

УДК: 72.03

DOI: 10.52409/20731523_2023_4_96

EDN: HKFLOE



Фасады исторических зданий с каменной кладкой: обзор методов и способов реставрации

А.Г. Хабибулина¹, А.М. Сулейманов^{1,2}, Р.Н. Бабенко³

¹Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Российская Федерация

²Академия наук Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

³ООО «Баумит», г. Дубна, Российская Федерация

Аннотация. *Постановка задачи.* Актуальность исследования обусловлена тем, что каменные строительные конструкции, присутствующие в исторических памятниках, представляют собой один из фундаментальных элементов архитектурных зданий и сооружений. Эти объекты часто являются уникальными памятниками архитектуры и культурного наследия, отражающими исторические периоды и технологии прошлых эпох. Целью исследования является анализ современных методов и способов реставрации каменной кладки, их сравнение и оценка, а также определение оптимальных решений для восстановления и сохранения облика исторических зданий. Задачами исследования являются: обзор современных методов и способов восстановления фасадов исторических каменных зданий, включая анализ существующих подходов к реставрации и оценку их эффективности; анализ наиболее известных методов и способов реставрации с учетом физико-механических характеристик рассматриваемых типов строительных материалов; предложение рекомендаций по защите и реставрации поврежденных каменных фасадов объектов культурного наследия, с учетом действующих нормативных требований и стандартов.

Результат. Основным результатом исследования является, разработка комплексного подхода к восстановлению и реставрации поврежденных фасадов исторических каменных зданий.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитекторов и проектировщиков состоит в том, что они предоставляют конкретные и научно обоснованные рекомендации, которые помогут сохранить и восстановить исторические каменные здания с учетом их уникальных характеристик и соблюдением современных стандартов устойчивости и долговечности.

Ключевые слова: реставрация фасадов исторических каменных зданий, методы и способы реставрации, сохранение объектов культурного наследия

Для цитирования: Хабибулина А.Г., Сулейманов А.М., Бабенко Р.Н. Фасады исторических зданий с каменной кладкой: обзор методов и способов реставрации // Известия КГАСУ, 2023, № 4(66), с. 96-108, DOI: 10.52409/20731523_2023_4_96, EDN: HKFLOE

Facades of historic stone masonry buildings: a review of restoration methods and techniques

A.G. Khabibulina¹, A.M. Suleymanov^{1,2}, R.N. Babenko³

¹Kazan State University of Architecture and Engineering,
Kazan, Russian Federation

²Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

³LLC «Baumit», Dubna, Russian Federation

Abstract. *Problem statement.* The relevance of the study is due to the fact that stone building structures in historical places represent one of the fundamental elements of architectural buildings and structures. These objects are often unique monuments of architecture and cultural heritage, reflecting historical periods and technologies of past eras. The aim of the study is to analyze modern methods and techniques of masonry restoration, compare and evaluate them, and identify optimal solutions for restoring and preserving the appearance of historic buildings. The objectives of the study are to review modern methods and techniques of restoration of the facades of historic masonry buildings, including analysis of existing restoration approaches and assessment of their effectiveness; to analyze the best known restoration methods and techniques, taking into account the physical and mechanical characteristics of the considered types of building materials; to propose recommendations for the protection and restoration of damaged masonry facades of cultural heritage objects, taking into account the current regulatory requirements and standards.

Results. The main result of the study is the development of an integrated approach to the restoration and rehabilitation of damaged facades of historic stone buildings.

Conclusions. The significance of the findings for architects and project designers is that they provide specific and science-based recommendations that will help preserve and restore historic masonry buildings while respecting their unique characteristics and meeting modern standards of sustainability and durability.

Keywords: restoration of facades of historic stone buildings, restoration methods and techniques, preservation of cultural heritage objects

For citation: Khabibulina A.G., Suleymanov A.M., Babenko R.N. Facades of historic stone masonry buildings: a review of restoration methods and techniques // News KSUAE, 2023, № 4(66), p. 96-108, DOI: 10.52409/20731523_2023_4_96, EDN: HKFLOE

1. Введение

Каменные фасады исторических зданий являются важной составляющей городского ландшафта и представляют собой уникальный архитектурный облик, который формирует идентичность городов и стран. Наиболее распространенные строительные материалы, использовавшиеся для создания фасадной части значимых исторических зданий, включают природный камень и кирпич. В качестве облицовки также могли использовать декоративную керамическую плитку и штукатурный слой [1-3]. Конкретный выбор материала зависел от многих факторов, включая доступность ресурсов, климатические условия и технологические возможности того времени. С течением времени, воздействие атмосферных явлений, антропогенных факторов и других причин приводит к разрушению каменной или штукатурной отделки и утрате ее первоначального вида [4-6]. В результате возникает необходимость в проведении реставрационных и консервационных работ, направленных на восстановление и сохранение облика исторических памятников архитектуры [7].

В данной статье представлен обзор методов и способов реставрации фасадов исторических зданий с каменной кладкой. В настоящее время существует множество методов работы с каменной кладкой, таких как консервация, ремонт, реконструкция и

восстановление¹. Выбор метода зависит от состояния здания, характера дефектов и требований к его будущему использованию. Важной составляющей реставрации фасадов с каменной кладкой является оценка прочности и долговечности материалов. В рамках данной статьи рассмотрены вопросы, связанные с характеристиками и свойствами каменных материалов, а также методами и способами их восстановления.

Один из основных принципов реставрации заключается в сохранении оригинальных элементов фасада. Это может включать в себя консервацию каменной кладки путем удаления загрязнений и восстановления разрушенных элементов, а также ремонт трещин и сколов. Для восстановления утраченных элементов могут использоваться современные материалы, имитирующие внешний вид и свойства исторической каменной кладки [8, 9].

В статье рассматривается вопрос выбора материалов для реставрации, включая различные виды камня, растворы и лакокрасочные материалы. Особый акцент делается на внедрении инновационных технологий и материалов в реставрационный процесс. При реставрации каменной кладки необходимо учитывать специфические особенности растворных смесей. Важно подбирать растворы, максимально приближенные к историческим образцам, чтобы достичь прочной связи между современным и исходными растворами. Учет особенностей материалов и их взаимодействия друг с другом является ключевым фактором, обеспечивающим долговечность и надежность реставрации [10-12].

Каждый проект реставрации исторических фасадов уникален, соответственно методы и способы будут различаться в зависимости от состояния здания, его истории и оригинальных строительных материалов. Важно учесть, что восстановление исторических фасадов требует тщательного исследования и сохранения архитектурной значимости здания.

Целью данного исследования является анализ современных методов реставрации каменной кладки, их сравнение и оценка, а также определение оптимальных решений для восстановления и сохранения облика исторических зданий.

Задачи исследования включают в себя:

- обзор современных методов и способов восстановления фасадов исторических каменных зданий, включая анализ существующих подходов к реставрации и оценку их эффективности;
- анализ наиболее известных методов и способов реставрации с учетом физико-механических характеристик рассматриваемых типов строительных материалов;
- предложение рекомендаций по защите и реставрации поврежденных каменных фасадов объектов культурного наследия (ОКН), с учетом действующих нормативных требований и стандартов.

2. Материалы и методы

В соответствии с законодательством Российской Федерации о сохранении памятников каменного зодчества, работы по их сохранению могут проводиться только на основании задания и разрешения, выдаваемых органом охраны ОКН. Для проведения таких работ необходимо наличие научно-проектной документации, которая должна быть согласована соответствующими государственными организациями охраны культурного наследия. Также обязательным условием является наличие технического и авторского надзора, а также государственного надзора за проведением этих работ. Состав и содержание проектной документации для работ по сохранению ОКН определяются специальным заданием и соответствующим стандартом (ГОСТ Р 55528)². Для проведения работ по сохранению ОКН требуется участие аттестованных физических и юридических лиц, обладающих соответствующей лицензией и опытом работы на подобных объектах.

¹ ГОСТ Р 59437-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Сохранение памятников каменного зодчества. Общие требования.

² Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 24.07.2023) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023). ГОСТ Р 55528-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 28.08.2013 N 593-ст).

Специалисты, такие как каменщики и отделочники (штукатуры, маляры), должны иметь высокий квалификационный уровень. Для защиты подлинных конструкций и элементов ОКН при проведении работ необходимо устанавливать временные крепления и защитные конструкции. Эти меры способствуют сохранению архитектурных ценностей и предотвращению повреждений в процессе работ. Для обеспечения нужных условий в ОКН с уникальной декоративной отделкой или процессами, требующими определенных температурных значений, устанавливается внешний тепловой контур. При выполнении работ по сохранению таких объектов следует ограничивать применение современных строительных технологий и разрешать их только после соответствующего обоснования и согласования проектной документации в соответствии с законодательством. Приоритетом при выполнении работ по сохранению ОКН является сохранение подлинных фрагментов и элементов памятника.

Восстановление фасадов исторических зданий с каменной кладкой – это сложный и многозадачный процесс, который требует специализированных знаний и навыков. Ниже приведены некоторые из наиболее известных и признанных методов и способов восстановления фасадов исторических зданий с каменной кладкой.

Подходы усиления и восстановления каменной кладки подбираются на основе результатов технического обследования архитектурного памятника с учетом возможного развития деформаций и других дефектов в кладке. Эти деформации могут быть вызваны различными факторами, включая неравномерные осадки фундаментов, неравномерные деформации участков стен с различными уровнями нагрузки и другие подобные факторы. Однако, также следует учитывать долгосрочные циклические температурно-влажностные деформации. Для повышения надежности каменных конструкций стен необходимо осуществлять обоснованный выбор того или иного метода усиления кладки. Способами усиления могут быть устройство косвенного армирования, использование обойм, сердечников, инъекции и другие технические решения [13, 14]. При реставрации кирпичной кладки предпочтительно использовать консервативные методы, такие как докомпоновка, вычинка и инъекционное укрепление, которые направлены на сохранение структуры и внешнего вида кладки. Введение усиливающих элементов, таких как железобетонные, стальные или композитные, следует осуществлять только при строгом обосновании и в соответствии с индивидуально разработанными техническими и технологическими решениями. Приоритетом является использование типоразмеров кирпича, соответствующих исторически примененным на данном объекте, для сохранения традиционной разверстки кладки и обеспечения эстетических и технических качеств восстановленной кладки. Сохранение оригинального массива кирпичной кладки признается приоритетом при сохранении памятников каменного зодчества, так как это содействует сохранности материальной структуры ОКН и эффективности мероприятий по его сохранению [15, 16].

В исторических каменных зданиях и сооружениях недопустимо использование методов реставрации кладок, в которых используются цементные растворы с высоким содержанием цемента. Это обусловлено тем, что повышенная адгезия цементного раствора к основанию, его высокая прочность и низкая деформативность могут привести к образованию трещин в кладке. При проведении реставрационных работ рекомендуется использовать растворы, соответствующие технологии, характерные для данного исторического периода. Эти растворы включают в себя известь с добавками, которые определяются на основе лабораторных испытаний образцов, взятых с исторических каменных кладок. Кладочный раствор, предназначенный для восстановления швов, должен обладать достаточной прочностью при сжатии и достаточной пластичностью. Низкомодульные растворы характеризуются низким модулем упругости, что предотвращает разрушение лицевых слоев камней кладки при воздействии температуры и влажности. Многолетний опыт применения и научные исследования, включая сотрудничество с российскими реставраторами, установили, что наиболее подходящими материалами для реставрации исторических зданий являются те, которые используют воздушное известковое вяжущее с ограниченным добавлением гидравлического вяжущего или без него.

Штукатурная отделка является важной частью архитектурного облика ОКН и

выполняет функции как декоративного, так и защитного слоя. Полное удаление оригинального штукатурного слоя допускается только при его утрате первоначальных свойств и должно быть обосновано в проектных решениях. При реставрации ОКН основными видами штукатурных работ являются: консервация, ремонт, реставрация и воссоздание штукатурки.

Окрасочные работы, проводимые на ОКН, представляют собой завершающий этап реставрационных мероприятий. Важным аспектом является соблюдение не только технологии окраски, но и правильный выбор окрасочной системы, учитывая состояние и физико-механические характеристики материалов, таких как штукатурка и кирпич, а также условия эксплуатации объектов культурного наследия. Например, на фасадах исторических зданий, построенных до первой трети XVIII века, может отсутствовать окраска, а вместо нее использоваться слой обмазки, с каждым последующим слоем содержащий меньше наполнителя. Современная окружающая среда ограничивает применение традиционных окрасочных материалов на основе извести и известково-казеинового вяжущего из-за их недолговечности. При окраске стен и декоративных элементов фасадов памятников каменного зодчества в крупных мегаполисах и промышленных городах, следует использовать окрасочные материалы, обладающие высокой атмосферостойкостью³, что включает в себя стойкость к различным агрессивным воздействиям окружающей среды, водостойкость, светостойкость, устойчивость к солнечной радиации, ветровым и снеговым нагрузкам, морозостойкость и способность к сохранению цвета и текстуры. Для окрасочных систем на фасадах ОКН, важнейшим требованием является паропроницаемость. Сопротивление паропроницанию (S_d) должно соответствовать состоянию окрашиваемой поверхности, уменьшаясь с возрастом и износом материала. Для высококачественных окрасочных материалов с высокой паропроницаемостью⁴ значение S_d должно быть менее 0,03 м, а паропроницаемость больше 680 г/м²·сут. Важно также минимизировать водопроницаемость окрасочного покрытия, чтобы она составляла менее 0,2 кг/м²·ч^{0,5}, с целью предотвращения излишней влаги и переувлажнения конструкции, что способствует естественной защите фасада от повреждений. Адгезионная способность окрасочного покрытия, которая определяет его защитные свойства и долговечность, должна быть высокой и не ниже прочности подложки на разрыв.

При работе с поверхностью каменной кладки, на которой имеются ценные декоративно-художественные отделки, такие как живопись, мозаика или лепнина, необходимо применять комплексный подход, привлекая специалистов соответствующей квалификации и используя специализированные методы, включая инженерное укрепление и консервацию.

Основная сложность заключается в поиске подходящих составов, которые позволят воссоздать первоначальный облик исторического здания. В качестве примера рассмотрим строительные смеси для реставрации, предлагаемые компанией «Баумит».

ООО «Баумит» (г. Дубна, Россия), является региональным представителем известной австрийской торговой марки Baumit Ltd. Компания Baumit специализируется на производстве высококачественных строительных систем, включая строительные смеси, грунтовки и краски, предназначены для санации и реставрации [17]. Более чем двадцать лет компания является ведущим производителем строительных материалов и имеет представительства в 27 странах Европы. В австрийском исследовательском центре Baumit - Viva Park регулярно проводятся исследования, в рамках которых совместно с ведущими независимыми научными учреждениями осуществляется разработка и проверка применения различных материалов при реставрации с последующим мониторингом текущих результатов [18].

³ Не менее 100 циклов испытаний в климатической камере, согласно ГОСТ 9.401-2018. Межгосударственный стандарт. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов (введен в действие Приказом Росстандарта от 13.09.2018 N 603-ст).

⁴ Класс V_0 согласно ГОСТ 33355-2015 (ISO 7783:2011). Межгосударственный стандарт. Материалы лакокрасочные. Определение характеристик паропроницаемости. Метод чашки (введен в действие Приказом Росстандарта от 06.07.2015 N 871-ст).

Материалы Baunit находят широкое применение при реставрации и реконструкции выдающихся исторических архитектурных сооружений как в мировом масштабе, так и в России. Примерами таких объектов включают в себя культурные и архитектурные памятники, такие как Кунсткамера и Адмиралтейство в Санкт-Петербурге, а также разнообразные комплексы, включая Казанский кремль в городе Казань. Компания Баумит осуществляет производство своих материалов на собственном заводе в городе Дубна (Московская область, Россия). Следует отметить, что материалы компании получили положительные отзывы от ведущих экспертов в области реставрации, что подтверждает их эффективность и качество.

Под надзором специалистов компании Баумит, с использованием отделочных материалов системы Baunit, были произведены реконструкции фасадов ОКН, расположенных на территории Казанского кремля (охраняемого ЮНЕСКО); Пересыльной тюрьмы в г. Казани на ул. Батурина, 7 и других.

Президентский дворец, бывший Губернаторский дворец (1848 г., проект разработал арх. Константин Тон) расположен в Казанском кремле, территория 1 (рис. 1). После натурного обследования здания в 2021 г., для проведения ремонта фасадов здания, компанией Баумит были разработаны следующие технологические рекомендации:

1. Удалить плохо держащиеся покрытия, расчистить механическим способом фасадные поверхности от налета пыли и медной патины с последующим тщательным обеспыливанием.
2. Обработать силикатной пропиточной грунтовкой Baunit SanovaPrimer участки утрат окрасочных покрытий с раскрытой впитывающей поверхностью шпаклевок и/или штукатурок.
3. В местах локальных утрат восстановить шпаклевочный слой при помощи состава Baunit GlemaBrillant.
4. Места восстановления шпаклевки и фасадные поверхности обработать проникающей силикатной грунтовкой Baunit SanovaPrimer.
5. Для перекраски стен использовать фасадную силикатную краску Baunit SanovaColor.



Рис. 1. Фотофиксация повреждений фасада Президентского дворца перед реставрацией. Казанский кремль, территория 1, 2021 г. (иллюстрация авторов).

Fig. 1. Photofixation of damage to the facade of the Presidential Palace before restoration. Kazan Kremlin, territory 1, 2021 (illustration by the authors)

Пересыльная тюрьма (построена в XVIII в.), г. Казань, на ул. Батурина, 7 (рис. 2). При ремонте фасадов здания в 2023 г., после натурного обследования здания, под надзором специалистов Баумит, были проведены следующие работы:

1. Удаление засоленной штукатурки на высоту не ниже кромки проявления сырых пятен и высолов.
2. Матирование окрасочных слоев сохраняемой штукатурки при помощи абразивов с последующим обеспыливанием верхней части цоколя.
3. Обработка кромки сохраняемой штукатурки и раскрытой кладки проникающей

- грунтовкой Baumit MultiPrimer.
4. Восстановление штукатурки составом Baumit Sanova Antika. При необходимости проводилось армирование штукатурки сеткой.
 5. Обустройство завывдривания в месте примыкания штукатурки к отмостке.
 6. Снижение впитывающей способности и высохшей новой штукатурки при помощи обработки проникающей грунтовкой Baumit MultiPrimer (концентрат).
 7. Сплошное адгезионное грунтование стен покрывной наполненной грунтовкой Baumit UniPrimer.
 8. Обустройство ремонтного тонкослойного армирования, по всей плоскости цоколя, при помощи зернистой шпаклевки Baumit MultiTrass совместно с фасадной щелочестойкой сеткой Baumit StarTex 160.
 9. Промежуточное подготовительное грунтование силикатной грунтовкой Baumit SanovaPrimer.
 10. Окраска фасада в два слоя фасадной силикатной краской Baumit SanovaColor.
 11. Заделка выдры вспененным полиэтиленовым шнуром типа Вилатерм.
 12. Заделка стыка цокольной штукатурки и отмостки однокомпонентным полиуретановым герметиком или герметиком на основе MS-полимеров.



1)



2)

Рис. 2. Пересыльная тюрьма, г. Казань, ул. Батурина, 7, 2023 г.:

- 1) Фотофиксация повреждений фасада перед реставрацией; 2) Фотофиксация фасада после восстановительных работ перед покраской (иллюстрация авторов).

Fig. 1. Transit prison, Baturina St. 7, Kazan, 2023:

- 1) Photofixation of the façade damage before restoration; 2) Photofixation of the facade after restoration work before painting (illustration by the authors)

3. Результаты и обсуждение

Исследования и сохранение ОКН – это долгосрочный и непрерывный процесс, включающий изучение, мониторинг, реставрацию для обеспечения долговечности этих объектов. При выполнении работ по сохранению памятников каменного зодчества обязательно осуществляется научное руководство. В случае необходимости, оно может включать комплексные научные исследования и изменения проектных решений,

согласованных с органом охраны культурного наследия и заказчиком работ. Помимо этого, с целью предотвращения деградации ОКН, могут проводиться превентивные меры, включая консервацию, научные исследования, проектные работы и мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций, угрожающих быстрому разрушению объекта. Важно отметить, что эти меры должны проводиться таким образом, чтобы сохранить исходный вид объекта и его историческое и культурное значение.

При выполнении работ по сохранению ОКН важно использовать традиционные строительные материалы, которые либо идентичны, либо максимально схожи с теми, что использовались при создании памятника, с учетом их эстетических, физико-механических и химических свойств. Составы строительных растворов подвергаются коррекции с использованием добавок, чтобы улучшить их прочностные характеристики [19, 20]. Следует избегать полной замены поврежденных материалов, поскольку ценность ОКН заключается в их подлинности. Вместо этого, следует применять ремонт или санацию, а также современные композитные материалы для восстановления деталей и защиты поверхностей памятника от различных воздействий [21, 22].

При восстановлении деформированного исторического материала, в качестве добавок к строительным растворам, могут быть использованы полимеры и мономеры – натурального и синтетического происхождения. Они представляют собой материалы с высокой устойчивостью к условиям эксплуатации и выбираются на основе следующих критериев:

1. Долговечность: Один из ключевых факторов при выборе полимеров для реставрации. Реставрационные материалы должны иметь долговечность, близкую к ожидаемому времени существования реставрируемого объекта.

2. Адгезионные свойства: Обеспечивают прочное сцепление полимера с материалом реставрируемого объекта.

3. Растворимость: Полимеры должны быть растворимы в малотоксичных органических растворителях или воде.

4. Паро- и воздухопроницаемость: Важное свойство для обеспечения баланса влажности и защиты материала.

5. Возможность удаления: Полимеры должны быть способными к удалению из материала экспоната с использованием соответствующих растворителей, и это свойство должно сохраняться длительное время.

6. Бесцветность и прозрачность: Полимерные пленки на поверхности материала должны сохранять неизменность цвета реставрируемой поверхности.

7. Светостойкость: Важно для лаков и красок, чтобы сохранить цветовую стабильность.

8. Физико-механические свойства: Должны обеспечивать возможность создания реставрационных дополнений, склеивания фрагментов и придания необходимых прочностных характеристик поврежденным материалам.

9. Эластичность и низкие напряжения при усадке: Эластичность важна при длительной эксплуатации, а минимальные напряжения при усадке обеспечивают сохранность материала.

10. Стойкость к биоразрушителям: Материалы должны быть устойчивыми к разрушительным воздействиям биоразрушителей.

В процессе работ по сохранению ОКН требуется соблюдать общие требования к совместимости физико-механических и химических свойств реставрационных материалов с свойствами оригинальных материалов памятника. Эксплуатационные характеристики современных реставрационных материалов должны соответствовать свойствам исходных материалов. Например, паропроницаемость в системе покрытия должна соответствовать требованиям режима эксплуатации объекта в будущем.

Отделочные материалы *Vaunit*, по результатам исследования, отлично сочетаются по своим базовым свойствам с историческими штукатурками⁵. *Vaunit* предлагает материалы для реставрации кирпичной кладки с последующей обмазкой и защитной окраской известковыми или силикатными составами (табл. 1).

⁵ Хабибулина А.Г., Иванова Е.Ю., Бабенко Р.Н., Хабибулина А.М. Внедрение в реставрационную практику отделочных материалов для создания благоприятного микроклимата на объектах историко-архитектурного наследия // Известия КГАСУ. 2022. № 4 (62). С. 190–202. DOI: 10.52409/20731523_2022_4_190.

Таблица 1

Материалы Baunit для ремонта и реставрации кирпичной кладки наружных
и внутренних стен

№ п/п	Название материала	Назначение	Свойства	Состав	Технические данные
1	Baunit FungoFluid	Биоцидная обработка фасадов и стен, поврежденных грибок и плесенью.	Водный раствор с широким спектром действия против микроорганизмов, таких как грибок и плесень. Помимо уничтожения и уменьшения развития, грибок обесцвечивается.	Вода, альгицидные (убивающие водоросли) и фунгицидные (убивающие грибок) вещества (четвертичные соединения аммония, изотиазол-производные).	Плотность: ~1,00 кг/дм ³ Расход материала: 50-100 г/м ² при умеренной впитывающей способности основания и двухслойном нанесении.
2	Baunit Sanova Antisulfat	Для химической очистки от солей при санировании кладки, прежде всего, от сульфатов и хлоридов. Также для предварительной обработки от высолов при оштукатуривании.	Водный раствор для химической очистки от агрессивных солей, сульфатов и хлоридов. Применяется для санирования кладки. Превращает легкорастворимые соли в трудно растворимые соединения. Эти соединения остаются в кладке, не нанося ей вред.	Вода, фосфат бария.	Плотность: 1,04 кг/дм ³ Цвет: зеленый Расход материала: 0,5-0,8 кг/м ² в зависимости от выступления солей на основании.
3	Baunit Sanova AnticoBrick	Для кладки стен из бутового камня, керамического, силикатного кирпича. Для наружных и внутренних работ. Восстановление шовного заполнения в местах его утрат.	Сухая смесь на известковой основе. Пластичная, удобоукладываемая, паропроницаемая. Препятствует образованию грибка и плесени.	Гидратная известь, гидравлическая добавка, минеральный наполнитель, добавки.	Максимальный размер зерна: 2 мм. Предел прочности на сжатие (28 сут.): $\geq 2,5$ Н/мм ² . Коэффициент теплопроводности: ок. 0,8 Вт/мК. Насыпная плотность: ок. 1500 кг/м ³ . Расход воды: 4,0-4,5 л/мешок. Выход раствора с 1 мешка ок. 16 л.
4	Baunit Klinker Normal	Для внутренних и наружных работ, для кладки стен из лицевого и клинкерного кирпича с нормальным водопоглощением около 9-16 %. Для снижения впитывающей способности и локального поверхностного укрепления слегка рыхлого кирпича	Сухая смесь, содержащая специальные добавки, преобразующие водорастворимую известь в нерастворимые соединения и препятствующие высолообразованию.	Цемент, песок, пигменты, добавки.	Размер зерна: не более 3 мм. Предел прочности на сжатие (28 сут): не менее 5 МПа. Предел прочности на изгиб (28 сут): не менее 1,5 МПа. Насыпная плотность: ок. 1600-1800 кг/м ³ . Расход воды: ок. 0,145 л/кг. Выход раствора с 1 мешка: ок. 16 л.

Окончание таблицы 1

№ п/п	Название материала	Назначение	Свойства	Состав	Технические данные
5	Baumit SanovaPrimer	Для внутренних и наружных работ. Для подготовки незначительно мелящих минеральных базовых и финишных штукатурок перед нанесением минеральных или полимерных штукатурок, а также красок Baumit.	Не образует пленку, легко наносится, высокопаропроницаемая, хорошо упрочняет основания и выравнивает их впитывающую способность, благодаря высокой щелочности препятствует образованию плесени, в результате сужения пор способствует снижению водопоглощения.	Калиевое жидкое стекло, в незначительном количестве органические модификаторы, вода.	Плотность: ок. 1,0 кг/л. Значение pH: ок. 11. Расход материала: ок. 0,2 л/м ² на один слой (в зависимости от типа основания). Выход: прим. 1 ведро на 50 м ² при нанесении в один слой. ЛОС: < 60 мг/м ³ .
6	Baumit Sanova AnticoFine	Накрывочная штукатурка наносится на минеральные крупнозернистые штукатурки. Применяется для внутренних и наружных работ.	Сухая смесь для выполнения накрывочного слоя на крупнозернистых штукатурках. При проведении фасадных работ штукатурка наносится исключительно на известковые, известково-трассовые и известково-цементные штукатурки.	Гидратная известь, 5 % гидравлическая добавка.	Максимальный размер зерна: 0,6 мм. Предел прочности на сжатие (28 сут.): >1 Н/мм ² . Коэффициент теплопроводности λ: ок. 0,5 Вт/мК. Коэффициент сопротивления Паропроницанию μ: ок. 10. Коэффициент (Sd): ок. 0,3 при толщине слоя 20 мм. Плотность сухой смеси: ок. 1100 кг/м ³ Расход материала: ок. 5 кг/м ² при толщине слоя 3 мм. Макс. толщина при однослойном нанесении 5 мм.
7	Baumit SanovaColor	Защита и цветное оформление фасадов и интерьеров. Наносится на старые и новые минеральные штукатурки и шпаклевки. Специально рекомендуется для защиты памятников архитектуры, реставрации и санации.	Минеральная. При высыхании не накапливает внутренних напряжений. Не образует глянцевую пленку на поверхности. Устойчивая к атмосферным воздействиям. Водоотталкивающая. Высокая проникаемость водяного пара и CO ₂ . Минимальная склонность к загрязнению.	Минеральные наполнители, калиевое жидкое стекло с органическими стабилизаторами, пигменты, добавки, вода.	Плотность: ок. 1,60 кг/дм ³ . Содержание твердой фазы: ок. 65 %. Значение pH: ок. 12. Значение μ: ок. 40-60. Значение Sd: V1 < 0,14 м. Водопоглощение, значение W: W2; 0,1 – 0,5 кг/м ² x h0,5. Расход материала (на гладком основании): ок. 0,15 л/м ² на слой (в зависимости от типа основания). Цвета: определенные цвета по палитре Life Colored by Baumit.

Учитывая современные требования к условиям приспособления и эксплуатации ОКН, системы Baumit для реставрации кирпичной кладки являются примером инновационных решений по сохранению памятников архитектуры.

Для обеспечения долговечности и сохранности фасадов исторических зданий с каменной кладкой, важными аспектами при реставрации и восстановлении являются:

- Разрушение каменных конструкций часто происходит из-за увлажнения несущих элементов, процессов выветривания, воздействия агрессивных атмосферных осадков и подмыва фундамента.
- Для реставрации несущих и ограждающих конструкций из натурального камня необходимо провести детальное исследование материала, включая его физико-механические характеристики, способ обработки, цвет и фактуру.
- Реставрация каменных построек требует учета специфических особенностей растворяемых смесей, близких по характеристикам к историческим образцам.
- Соли, скапливающиеся на камне, могут привести к разрушению его структуры, поэтому эффективным методом борьбы с образованием солей является удаление влаги и обработка гидрофобизирующими средствами.
- Реставрационные работы с деформированным материалом включают заделку трещин и склеивание частей с помощью специальных растворов, в основу которых могут входить минеральные наполнители, полимеры.

4. Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Согласно актуальным научным исследованиям, были определены преимущественные методы и способы восстановления фасадов исторических каменных зданий, включая анализ существующих подходов к реставрации и оценку их эффективности.
2. Был проведен анализ наиболее известных методов и способов реставрации с учетом физико-механических характеристик рассматриваемых типов строительных материалов.
3. Были предложены рекомендации по защите и реставрации поврежденных каменных фасадов ОКН, с учетом действующих нормативных требований и стандартов.
4. Данная работа может служить основой для дальнейших исследований в области использования современных строительных материалов при реконструкции и реставрации ОКН.

Список литературы/ References

1. Historic Masonry Restoration Best Practices. URL: <https://www.masonrymagazine.com/blog/2019/08/29/historic-masonry-restoration-best-practices/> (reference date: 01.07.2023).
2. Коряков А.С., Гулий А.Е. Датировка зданий исторической застройки по характерным признакам строительных материалов // Вестник МГСУ. 2016. № 9. С. 62–74 [Koryakov A.S., Guliy A.E. Dating of historical buildings according to the features of building materials // Vestnik MGSU. 2016. No 9. P. 62–74]. DOI: 10.22227/1997-0935.2016.9.62-74.
3. Смирнов Д.С., Мавлиев Л.Ф., Ягунд Э.М., Хузиахметова К.Р., Башаров Т.Р. Определение состава материалов внешней отделки исторических зданий // Международный форум Kazan Digital Week-2022 : Сборник материалов Международного форума, Казань, 21-24 сентября 2022 года. Казань: Научный центр безопасности жизнедеятельности. 2022. С. 383–387 [Smirnov D.S., Mavliev L.F., Yagund E.M., Khuziakhmetova K.R., Basharov T.R. Determination of the composition of materials for the exterior decoration of historical buildings // International Forum Kazan Digital Week-2022: Collection of materials of the International Forum, Kazan, September 21-24, 2022. Kazan: Scientific Center for Life Safety. 2022. P. 383–387].
4. Куприянов В.Н., Петров А.С., Чебышева Д.Г. Влияние дождей на процесс старения и разрушения материалов наружных стен. расчет количества дождей // Эксперт: теория и практика. 2020. № 1 (4). С. 28–32 [Kupriyanov V.N., Petrov A.S., Chebysheva D.G. Rain impact on aging and destruction of external walls materials. the amount of rain

- calculation // *Expert: theory and practice*. 2020. No 1 (4). P. 28–32].
5. Berdnikov V., Stroganov V., Vdovin E., Stroganov I., Gasilov V. Corrosion Processes in Building Materials, Products and Structures // *Proceedings of STCCE 2022. STCCE 2022. Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. Vol. 291. Springer, Cham. P. 465–481. DOI: 10.1007/978-3-031-14623-7_40.
 6. Franzoni E., Berk B., Bassi M., Marrone C. An integrated approach to the monitoring of rising damp in historic brick masonry // *Construction and Building Materials*. 2023. Vol. 370. 130631. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.130631.
 7. Akcay C., Sayin B., Yildizlar B. The conservation and repair of historical masonry ruins based on laboratory analyses // *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 132. P. 383–394. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.12.002.
 8. Pavlopoulou L., Dimou A., Stogia M., Metaxa Z., Kourkoulis S., Alexopoulos N. Lime-based nanocomposites for masonry restoration: Towards the implementation of small-scale restoration // *Materials Today: Proceedings*. 2023. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.06.348.
 9. Pescari S., Budău L., Vilceanu C.-B. Rehabilitation and restauration of the main façade of historical masonry building – Romanian National Opera Timisoara // *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 18. e01838. DOI: 10.1016/j.cscm.2023.e01838.
 10. Орлович Р.Б., Горшков А.С., Деркач В.Н., Зимин С.С., Гравит М.В. Причины повреждений каменной кладки после реставрации. *Строительство и реконструкция*. 2022. № 1. С. 48–58 [Orlovich R.B., Gorshkov A.S., Derkach V.N., Zimin S.S., Grawit M.V. Causes of damage to masonry after restoration. *Building and Reconstruction*. 2022. No 1. P. 48–58]. DOI: 10.33979/2073-7416-2022-99-1-48-58.
 11. Singh T.D., Prakash S., Manohar S. Assessment of the performance and compatibility of acrylic polymer and silane based consolidants on deteriorated heritage masonry units subjected to salt weathering // *Journal of Building Engineering*. 2023. Vol. 77. 107490. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.107490.
 12. Vavričuk A., Bokan-Bosiljkov V., Kramar S. The influence of metakaolin on the properties of natural hydraulic lime-based grouts for historic masonry repair // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 172. P. 706–716. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.04.007.
 13. Muñoz R., Lourenço P.B., Moreira S. Experimental results on mechanical behaviour of metal anchors in historic stone masonry // *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 163. Pp. 643–655. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.12.090.
 14. Marinelli A., Santa S., Spiliopoulos A., Dasiou M.E. Optimizing strengthening interventions on historic masonry walls: an experimental study // *Procedia Structural Integrity*. 2019. Vol. 18. P. 245–254. DOI: 10.1016/j.prostr.2019.08.160.
 15. Zielinska M., Joanna Misiewicz J. Analysis of Historic Brick Walls' Strengthening Methods // *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 161. P. 771–776. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.702.
 16. Martínez-Soto F., Ávila F., Puertas E., Gallego R. Spectral analysis of surface waves for non-destructive evaluation of historic masonry buildings // *Journal of Cultural Heritage*. 2021. Vol. 52. P. 31–37. DOI: 10.1016/j.culher.2021.09.002.
 17. Системы для реставрации и санации. URL: <https://baumit.ru/putevoditel-kategorija/sistemy-dlya-restavracii-i-sanacii-1> [Systems for restoration and sanitation. URL: <https://baumit.ru/putevoditel-kategorija/sistemy-dlya-restavracii-i-sanacii-1>] (reference date: 01.07.2023).
 18. Карагерги В.Д. Комплексный подход как метод реставрации // *Nota Bene*. 2019. № 17. С. 16–19 [Karagergi V.D. Integrated approach as a method of restoration // *Nota Bene*. 2019. No 17. P. 16–19].
 19. Fournari R., Kyriakou L., Ioannou I. On the Effect of Poor-Quality Aggregates on the Physico-Mechanical Performance of Repair Lime-Based Mortars // *RILEM Bookseries*. 2023. Vol. 42. P. 416–425. Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-31472-8_33.
 20. Pavlík Z., Vyšvařil M., Pavlíková M., Žižlavský T., Záleská M., Pivák A. Lightweight mortars with chalcedonite – Towards functional and durable materials for repair of historical masonry // *Journal of Building Engineering*. 2023. Vol. 79. 107841. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.107841.
 21. Barbieri E., Trevisiol F., Pizzigatti C., Bitelli G., Franzoni E. Evaluating water-repellents

applied to brick masonry: An experimental study by thermal imaging and water transport properties' characterization // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 356. 129319. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129319.

22. de Oliveira L.M.G., Mesquita E.F.T., de Oliveira Freire F.L., Bertini A.A. The influence of the bricks and mortar characteristics, paint, and salts on the rising damp of historic masonries through hygrothermal simulation // Journal of Cultural Heritage. 2023. Vol. 64. P. 92–101. DOI: 10.1016/j.culher.2023.09.002.

Информация об авторах

Альбина Гомеровна Хабибулина, кандидат экономических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.

E-mail: albgomer@mail.ru

Сулейманов Альфред Мидхатович, доктор технических наук, профессор, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, член-корр. Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

E-mail: alfred-sulejmanov@yandex.ru

Руслан Николаевич Бабенко, архитектор-реставратор, региональный менеджер по Татарстану, ООО «Баумит», г. Дубна, Российская Федерация.

E-mail: babenko-r@mail.ru

Information about the authors

Albina G. Khabibulina, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.

E-mail: albgomer@mail.ru

Alfred M. Suleymanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, corr.-m. Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

E-mail: alfred-sulejmanov@yandex.ru

Ruslan N. Babenko, restoration architect, Tatarstan regional manager, LLC «Baumit», Dubna, Russian Federation.

E-mail: babenko-r@mail.ru