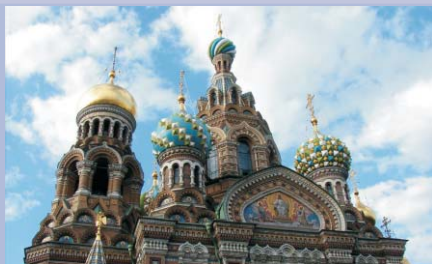


# ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

[www.interaqua.ru](http://www.interaqua.ru)



Инженерно-Производственный Центр

## ИнтерАква

115516, Москва, ул.Севанская, д 5, корп.1  
Тел.: (495) 223-23-85; Факс: (495) 322-54-51  
Email: [Inter-aqua@mtu-net.ru](mailto:Inter-aqua@mtu-net.ru)  
Сайт: [www.interaqua.biz](http://www.interaqua.biz)

member of American Concrete Institute





В связи с принятием правительством России и в городе Москве большой программы реставрации и восстановления памятников архитектуры весьма актуальным становится применение современных строительных технологий. Одним из этапов реставрации является работы по усилению каменных, деревянных и железобетонных конструкций.

В последнее годы стали доступны современные технологии ремонта и усиления конструкций, широко используемые за рубежом. В первую очередь это полимерцементные составы с высокой адгезией к "старому" бетону, мигрирующие ингибиторы коррозии арматуры, композитные материалы для усиления на основе углеродных или стеклянных волокон. Новые технологии позволили резко увеличить межремонтный период, выполнять ремонт и усиление конструкций в кратчайшие сроки, без увеличения постоянных нагрузок и объема внутренних помещений.

Метод усиления конструкций путем внешнего армирования композиционными материалами позволяет значительно (в некоторых случаях – кратно) повысить их несущую способность, трещиностойкость и жесткость.

Суть метода заключается в повышении (или восстановлении) прочности конструкции путем наклейки на ее поверхность полос высокопрочных материалов с помощью специальных адгезива и пропитывающих составов.

Следует отметить, что благодаря высоким физико-механическим характеристикам внешнего армирования усиливающие элементы практически не увеличивают вес конструкций (обычно, толщина усиливающих элементов не превышает 2-3 мм), а строительно-монтажные работы не требуют применения тяжелой строительной техники, не сопряжены с большими трудозатратами и сроками выполнения работ.

Следует отметить, что благодаря высоким физико-механическим характеристикам внешнего армирования усиливающие элементы практически не увеличивают вес конструкций (обычно, толщина усиливающих элементов не превышает 2-3 мм), а строительно-монтажные работы не требуют применения тяжелой строительной техники, не сопряжены с большими трудозатратами и сроками выполнения работ.



Используемые для ремонта и усиления конструкций композитные материалы на базе углеродных и стеклянных и других волокон можно подразделить на следующие группы:

1. формируемые непосредственно при производстве работ на поверхности конструкции с помощью лент из высокопрочных волокон;
2. ламинатов в основном из углеродных волокон заводского изготовления;
3. сеток из различных полимерных волокон.

В качестве адгезива и связующего для 1 и 2 группы используется специальные эпоксидные компаунды, а для группы 3 – полимерцементные смеси.

Первая группа основывается на применении углеродной ткани с расположением волокон в одном (однаправленные) или в двух (двухнаправленные) направлениях. При этом используется принцип внешнего армирования конструкций. Эти ткани поставляются в рулонах и применяются при т.н. "мокрое" способе. Они наклеиваются на поверхность восстанавливаемой или усиливаемой конструкции послойно с помощью специальных эпоксидных смол с пропиткой смолами каждого слоя, каждый формируется при отверждении смолы в естественных условиях (Рис. 1).

Композиты второй группы – жесткие (как правило, "однаправленные") полосы производятся в заводских условиях путем пропитки углеродной ткани в ванне с эпоксидным составом, формирования пакета из необходимого количества слоев пропитанной ткани и последующей его термообработкой до полного отверждения смолы. Полученные жесткие композиционные полосы называют "ламинатами". Ламинаты наклеивают на усиливаемую конструкцию одним слоем (так называемый "сухой" метод).

Стоимость ламинатов значительно выше стоимости тканей.

Возможности применения "мокрого" способа формирования композита шире, чем при использовании ламинатов, т.к. с помощью мягкой ткани можно легко выполнять даже сложные пространственные формы с объемным перераспределением усилий в восстанавливаемых элементах конструкций.



Рис.1. Усиление арочных конструкций композитными материалами



Усиление строительных конструкций композитными материалами во многих случаях оказывается экономически целесообразным, при этом значительно сокращается трудоемкость выполнения работ, по совокупности затрат оказывается более эффективным, чем традиционными методами.

Усиление конструкций сетками из высокопрочных волокон с использованием полимерцементных смесей позволяет отказаться от эпоксидных связующих, повысить огнестойкость системы усиления (Рис. 2).



Рис.2. Усиление кирпичного свода сетками из углеродных волокон



Рис.3. Усиление купола исторического здания в Дрездене полимерными сетками и полимерцементными смесями

Система усиления композитными материалами может быть применена на изгибаемых плитных и балочных конструкциях, колоннах, пилонах, арках, куполах, для ограничения раскрытия имеющих трещин, восстановления монолитности кирпичной кладки. Имеется опыт усиления конструкций храмов и исторических зданий (например, Троицкий собор XVIII века в Соликамске, часовня на Дмитровском шоссе в Москве, здание регистрационной палаты на улице Моховая в Москве (рис.3), здание на Чистопрудном бульваре конца 19 века в Москве - рис.4). Из зарубежных источников известна реставрация исторических зданий в Италии, пострадавших из-за чрезмерных осадок фундаментов (Palazzo dei Celestini и Giorgio Church) и Германии (рис.5).



Рис.4. Усиление железобетонных плит возведения 1898г. в здании-памятнике архитектуры по адресу: г.Москва. Чистопрудный бульвар д.6/19



Схема расположения элементов усиления трещин

Успех применения композитных материалов для усиления строительных конструкций зависит не только от выбора эффективных композитов, но, в значительной мере, от разрешения проблем совместности их работы с усиливаемой конструкцией. Это связано с выбором материалов и технологий для ремонта деструктивной поверхности конструкций из бетона, кирпичной кладки, обеспечивающих их высокую адгезию в "подложке". Ремонтный слой, в свою очередь, должен сам явиться надежным основанием для приклейки усиливающих композитных материалов и работать с ними совместно.

Вся система внешнего армирования защищается слоем полимерцементного раствора с высокой адгезией к поверхности композита. С помощью полимерцементных растворов удается эффективно решить задачи восстановления внутренней и наружной отделки зданий, ремонта гидроизоляции, защиты конструкций от агрессивного воздействия окружающей среды. По полимерцементной штукатурке в Храме Христа Спасителя успешно наносилась роспись. Полимерцементные смеси эффективно использованы для уплотнения старой кирпичной кладки стен и куполов нескольких реставрируемых храмов.

Гибкая технология применения композитных материалов для внешнего усиления конструкций позволяет решать задачи повышения несущей способности различных строительных

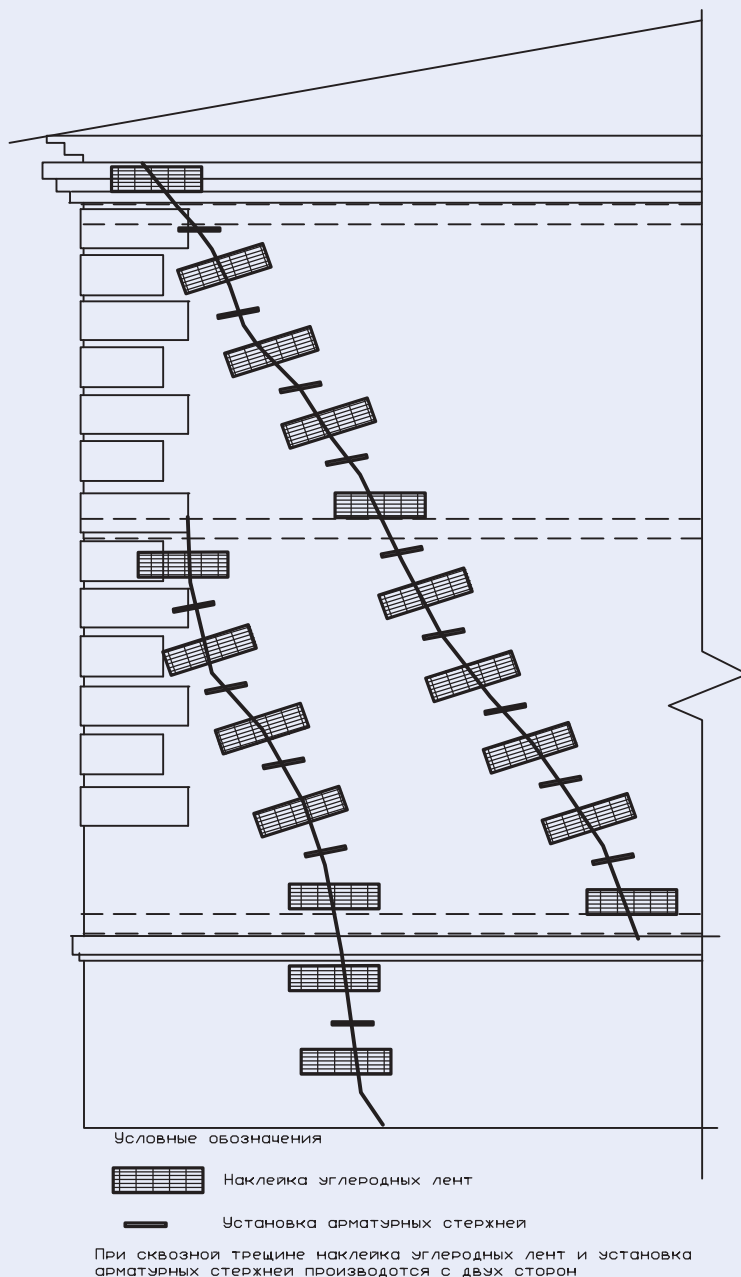


Рис.5. Усиление кирпичной кладки в историческом здании Московской регистрационной палаты г.Москва, ул.Моховая д.11

конструкций гражданского, промышленного, транспортного и др. назначений и безусловно поможет решить многие задачи восстановления и реставрации архитектурных памятников.