

Комплексная оценка систем материалов для штукатурной отделки фасадов кирпичных зданий

Роман Алексеевич Майер¹, Нина Николаевна Шангина¹,
Алексей Михайлович Харитонов²

¹ Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I (ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия;

² Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет (СПбГАСУ); г. Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В настоящее время эксплуатируется большое количество кирпичных зданий, штукатурные фасады которых требуют периодического ремонта. Рассматривается проблема недостаточной долговечности фасадной отделки, так как ее выход из работоспособного состояния зачастую происходит значительно раньше истечения предусмотренных межремонтных сроков. Одной из ключевых причин преждевременного разрушения отделки является несовместимость технических свойств кирпичной кладки, штукатурного и красочного слоев, что проявляется в композиционной неустойчивости системы материалов, под влиянием циклических климатических факторов. Реализация комплексного подхода при формировании требований к отделке, определяющих работу фасадных материалов и основания как единой системы, представляется одним из важнейших направлений решения указанной проблемы. Цель исследования заключается в обосновании критериев и метода выбора систем отделки на основе обеспечения химической и физико-механической совместимости материалов с учетом воздействия на них эксплуатационных факторов. Представлен первый этап исследований, заключающийся в экспериментальном определении степени влияния вида вяжущего штукатурных растворов, а также наличия в системе грунтовочных и окрасочных составов на один из основных критериев выбора отделочной системы — паропроницаемость.

Материалы и методы. Критически важным критерием совместимости отделки и основания представляется сопоставимость величин паропроницаемости. Приведены результаты исследования паропроницаемости штукатурных систем отделки, отличающихся видом вяжущего, а также используемыми способами выравнивания под окраску.

Результаты. Показано, что применение накрывочных штукатурных слоев взамен шпаклевочных способствует повышению паропроницаемости и достижению значений, присущих кирпичной кладке. Выявлено, что применение гидрофобизатора в составе силикатной краски не оказывает значительного влияния на паропроницаемость, что может быть использовано при необходимости для систем с водоотталкивающими свойствами.

Выводы. Предложен подход к выбору материалов для штукатурной отделки фасадов кирпичных зданий на основе комплексной оценки совместимости. Разработаны предварительные рекомендации по подбору отделочных систем по критерию паропроницаемости, направленные на увеличение надежности эксплуатации фасадов и снижение затрат на ремонтные работы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: штукатурная отделка, кирпичные фасады, паропроницаемость, система отделочных материалов, долговечность штукатурки, комплексная оценка, силикатная краска

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Майер Р.А., Шангина Н.Н., Харитонов А.М. Комплексная оценка систем материалов для штукатурной отделки фасадов кирпичных зданий // Вестник МГСУ. 2026. Т. 21. Вып. 7. С. 1148–1157. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.7.1148-1157

Автор, ответственный за переписку: Роман Алексеевич Майер, maier@agiogk.ru.

Comprehensive assessment of material systems for plaster finishing of brick building facades

Roman A. Mayer¹, Nina N. Shangina¹, Alexey M. Kharitonov²

¹ Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); St. Petersburg, Russian Federation;

² Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU);
St. Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. There are currently a large number of brick buildings in use, the plastered facades of which require periodic repair. This paper examines the problem of the insufficient durability of façade cladding, as it often ceases to be serviceable well before the end of the specified intervals between repairs. One of the key causes of premature deterioration of the finish is the incompatibility of the technical properties of the brickwork, plaster, and paint layers, which manifests as

the compositional instability of the material system under the influence of cyclic climatic factors. Implementing a comprehensive approach in formulating requirements for finishing, which define the operation of facade materials and the base as a single system, appears to be one of the most important directions for solving the stated problem. The main objective of the research is to justify the criteria and method for selecting finishing systems based on ensuring chemical and physico-mechanical compatibility of materials, taking into account the operating factors affecting them. The article considers the first stage of the study, which consists of experimentally determining the extent to which the type of binder in plaster mortars, as well as the presence of primer and paint components in the system, influence one of the key criteria for choosing a finishing system — the vapour permeability.

Materials and methods. The critically important criterion of compatibility between finish and base is the comparability of vapour permeability values. The study presents results on the vapour permeability of plaster finishing systems that differ by the type of binder and by the methods used to prepare the surface for painting.

Results. It is shown that applying finishing plaster layers instead of putty increases vapour permeability and achieves values characteristic of brickwork. It was found that the use of a hydrophobic additive in silicone paint does not significantly affect vapour permeability, which may be used, if necessary, for systems with water-repellent properties.

Conclusions. A methodology for selecting materials for plaster facade finishes of brick buildings based on a comprehensive assessment of compatibility is proposed. Preliminary recommendations for selecting finishing systems based on the vapour permeability criterion are developed, aimed at increasing facade reliability and reducing repair costs.

KEYWORDS: plaster finish, brick facades, vapour permeability, finishing material system, durability of plaster, comprehensive assessment, silicate paint

FOR CITATION: Mayer R.A., Shangina N.N., Kharitonov A.M. Comprehensive assessment of material systems for plaster finishing of brick building facades. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2026; 21(7): 1148-1157. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.7.1148-1157 (rus.).

Corresponding author: Roman A. Mayer, maier@agiogk.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В практике отделки кирпичных фасадов широко распространены разнообразные штукатурные системы, применение которых все чаще сталкивается с проблемой их недостаточной эксплуатационной надежности. В этой связи важно отметить, что требования по межремонтному сроку для оштукатуренных фасадов предусмотрены только в ведомственных нормах, введенных в действие еще в 1989 г., согласно которым данный период составляет 30 лет [1]. В более поздних нормативных документах подобных требований не имеется. Учитывая, что региональная программа капитального ремонта многоквартирных жилых домов формируется, как правило, на период 25 лет, можно утверждать, что система штукатурной отделки фасадов должна сохранять работоспособность в течение указанного срока. На практике большинство фасадов требуют ремонтного вмешательства уже через 5–7 лет эксплуатации, что приводит к значительному росту общих затрат на содержание зданий и ухудшению архитектурного облика застройки [2–4].

Недостаточная долговечность результатов ремонтных работ, по мнению авторов, связана с отсутствием научно обоснованных рекомендаций по формированию отделочных систем, адаптивных к нестационарным условиям окружающей среды, на основе учета особенностей кирпичного основания и совместимости материалов [5, 6]. Такие системы должны сохранять работоспособность при изменении в широком диапазоне климатических факторов, что приобретает особую актуальность в последнее время из-за участвовавших случаев погодных аномалий [7–9].

Требования к системам материалов для отделки фасадов

Анализ нормативной базы показывает, что в части выбора отделочных материалов отсутствуют

указания, относящиеся к обеспечению надежной совместной работы системы «кирпичная кладка – штукатурные слои – окраска». Каждый элемент данной системы имеет свои физико-механические свойства, также большое значение приобретают граничные зоны между слоями [9–11]. Отсутствие регламентации этих аспектов при выборе отделочных материалов создает существенные риски для проектирования и эксплуатации фасадных систем.

Следует отметить, что существует серия нормативных документов, определяющих необходимые характеристики отдельных элементов системы отделочных материалов. Наиболее полными с точки зрения выполнения работ по устройству отделки являются СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия» и ГОСТ Р 57984–2017 «Штукатурка для наружных и внутренних работ». Эти документы содержат требования по подготовке оснований, подбору, приготовлению и нанесению штукатурных растворов, а также методы оценки качества проведенных работ, но они не направлены на формирование надежной совместной работы системы исходя из учета физико-механических свойств кладки, отделочных материалов и условий эксплуатации.

При всей очевидности влияния на долговечность отделки таких показателей, как паропроницаемость, соотношение прочностных характеристик, водопоглощение и т.п., на сегодняшний день отсутствует единый метод подбора систем материалов, опирающийся на закономерности взаимодействия между собой отделочных слоев и основания, обусловленных различиями значений указанных показателей.

На практике все вышесказанное приводит, например, к тому, что при оштукатуривании кирпичных стен зачастую применяют плотные высокопрочные цементные штукатурки с низким показателем паро-

проницаемости [1–3, 12]. Результаты стандартных испытаний подобных составов на прочность сцепления с основанием и морозостойкость контактной зоны характеризуются высокими значениями показателей, но уже через сезон эксплуатации отделка отслаивается с разрушением поверхностного слоя кладки [7, 13].

Разработка метода выбора системы отделочных материалов, основанная на комплексной оценке взаимодействия элементов данной системы между собой и основанием в условиях воздействия эксплуатационных факторов, позволит существенно повысить долговечность результатов по устройству или ремонту штукатурной отделки фасадов кирпичных зданий.

В настоящей статье представлены предлагаемые методологические подходы по оценке совместимости материалов по отдельным параметрам, что является одним из важнейших этапов процедуры выбора системы.

Конденсационная влага, накапливающаяся в ограждающей конструкции, — наиболее частая причина разрушения отделки. Поэтому высокая паропроницаемость отделки служит одним из важнейших факторов обеспечения ее долговечности [14–16]. Исходя из этого, на первом этапе разработки методов комплексной оценки были проведены испытания на определение паропроницаемости различных систем отделочных материалов.

Паропроницаемость кладок не нормируемая величина и может варьироваться в зависимости от вида кирпича и раствора, но очевидно, что для предотвращения накопления влаги в конструкции сопротивление паропропонианию отделки должно быть меньше, чем у кладки. Известно, что коэффициент паропроницаемости традиционных кирпичных кладок находится в диапазоне $0,11–0,15 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ [10, 16–19], поэтому система отделки должна характеризоваться сопоставимыми значениями.

Системы отделки, основанные на известковых штукатурках, обладают наибольшими величинами паропроницаемости [1–11]. Данные системы долгое время повсеместно использовались для отделки кирпичных фасадов, но сегодня практически полностью вытеснены из практики применения цементными растворами [14]. Это стало следствием стремления ускорить твердение штукатурных слоев, увеличить их прочность и водостойкость. Негативные последствия применения плотных и прочных цементных растворов в настоящее время стали очевидны. Они выражены в отслоении отделки ввиду ее избыточной прочности и разрушении кирпича из-за его увлажнения из-за чрезмерно низкой паропроницаемости штукатурных растворов [1–3, 20].

Поэтому использование извести в качестве вяжущего для штукатурных растворов необходимо для обеспечения паропроницаемости [7, 13], но обеспечение повышенной прочности и водостойкости слоев отделки остается актуальной задачей. Реализо-

вать указанное сочетание свойств возможно путем использования известково-пуццолановых, известково-цементных и цементно-известковых вяжущих.

Таким образом, основная задача исследования заключается в разработке метода комплексной оценки совместимости материалов фасадной отделки с учетом воздействия на них эксплуатационных факторов с целью повышения долговечности фасадной отделки и снижения расходов на ремонт за счет обеспечения стабильной работоспособности. На первом этапе исследования экспериментально определялась степень влияния вида вяжущего штукатурных растворов, а также наличия в системе грунтовочных и окрасочных составов на один из основных критериев формирования отделочной системы — паропроницаемость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходя из вышесказанного, для исследований паропроницаемости были выбраны шесть систем штукатурной отделки, представленные в табл. 1.

В качестве основы данных систем (выравнивающего штукатурного слоя) выступают следующие составы:

- традиционный известковый штукатурный раствор;
- модифицированный пуццолановой добавкой известковый раствор;
- цементно-известковый раствор.

В качестве финишного покрытия приняты как накрывочные штукатурные составы, придающие шероховатую фактуру, так и тонкодисперсные шпатлевки, обеспечивающие гладкое финишное покрытие. Вяжущее в накрывочном составе соответствует тому, что использовано в штукатурной основе рассматриваемой системы.

Толщина штукатурного выравнивающего слоя образцов составляет $20 \pm 2 \text{ мм}$, толщина накрывочных слоев — $4 \pm 1 \text{ мм}$. Шпаклевочные составы нанесли слоем $2 \pm 1 \text{ мм}$. Размеры образцов в плане — $100 \times 100 \text{ мм}$.

Высокое значение в системе отделки имеют лакокрасочные покрытия. Исходя из требований обеспечения повышенной паропроницаемости, в настоящей работе использовались силикатная краска и грунтовка. Важным их преимуществом является присущая им реакционная способность по отношению к известковым растворам, обуславливающая высокую адгезию с основанием и формирование прочного минерального покрытия, стойкого к биоповреждениям [17, 19].

Для определения степени влияния различных способов устройства окрасочного покрытия готовились серии образцов, отличающиеся количеством и видом слоев лакокрасочных материалов. Исходя из этого внутри каждой системы сформированы по четыре подсистемы (табл. 1). Каждая отдельная подсистема представлена тремя образцами.

Табл. 1. Виды оснований и покрытий образцов для проведения испытаний

Table 1. Types of substrates and coatings of specimens for testing

Номер системы System number	Штукатурные слои Plaster layers		Подсистема Subsystem	Окрасочный слой Painting layer
	Выравнивающий слой Leveling layer	Накрывочный слой The covering layer		
1	КК KK	КН KN	a	–
			b	СГ/ SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)
2	КК KK	ФИ FI	a	–
			b	СГ / SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)
3	ОК OK	ОН ON	a	–
			b	СГ / SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)
4	ОК OK	ФИ FI	a	–
			b	СГ / SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)
5	ЦИ CI	ЦИФ CIF	a	–
			b	СГ / SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)
6	ЦИ CI	ФЦ FC	a	–
			b	СГ / SG
			c	СГ + СК / SG + SK
			d	СГ + СК(ГФ) / SG + SK(GF)

Примечание: КК — смесь сухая штукатурная, крупнозернистая, известковая «Рунит классическая крупная»; КН — смесь сухая штукатурная накрывочная, мелкозернистая, известковая «Рунит классическая накрывочная (финишная)»; ОК — смесь сухая штукатурная, крупнозернистая, известковая, с пуццолановой добавкой «Рунит оригинальная крупная»; ОН — смесь сухая штукатурная накрывочная, известковая, с пуццолановой добавкой «Рунит оригинальная накрывочная (финишная)»; ЦИ — смесь сухая штукатурная, крупнозернистая, цементно-известковая «Рунит цементно-известковая»; ЦИФ — смесь сухая штукатурная, мелкозернистая, цементно-известковая «Рунит финишная»; ФИ — смесь сухая шпаклевочная, тонкодисперсная, известково-пуццолановая «Рунит универсальная»; ФЦ — смесь сухая шпаклевочная, тонкодисперсная цементная «Рунит шпаклевка белая»; СГ — состав силикатный отделочный строительный «Рунит силикат-грунт», разбавление водой в соотношении 1:1; СК — состав силикатный отделочный строительный «Рунит силикатная краска»; СК(ГФ) — «Рунит силикатная краска», в состав которой вводился 1 % гидрофобизирующей добавки BS136.

Note: KK — dry plaster mix, coarse-grained, lime-based “Runit Classic Coarse”; KN — dry plaster finishing mix, fine-grained, lime-based “Runit Classic Finishing”; OK — dry plaster mix, coarse-grained, lime-based with pozzolanic additive “Runit Original Coarse”; ON — dry plaster finishing mix, lime-based with pozzolanic additive “Runit Original Finishing”; CI — dry plaster mix, coarse-grained, cement-lime “Runit Cement-Lime”; CIF — dry plaster finishing mix, fine-grained, cement-lime “Runit Finishing”; FI — dry putty mix, fine-dispersed, lime-pozzolanic “Runit Universal”; FC — dry putty mix, fine-dispersed cement-based “Runit White Putty”; SG — silicate finishing construction composition “Runit Silicate Primer”, diluted with water at a ratio of 1:1; SK — silicate finishing construction composition “Runit Silicate Paint”; SK(GF) — “Runit Silicate Paint” containing 1 % hydrophobic additive BS136.

Учитывая прикладной характер выполняемых исследований и необходимость проведения натурных оценок принятых систем, в качестве отделочных материалов было решено использовать составы, выпускаемые серийно и широко применяемые на кирпичных фасадах. Указанным условиям удовлетворяют сухие строительные смеси и лакокрасочные материалы, производимые под торговой маркой «РУНИТ», номенклатура которых позволяет сформировать выбранные для изучения системы отделки. Основные характеристики примененных материалов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Характеристики использованных в исследовании материалов

Table 2. Characteristics of materials used in the study

Наименование материала Name of material	Прочность при сжатии, МПа Compressive strength, MPa	Марка по морозостойкости Frost resistance grade	Плотность растворной смеси (ЛКМ), кг/м³ Density of mortar mix (LCM), kg/m³	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па) Vapour permeability, mg/(m·h·Pa)
Рунит классическая крупная Runit Classic Coarse	1,2	–	1640	0,182
Рунит оригинальная крупная Runit Original Coarse	2,5	F25	1685	0,175
Рунит цементно-известковая Runit Cement-Lime	5,8	F35	1690	0,143
Рунит классическая накрывочная (финишная) Runit Classic Finishing	0,6	–	1590	0,134
Рунит оригинальная накрывочная (финишная) Runit Original Finishing	1,0	–	1660	0,136
Рунит финишная Runit Finishing	5,3	F35	1680	0,119
Рунит универсальная Runit Universal	3,0	–	1600	0,105
Рунит шпаклевка белая Runit White Putty	6,3	F75	1610	0,098
Рунит силикат-грунт Runit Silicate Primer	–	–	1130	–
Рунит силикатная краска Runit Silicate Paint	–	–	1625	–

Испытание на паропроницаемость проводилось методом «мокрой чашки» по ГОСТ 25898–2020. Для проведения исследования использовалась климатическая испытательная камера «Тепло-Влага М 0/100-80 КТВ» при поддержании в камере постоянной температуры 23 °С и влажности 50 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средние значения паропроницаемости исследованных образцов подсистем представлены в табл. 3 и в графическом виде отражены на рисунке.

В системах на основе традиционного известкового штукатурного раствора применение для выравнивания под окраску известковой накрывочной штукатурки позволяет повысить общую паропроницаемость системы на 15 % по сравнению с использованием известково-пущолановой шпаклевки.

В случае применения известково-пущолановой шпаклевки для выравнивания под окраску крупнозернистого известкового раствора с пущолановой добавкой общая паропроницаемость системы

на 13 % ниже, чем при использовании накрывочной известковой штукатурки, модифицированной пущолановой добавкой.

Увеличение паропроницаемости на 17 % системы отделки на основе цементно-известкового штукатурного раствора достигается за счет использования для финишного выравнивания цементно-известковой накрывочной штукатурки вместо цементной шпаклевки.

Для облегчения оценки степени влияния на проницаемость отделки грунтовочных, окрасочных слоев, а также наличия гидрофобизирующей добавки в краске выполнено ранжирование систем по убыванию величины коэффициента паропроницаемости:

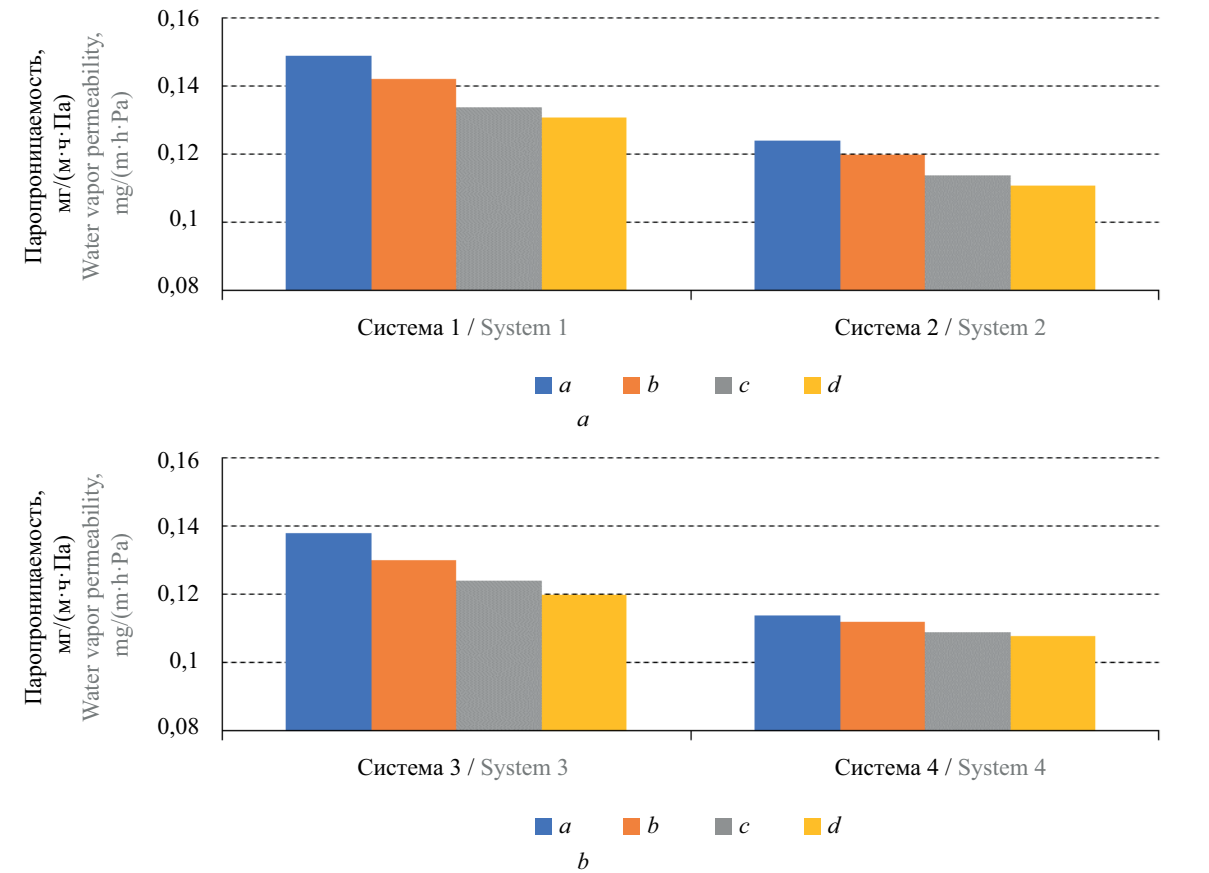
- система 1 (крупнозернистая и накрывочная известковые штукатурки) — 0,131 мг/(м·ч·Па), наибольшее значение;
- система 3 (крупнозернистая и накрывочная известковые штукатурки с пущолановой добавкой) — 0,120 мг/(м·ч·Па), снижение относительно наибольшего значения на 8 %;

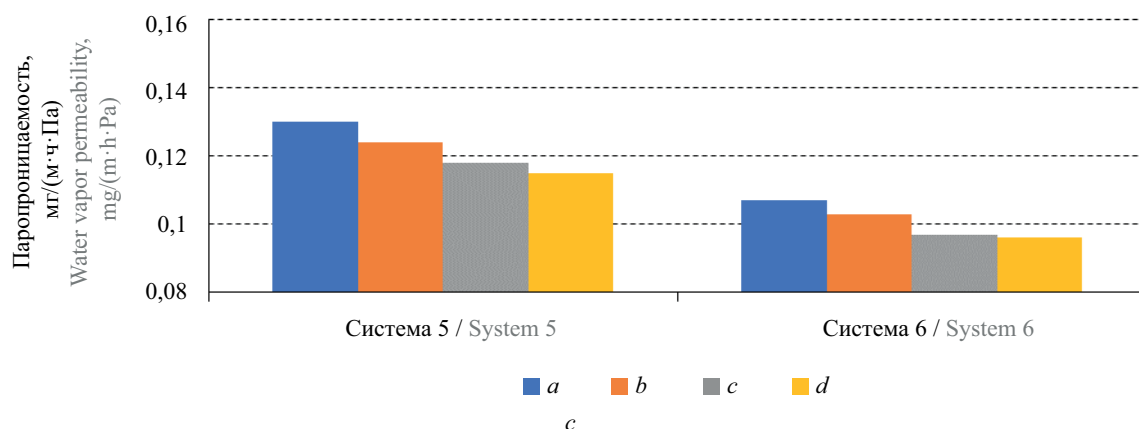
Табл. 3. Результаты проведения испытаний на паропроницаемость

Table 3. Results of vapour permeability testing

Система материалов The material system	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), для подсистемы Vapour permeability, mg/(m·h·Pa), for the subsystem			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Система 1 (КК + КН) System 1 (KK + KN)	0,149	0,142	0,134	0,131
Система 2 (КК + ФИ) System 2 (KK + FI)	0,124	0,120	0,114	0,111
Система 3 (ОК + ОН) System 3 (OK + ON)	0,138	0,130	0,124	0,120
Система 4 (ОК + ФИ) System 4 (OK + FI)	0,114	0,112	0,109	0,108
Система 5 (ЦИ + ЦИФ) System 5 (CI + CIF)	0,130	0,124	0,118	0,115
Система 6 (ЦИ + ФЦ) System 6 (CI + FC)	0,107	0,103	0,097	0,096

- система 5 (крупнозернистая и накрывочная цементно-известковые штукатурки) — 0,115 мг/(м·ч·Па), снижение относительно наибольшего значения на 12 %;
 - система 2 (известковая штукатурка и известково-пуццолановая шпаклевка) — 0,111 мг/(м·ч·Па), снижение относительно наибольшего значения на 15 %;
 - система 4 (известковая штукатурка с пуццолановой добавкой и известково-пуццолановая шпаклевка) — 0,108 мг/(м·ч·Па), снижение относительно наибольшего значения на 18 %;
- система 6 (цементно-известковая штукатурка и цементная шпаклевка) — 0,096 мг/(м·ч·Па), наименьшее значение, снижение относительно наибольшего значения на 27 %.
- Закономерным является наибольшее значение паропроницаемости для системы на основе крупно-





Паропроницаемость образцов отделочных материалов систем: *a* — 1–2, выполненных по традиционному известковому штукатурному раствору; *b* — 3–4, выполненных по модифицированному пуццолановой добавкой известковому штукатурному раствору; *c* — 5–6, выполненных по цементно-известковому штукатурному раствору

Water vapour permeability of finishing materials specimens of systems: *a* — 1–2, made using traditional lime plaster mortar; *b* — 3–4, made using lime plaster mortar modified with pozzolanic additive; *c* — 5–6, made using cement-lime plaster mortar

зернистого известкового раствора с выравниванием под окраску мелкозернистым составом. Следует отметить, что применение шпаклевочных смесей взамен накрывочных существенно снижает паропроницаемость (на 15–25 %). Эта тенденция сохраняется для всех рассмотренных вариантов отделки. Поэтому система 5 на основе цементно-известкового раствора с накрывочным слоем превосходит по паропроницаемости систему 4, включающую известково-пуццолановый раствор и шпаклевочный состав на аналогичном виде вяжущего.

Во всех исследованных системах нанесение силикатной грунтовки сопровождается снижением проницаемости на 3–5 %, а силикатная краска дополнительно понижает паропроницаемость на 7–9 %. Использование в составе силикатной краски гидрофобизирующей добавки незначительно уменьшает величину проницаемости (не более чем на 2 %).

Условию совместимости с кладкой по величине паропроницаемости (0,11–0,15 мг/(м·ч·Па)) удовлетворяют системы 1–5. Система 6, в которой в качестве финишного выравнивающего покрытия использован цементный шпаклевочный состав, обладает недостаточной проницаемостью для водяных паров и может способствовать накоплению влаги в ограждающей конструкции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Количественное сравнение результатов испытания подсистем, отличающихся видом материала для финишного выравнивания под окраску, позволяет утверждать, что применение накрывочного штукатурного раствора взамен шпаклевочного состава способствует значительному повышению паропроницаемости системы. Данный эффект согласуется

с представлениями о влиянии толщины и структуры финишных слоев на диффузионное сопротивление систем. Одновременно установлено, что введение гидрофобизирующей добавки в состав силикатной краски практически не изменяет общую паропроницаемость системы. Это обуславливает возможность применения подобных решений для уменьшения поверхностного водопоглощения отделки без заметного снижения массопереноса влаги из ограждающей конструкции в окружающую среду.

Важно подчеркнуть, что паропроницаемость является лишь одной из ключевых характеристик совместимости штукатурной системы с кирпичным основанием. Результаты экспериментов и литературные данные показывают, что долговечность и работоспособность отделки определяются комплексом критериев: стойкостью к поверхностному и капиллярному водопоглощению, деформативно-механическими свойствами (прочностью на сжатие и растяжение при изгибе, модулем упругости), морозостойкостью, а также особенностями структуры контактных зон «кирпич – штукатурка», «штукатурка – лакокрасочное покрытие». Неоднородность этих характеристик в системе материалов приводит к концентрации напряжений, образованию трещин, отслоениям и ускоренной деградации покрытия даже при формальном соблюдении требований по паропроницаемости.

В этой связи целесообразно рассматривать паропроницаемость не как самостоятельный критерий выбора штукатурной системы, а как один из элементов комплексной оценки, включающей анализ влагопереноса, водопоглощения, механических свойств, а также климатических воздействий и режима эксплуатации ограждающих конструкций. На следующих этапах исследования предполагается установить

влияние этих критериев, а также определить оптимальный метод расчета интегрального показателя эффективности системы отделочных материалов.

Предложенный подход к анализу многослойных систем по представленным критериям позволит выявлять сочетания материалов, обеспечивающих со-

вместимость с кирпичным основанием и повышение эксплуатационного ресурса фасадной отделки. Дальнейшие результаты работы могут быть использованы при разработке нормативных требований и рекомендаций по проектированию и ремонту штукатурных фасадных систем для кирпичных зданий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Медяник Ю.В. Классификация и анализ дефектов и повреждений штукатурных покрытий фасадов зданий // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 2 (44). С. 231–238. EDN XQCNNB.
2. Орлович Р.Б., Горшков А.С., Шангина Н.Н., Харитонов А.М. Причины и механизмы повреждения штукатурного покрытия фасадов исторических каменных зданий // Социология города. 2023. № 2. С. 59–77. DOI: 10.35211/19943520_2023_2_59. EDN OAJHLR.
3. Шангина Н.Н., Харитонов А.М., Корниенко С.В., Ольшевский В.Я., Еникеев А.И., Фомин С.Н. и др. Влияние типа наружного штукатурного покрытия на температурно-влажностные характеристики однородных каменных стен // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 1 (98). С. 407–417. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_407. EDN ARSNDZ.
4. Drdác M., Ševčík R., Frankeová D., Koudelková V., Buzek J., Eisler M. et al. Degradation Mechanisms of Mortar and Plaster Layers // Materials. 2024. Vol. 17. Issue 14. P. 3419. DOI: 10.3390/ma17143419. EDN LHKDJD.
5. Логанина В.И. Известковые сухие строительные смеси для реставрации и отделки зданий и сооружений : монография. Пенза : ПГУАС, 2015. 320 с. EDN XYXZZ.
6. Куприянов В.Н. Оценка и регулирование конденсации водяного пара в ограждающих конструкциях // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. № 1 (59). С. 29–40. DOI: 10.52409/20731523_2022_1_29. EDN UOGVHQ.
7. Шангина Н.Н., Харитонов А.М., Корниенко С.В., Ольшевский В.Я., Фомин С.Н., Горшков А.С. Сравнительный анализ комплекса тепловлагофизических свойств цементного и известкового штукатурных растворов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. № 2 (99). С. 67–76. DOI: 10.35211/18154360_2025_2_67. EDN IEEUUK.
8. Горшков Р.А., Корниенко С.В. Влияние климата и наружной штукатурки на влажностный режим каменных стен // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. № 6. С. 971–981. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.6.971-981. EDN MATOQI.
9. Петров А.С., Куприянов В.Н. Влияние температурно-влажностных условий эксплуатации строительных материалов на их паропроницаемость // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 1 (31). С. 92–98. EDN TWRNAD.
10. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М. : Стройиздат, 1979. 248 с.
11. Cascione V., Maskell D., Shea A., Walker P., Mani M. Comparison of moisture buffering properties of plasters in full scale simulations and laboratory testing // Construction and Building Materials. 2020. Vol. 252. P. 119033. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.119033. EDN VTRJXK.
12. Ustabas I., Cuce E. Thermal insulation and mechanical properties of a specially improved insulation plaster under freezing–thawing and high-temperature conditions // International Journal of Low Carbon Technologies. 2023. Vol. 18. Pp. 682–688. DOI: 10.1093/ijlct/ctad034. EDN SSUNNT.
13. Chan C.L., Zhang M. Effect of limestone on engineering properties of alkali-activated concrete : a review // Construction and Building Materials. 2023. Vol. 362. P. 129709. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129709. EDN DKPQVZ.
14. Paralkar V., Damle R. Moisture buffering and mould growth characteristics of naturally ventilated lime plastered houses // UCL Open Environment. 2024. Vol. 6. Issue 1. DOI: 10.14324/111.444/ucloe.1988. EDN EZVANG.
15. La Russa M.F., Ruffolo S.A. Mortars and plasters — How to characterize mortar and plaster degradation // Archaeological and Anthropological Sciences. 2021. Vol. 13. Issue 10. DOI: 10.1007/s12520-021-01405-1. EDN HMNRUK.
16. Šadauskienė J., Šeduikytė L. Moisture accumulation in renovated external walls // Proceedings of the International Conference “Innovative Materials, Structures and Technologies”. 2014. P. 151. DOI: 10.7250/iscconstr.2014.25
17. Мажитов Е.Б. Золь-силикатная краска для отделки стен зданий : дис. ... канд. техн. наук. Пенза, 2021. 165 с.
18. Nenadálová Š., Balík L., Rydval M., Bittner T. Laboratory verification of water vapour permeability of plaster compositions // Procedia Engineering. 2016. Vol. 151. Pp. 50–57. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.364

19. Le C.M., Le T.H. The Study's Chemical Interaction of the Sodium Silicate Solution with Extender Pigments to Investigate High Heat Resistance Silicate Coating // *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2021. Vol. 2021. Pp. 1–11. DOI: 10.1155/2021/5510193. EDN WGNBWF.

20. Posani M., Veiga R., de Freitas V.P. Thermal renders for traditional and historic masonry walls: Comparative study and recommendations for hygric compatibility // *Building and Environment*. 2023. Vol. 228. P. 109737. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109737. EDN TIZIHI.

Поступила в редакцию 26 сентября 2025 г.

Принята в доработанном виде 19 марта 2026 г.

Одобрена для публикации 20 мая 2026 г.

ОБ АВТОРАХ: **Роман Алексеевич Майер** — аспирант кафедры архитектурно-строительного проектирования; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 9; РИНЦ ID: 1308605; maier@agiogk.ru;

Нина Николаевна Шангина — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой архитектурно-строительного проектирования; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 9; РИНЦ ID: 477451, Scopus: 57194455166; shangina@agiogk.ru;

Алексей Михайлович Харитонов — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии строительных материалов и метрологии; **Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)**; 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4; РИНЦ ID: 465143, Scopus: 56789672400, ResearchID: AAG-7430-2020; haritonov@agiogk.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Medyanik Yu.V. Classification and analysis of defects and damages of plaster coatings of building facades. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2018; 2(44):231-238. EDN XQCNNB. (rus.).

2. Orlovich R.B., Gorshkov A.S., Shangina N.N., Kharitonov A.M. Causes and mechanisms of damage to facades plaster facing of the historical stone buildings. *Sociology of the City*. 2023; 2:59-77. DOI: 10.35211/19943520_2023_2_59. EDN OAJHLR. (rus.).

3. Shangina N.N., Kharitonov A.M., Kornienko S.V., Olshevsky V.Ya., Yenikeev A.I., Fomin S.N. et al. Influence of the type of plaster finishing on the thermal properties of brick building components. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2025; 1(98):407-417. DOI: 10.35211/18154360_2025_1_407. EDN ARSNDZ. (rus.).

4. Drdácý M., Ševčík R., Frankeová D., Koudelková V., Buzek J., Eisler M. et al. Degradation Mechanisms of Mortar and Plaster Layers. *Materials*. 2024; 17(14):3419. DOI: 10.3390/ma17143419. EDN LHKDJJ.

5. Loganina V.I. *Lime dry building mixes for restoration and finishing of buildings and structures : monograph*. Penza, PGUAS, 2015; 320. EDN XYSXZZ. (rus.).

6. Kupriyanov V.N. Evaluation and regulation of water vapor condensation in enclosing structures. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2022; 1(59):29-40. DOI: 10.52409/20731523_2022_1_29. EDN UOGVHQ. (rus.).

7. Shangina N.N., Kharitonov A.M., Kornienko S.V., Olshevsky V.Ya., Fomin S.N., Gorshkov A.S. Comparative analysis of the complex of thermal and moisture properties of cement and lime plaster mortars. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2025; 2(99):67-76. DOI: 10.35211/18154360_2025_2_67. EDN IEEUUK. (rus.).

8. Gorshkov R.A., Kornienko S.V. Influence of climate and external plaster on the humidity conditions of masonry walls. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2024; 19(6):971-981. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.6.971-981. EDN MATOQI. (rus.).

9. Petrov A.S., Kupriyanov V.N. Influence of temperature and moist operating conditions of construction materials on their vapor permeability. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2015; 1(31):92-98. EDN TWRNAD. (rus.).

10. Bogoslovsky V.N. *Thermal regime of a building*. Moscow, Stroyizdat, 1979; 248. (rus.).

11. Cascione V., Maskell D., Shea A., Walker P., Mani M. Comparison of moisture buffering properties of plasters in full scale simulations and laboratory testing. *Construction and Building Materials*. 2020; 252:119033. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.119033. EDN VTRJXK.

12. Ustabas I., Cuce E. Thermal insulation and mechanical properties of a specially improved insulation plaster under freezing-thawing and high-temperature

conditions. *International Journal of Low Carbon Technologies*. 2023; 18:682-688. DOI: 10.1093/ijlct/ctad034. EDN SSUNNT.

13. Chan C.L., Zhang M. Effect of limestone on engineering properties of alkali-activated concrete : a review. *Construction and Building Materials*. 2023; 362: 129709. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129709. EDN DKPQVZ.

14. Paralkar V., Damle R. Moisture buffering and mould growth characteristics of naturally ventilated lime plastered houses. *UCL Open Environment*. 2024; 6(1). DOI: 10.14324/111.444/ucloe.1988. EDN EZVAHG.

15. La Russa M.F., Ruffolo S.A. Mortars and plasters — How to characterize mortar and plaster degradation. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2021; 13(10). DOI: 10.1007/s12520-021-01405-1. EDN HMNRUK.

16. Šadauskienė J., Šeduikytė L. Moisture accumulation in renovated external walls. *Proceedings of the International Conference “Innovative Materials,*

Structures and Technologies”. 2014; 151. DOI: 10.7250/isconstrs.2014.25

17. Mazhitov E.B. *Sol-silicate paint for wall finishing of buildings : diss. ... cand. of technical sciences*. Penza, 2021; 165. (rus.).

18. Nenadálová Š., Balík L., Rydval M., Bittner T. Laboratory verification of water vapour permeability of plaster compositions. *Procedia Engineering*. 2016; 151:50-57. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.364

19. Le C.M., Le T.H. The Study’s Chemical Interaction of the Sodium Silicate Solution with Extender Pigments to Investigate High Heat Resistance Silicate Coating. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2021; 2021:1-11. DOI: 10.1155/2021/5510193. EDN WGNBWF.

20. Posani M., Veiga R., de Freitas V.P. Thermal renders for traditional and historic masonry walls: Comparative study and recommendations for hygric compatibility. *Building and Environment*. 2023; 228:109737. DOI: 10.1016/j.buildenv.2022.109737. EDN TIZIHI.

Received September 26, 2025.

Adopted in revised form on March 19, 2026.

Approved for publication on May 20, 2026.

B I O N O T E S : **Roman A. Mayer** — postgraduate student of the Department of Architectural and Construction Design; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky prospect, St. Petersburg, 190031, Russian Federation; ID RSCI: 1308605; maier@agiogk.ru;

Nina N. Shangina — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Architectural and Construction Design; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky prospect, St. Petersburg, 190031, Russian Federation; ID RSCI: 477451, Scopus: 57194455166; shangina@agiogk.ru;

Alexey M. Kharitonov — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technology of Building Materials and Metrology; **Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)**; 4, 2nd Krasnoarmeyskaya st., St. Petersburg, 190005, Russian Federation; ID RSCI: 465143, Scopus: 56789672400, ResearcherID: AAG-7430-2020; haritonov@agiogk.ru.

Authors’ contribution: all authors contributed equally to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.