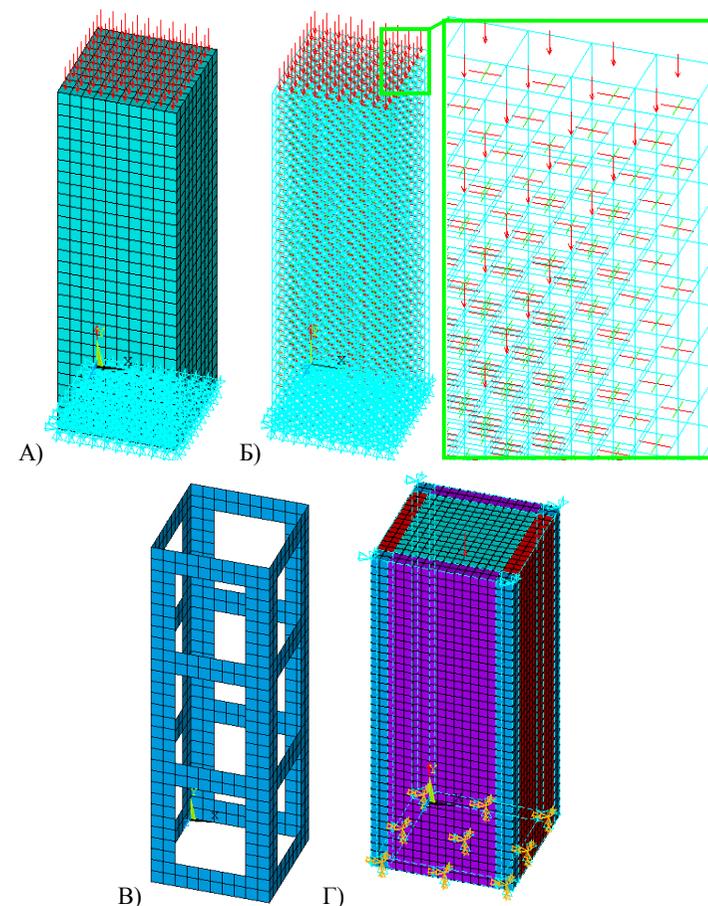


Рис.3 Расчетные схемы (А- не усиленный простенок; Б- простенок с армированием; В- простенок усиленный стальной обоймой; Г- простенок усиленный железобетонной обоймой)

В результате расчета получено напряженно-деформированное состояние на всей последовательности нагружений. По расчету разрушение происходит от раздробления кладки, а усилия в обоймах не достигают предельных величин. Полученное по расчету увеличение несущей способности простенка составило при:

- устройстве армированной обоймы 204,8%
- стальной обоймы 87,1%
- при поперечном армировании сеткой 80,6%

Полученное увеличение несущей способности не противоречит результатам испытаний.

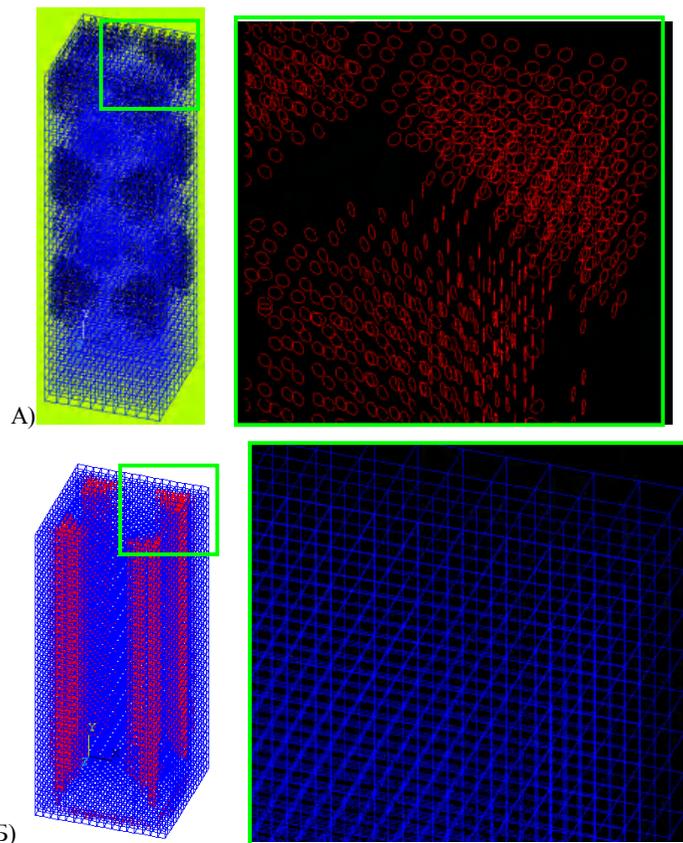


Рис.4 Трещины раскрывающиеся в усиленных простенках (А-- простенок усиленный стальной обоймой; Б- простенок усиленный железобетонной обоймой)

ВЫВОДЫ:

1. Проведенный анализ показал, что применение современных программ позволяет определять несущую способность элементов каменных конструкций при различных усилениях и повреждениях.
2. Имеющиеся рекомендации по учету работы продольной арматуры и металлоконструкций усиления нуждаются в уточнении.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Камейко В. А. Прочность при сжатии кирпичной кладки с косвенным сетчатым армированием. Сб. «Экспериментальные исследования каменных конструкций». Стройиздат, 1939г.
2. Камейко В. А. Экспериментальное исследование прочности армированных кирпичных столбов. Сб. «Исследования каменных конструкций». Стройиздат, 1949.
3. Камейко В. А. Квитницкий Р. Н. Прочность кирпичной кладки, включенной в обойму. Сб. «Исследование каменных конструкций. Госстройиздат», 1952.
4. Вахненко П. Ф. Каменные и армокаменные конструкции. – 2е изд., перераб. И доп. – К. Будивельных, 1990. – 184 с.
5. Справочник проектировщика «Каменные и армокаменные конструкции» С.А. Семенцов Стройиздат Москва 1968г. -176с.
6. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. : М. Правительство Москвы МОСКОМАРХИТЕКТУРА 1998г.
7. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий/ЦНИИСК им.Кучеренко.-М.,1988.-57с.
8. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель та споруд.Київ.1997. – 146с.
9. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений/ ЦНИИСК им.Кучеренко.- М.:Стройиздат.1984.-36с.

УДК 620.179

ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*В.В. Колохов, к.т.н., доц., Н.В. Савицкий, д.т.н., проф.
Полтавская государственная академия строительства и архитектуры*

Процесс строительства зданий и сооружений, включающий в себя проектирование, возведения и сдачу объекта в эксплуатацию, опирается на существующую нормативную базу, регламентирующую основные качественно - количественные параметры строительных материалов и конструкций основывается на пооперационном контроле производства работ и констатации качества на этапе ввода в эксплуатацию. В последующем, плановые или внеочередные осмотры технического состояния конструкций, определение возможности реконструкции или ремонта, оценка последствий повреждений конструкций при различных воздействиях потребовали создания