

размещение при разном количестве выпусков арматуры колонн.

На основе проведенных исследований и обобщения эффективности вакуумной обработки отдельных участков бетонированных конструкций установлено, что при одинаковых исходных характеристиках бетонных смесей вакуумная обработка густоармированных участков способствует уменьшению пористости, более плотному сцеплению бетона с арматурой, повышению прочности и трещиностойкости конструкции; при устройстве рабочего шва плиты перекрытия повышается однородность структуры бетона, обеспечивается совместная работа ранее и свежееуложенного бетона, увеличиваются показатели прочности и трещиностойкости.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Высотные здания Харькова. Построенные и возводимые объекты [Электронный ресурс] –Резим доступа: <http://stroyobzor.ua/article/7904>.
2. Плясунов Е.Г. Бескапитальный стык колонны и перекрытия с комбинированным армированием в монолитном железобетонном безбалочном каркасе: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 19.12.2006/ Е.Г.Плясунов; Красноярский ГАСА. –К., 2006.- 20 с.
3. Котляр Н.И., Рощина Н.М., Соколенко Н.В. Технологические решения локального вакуумирования плит перекрытия каркасно-монолитных зданий//Науковий вісник будівництва. – ISSN 2311-7257, –2014. –Вип. №1(75).-С.47-50.
4. Разработка методики расчета и конструирования монолитных железобетонных безбалочных перекрытий, фундаментных плит и ростверков на продавливание/ НИИЖБ. – Москва, 2002.
5. Вакуумирование в технологии строительного производства/Гос. Комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР; сост Л.А.Полонский. –Москва, 1978–37с.
6. Атаев С.С. Технология индустриального строительства из монолитного бетона. / С.С. Атаев – М. Стройиздат, 1989. – 336 с.

УДК 69.059

**Алиа Мохамад Гияс**

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

### **ОСОБЕННОСТИ УСИЛЕНИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ СИРИИ**

Стены, являясь одним из основных конструктивных элементов здания, выполняют несущую и ограждающую функцию. Большинство сохранившихся памятников архитектуры выполнены из каменных конструкций. Необходимость усиления каменных стен, столбов, и т.д. возникает при повреждениях кладки, растесках проемов, ликвидации промежуточных перекрытий, увеличении нагрузок, наличии трещин, структурном разрушении кладки и т.д. Следствием каждой из причин становится перегрузка рабочих сечений кладки.

Памятники архитектуры Сирии можно разделить на две основные группы:

1) жесткие массивные сооружения (мечети, крепости и др.); 2) гибкие, небольшие в плане, высокие сооружения (минареты, колокольни церквей и др.).

Наличные сырьевые ресурсы и природно-климатические условия местности определили конструктивные устройства и в какой-то степени архитектурный облик сооружения древнего зодчества Сирии. В качестве стеновых материалов широко используют природные материалы: камни вулканического происхождения (гранит, базальт, асванский камень и др.), осадочные породы (известняк, доломит, гипс), метаморфические породы (глинистые сланцы, мраморы и др.). Во многих случаях для стен древних зданий и сооружений использовали обожженный и необожженный кирпич. Вяжущими в кладках из обожженного кирпича была глина, известь и местный алебастр (гипс). Каменные столбы в виде промежуточных опор применяли чаще всего с материалами, обладающими пластическими свойствами. В колоннадах

## **БУДІВНИЦТВО**

античного періода (Пальмира, Босра и др.) обычно использовали массивные столбы диаметром 500...600 мм из цельного камня или цилиндров высотой 1000...1200 мм, уложенных по глиняному раствору. Кладка на глиняном растворе, приготовленном из выдержанного материала устойчива и надежна. В глиняные растворы добавляли песок, известь или гипс [3].

Применение эластичных растворов является одним из действенных методов предохранения каменных конструкций от разрушения при сейсмических воздействиях.

Известно, что долговечность цельного камня (гранита, базальта, мрамора), составляющего колонны, всегда выше, чем раствора, подвергающегося во времени выщелачиванию, вымыванию и выветриванию.

Дефекты каменных конструкций зданий и сооружений классифицируют по следующим основным видам: 1) деформации стен (прогибы, отклонения от вертикали); 2) сколы, раковины, выбоины и другие нарушения сплошности кладки; 3) увлажнение кладки стен, выветривание и вымывание раствора; 4) повреждение защитных и отделочных слоев; 5) разрушение несущего слоя стен и столбов.

Одним из наиболее опасных факторов разрушения древних памятников следует считать увлажнение несущих стен, особенно известняковых. Содержащая минеральные соли вода проникает через поры камня и при испарении соли остаются либо на поверхности камня, либо внутри, в порах. Это приводит к осолонению камня с последующим раскалыванием или расслоением (рис.1).

Также очень губительными оказываются и выветривание стен, которое приводит к образованию песка на поверхности, оголению структуры камня и прогрессирующему разрушению стен и колон (рис.2).

Очень большой урон каменным стенам памятников архитектуры наносят лишайники и мхи, вызывающие биологическое разрушение камня. Еще большую опасность представляет появление на стенах кустарников и даже небольших деревьев (рис.3).

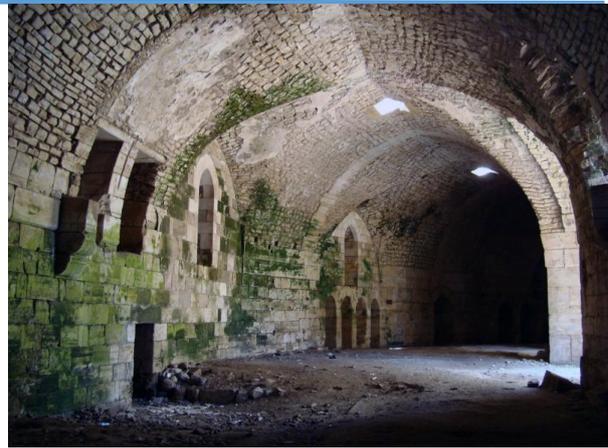


Рис.1 - Каменные своды большого зала крепости Аль-Хосн разрушающиеся в результате просачивания воды.



Рис.2 - Разрушение колонн Пальмиры выветриванием.

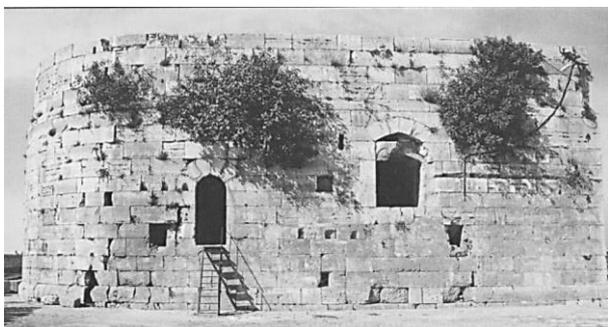


Рис.3 - Биологическое разрушение каменной кладки башни Монфре (крепость Аль-Хосн)

Также, часто деформации древних зданий и сооружений возникают в результате неравномерности осадки оснований и фундаментов, приводят к нарушению сплошности строительных конструкций и появлению в них полостей разрыва, что способствует развитию эрозионных процессов в конструкционных материалах, потере прочности и разрушению строительных конструкций (рис.4).



Рис.4 - Разрушение каменной кладки вследствие осадки основания (Босра)

Несущую способность каменных конструкций определяют с учетом выявленных в процессе обследования дефектов и повреждений и фактических значений прочности камней, раствора и арматуры.

Фактическую несущую способность обследуемой конструкции  $\Phi$  с учетом указанных факторов вычисляют по формуле [1]:

$$\Phi = N \cdot k_{mc}, \quad (1)$$

где  $N$  – расчетная несущая способность конструкций;  $k_{mc}$  – коэффициент снижения несущей способности каменных конструкций при наличии стабилизировавшихся во времени повреждений и деформаций принимается для сильно увлажненной или насыщенной водой кладки из кирпича  $k_{mc}=0,85$ , из природных камней осадочного происхождения (известняка, песчаника)  $k_{mc}= 0,8$  [1].

Поврежденные каменные и армокаменные конструкции подлежат конструктивному усилению, если их несущая способность с учетом коэффициента допускаемой перегрузки недостаточна для восприятия действующих или предполагаемых проектом реконструкции нагрузок, т.е. при условии, если:

$$F > \Phi \cdot n_{ng}, \quad (2)$$

где,  $F$  – нагрузка действующая на рассматриваемую конструкцию;  $n_{ng}$  - коэффициент допустимой перегрузки принимаемый равным 1,15.

Усиление и восстановление элементов каменных конструкций может быть выполнено путем инъектирования, устройства различных обойм, увеличением сечения столбов или простенков, заменой кирпич-

ных надпроемных перемычек на железобетонные или металлические, установкой систем металлических тяжей и накладок и др.

В связи с тем, что каменные конструкции испытывают в основном сжимающие усилия, наиболее эффективным способом их усиления является устройство стальных, железобетонных и армированных растворных обойм.

Каменная кладка в обойме работает в условиях всестороннего сжатия, при этом ее поперечные деформации значительно уменьшаются и, как следствие, существенно увеличивается сопротивление продольной силе.

Для обеспечения включения обоймы в работу кладки необходимо тщательно зачеканивать или инжектировать зазоры между стальными элементами обоймы и каменной кладкой цементным раствором.

Этот метод применяли при усилении колонн Дворцового зала в Цитадели Дамаска (рис.4).



Рис.4 - Усиление колонны в Дворцовом зале цитадели Дамаска: 1 – металлические хомуты, 2 – заделка трещин.

В данном случае колонну Цитадели Дамаска эффективнее усилить полимерными композиционными материалами (ПКМ) из стеклянных или углеродных волокон на эпоксидной основе, т.е. стеклопластиковыми или углепластиковыми (рис.5).

Перечисленные традиционные способы усиления кирпичных стен обладают рядом недостатков. Наиболее существенным из них является значительная масса самих систем усиления, нагрузка от которых передается на нижележащие конструкции и фундаменты. Другие недостатки включают

## БУДІВНИЦТВО

уменьшение внутренних размеров помещений, относительно высокую материалоемкость и длительные сроки производства работ по усилению.



Рис.5 - Усиление колонны композитными материалами: 1 – колонна, 2 – усиливающая лента

Применение композитных материалов позволяет преодолеть все вышеуказанные проблемы, т.к. они обладают высокой прочностью при небольшом собственном весе, практически не подвержены коррозии и поэтому долговечны. Производство работ по усилению значительно ускоряется в связи с компактностью и легкостью самой системы усиления. Во многих случаях работы могут проводиться без остановки производства. Учитывая это, усиление из ПКМ идеально подходит для сооружений, находящихся в аварийном состоянии, включая памятники архитектуры.

Причинами, вызывающими потребность в усилении неармированных каменных конструкций, могут явиться ошибки при проектировании или перегрузке, сильные вибрации, естественное старение материалов, неравномерная осадка, значительные деформации в плоскости стен или их выпучивание при землетрясении. Значительным преимуществом применения ПКМ в данном случае является минимальное увеличение собственного веса и жесткости конструкции, поэтому не изменяются ее динамические характеристики. Пластики, армированные волокнами, для усиления конструкций поставляются обычно в виде тканей или лент.

Варианты нанесения усиливающих лент на стены показана на рис.6.

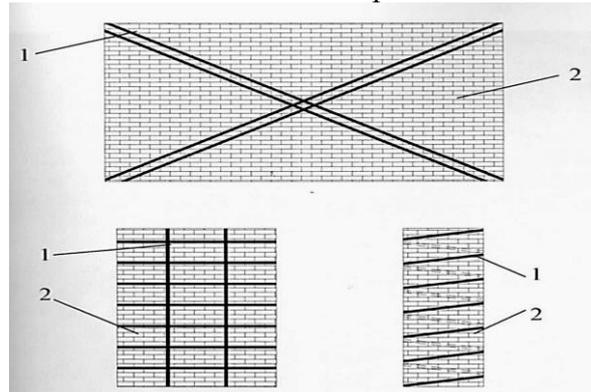


Рис.6 Варианты нанесения усиливающих лент на стены: 1 – лента усиления; 2 – кирпичная стена

Для усиления каменных конструкций чаще всего применяют ленты. Они представляют собой полностью готовые к применению многослойные ПКМ, свойства которых (толщина, ширина, процент содержания армирующего волокна) определены производителем. Исследования, проведенные за рубежом, показали, что разрушающая нагрузка усиленных ламинатами стен, нагруженных в своей плоскости, значительно увеличивается. Кроме того, характер разрушения становится более пластичным. Экспериментальные исследования работы каменных стен, нагруженных из плоскости, также продемонстрировали сильно увеличившуюся прочность при изгибе. Из этих данных следует, что решения на основе ПКМ могут быть успешно применены и для усиления на действие взрывной нагрузки.

Жесткость углеволокна определяют по формуле [2]:

$$R = \frac{A \cdot E}{l}, \quad (3)$$

где  $A$  - площадь сечения ленты,  $\text{м}^2$ ;  $E$  - модуль линейной упругости ленты,  $\text{МПа}$ ;  $l$  - длина ленты в границе конечного элемента,  $\text{м}$ .

Описанную технологию усиления пластика типа «Sika» можно успешно применять при восстановлении каменных конструкций (столбов, пилонов, простенков, а также каменных стен), поврежденных после просадки фундамента или имеющих отверстия в виде окон, арок, дверей.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Балушкин А.Л. Дефекты и повреждения железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Учеб. пособие / А.Л. Балушкин, Н.С. Сапрыкина. - Ярославль, 1996.-83 с.
2. Бедов А.И. Проектирование каменных и армокаменных конструкций: Учеб. пособие для студентов по спец. - М.: АВС, 2002. - 239 с.
3. Бедов А.И. Каменные и армокаменные конструкции. Проектирование, усиление и восстановление. — Уфа: , 2005. — 114 с.
4. Шилин А.А. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. - М.: Стройиздат, 2004. – 140с.
5. Барашиков А.Я. Способы восстановления и усиления оснований и несущих конструкций, применяемые при восстановлении памятников Сирии /Барашиков А.Я, Токатли Самир// «Ресурсоэкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». - Рівне: НУВГП, 2008. - Вип.16.- С. 306-311.
6. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуду України 2010р. – 107с.
7. عفيف البهنسي دمشق. البلاد العربية - تونس . 1981 - ص86
8. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. - М.: Стройиздат, 2004. – 140с.

УДК 69.058.4

**Наливайко Т.А., Чубукин Р.Ю.***Харьковский национальный университет строительства и архитектуры***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОСАДКАМИ КРУПНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

Для обеспечения безаварийной эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий, в частности предприятий повышенной опасности (металлургические, химические, энергетические) необходимо регулярное проведение их технических обследований.

Для наблюдения за деформациями (осадками) строительных конструкций на предприятии создается плано-высотная основа, опорные геодезические пункты и репера, относительно которых определяются деформации [2,4]. За последние десятилетия на большинстве предприятий работы по наблюдению за зданиями практически приостановлены [1,3]. Систематически нарушаются требования инструкций по эксплуатации зданий и сооружений. Обследования, проведенные на ряде предприятий показали: частично или полностью физически утрачена плано-высотная основа для наблюдения, из-за изменения собственника предприятия доступ к геодезическим пунктам ограничен, утрачены или подверглись существенной коррозии марки. Ремонт и реконструкция предприятий проводилась без учета возможности дальнейших наблюдений за осадками зданий. В результате в непосредственной близости от нивелирных

марок (на расстоянии до 0,5 м) часто установлены электрические шкафы, элементы технологического оборудования и строительных конструкций, что делает невозможной применение стандартной нивелирной рейки (рис. 1). Использование же комбинированных методов нивелирования (геометрическое, гидростатическое) приведет к повышению трудоемкости геодезических работ и снижению точности определения деформаций конструкций.

Решить рассмотренную проблему устранением имеющихся препятствий сложно т.к. перенос реперов в другое место связан с техническими трудностями и снижением информативности наблюдений за осадками зданий.

Существующие инварные нивелирные рейки, предназначенные для высокоточного нивелирования, бывают стандартных размеров 1, 2, 3 метра. Изменение их длины невозможно в связи с особенностями их конструкции - трудно обеспечить натяжение инварной полосы с усилием 100Н.

В настоящей работе рассматривается конструкция нивелирной рейки с изменяемой длиной для установки ее в нестандартных местах.