

Повышение атмосферостойкости штукатурного покрытия наружных кирпичных стен отапливаемых зданий

Н.А. Иванникова¹, А.Л. Жолобов²

¹*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет,*
²*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Аннотация: При возведении зданий из кирпича, поверхность их наружных стен, как правило, оштукатуривают. В период отопительного сезона штукатурное покрытие на поверхности кирпичной стены испытывает значительное разрушающее воздействие. В данной статье рассмотрен вопрос повышения атмосферостойкости фасадного штукатурного покрытия с помощью легкого штукатурного цементного раствора, а также совершенствование технологии его устройства.

Ключевые слова: штукатурное покрытие, штукатурный раствор, атмосферостойкость, кирпичная стена, отапливаемое здание, фасадная штукатурка, легкий цементный раствор.

Многолетний опыт эксплуатации зданий с оштукатуренными наружными кирпичными стенами показывает, что срок службы фасадного штукатурного покрытия в несколько раз меньше срока службы кирпичных стен, вследствие чего появляется необходимость периодически ремонтировать или менять штукатурное покрытие из-за значительного его износа. Особенно быстрое разрушение штукатурного покрытия на фасадных поверхностях стен отапливаемых зданий происходит в зимний период, в следствии эксфильтрации теплого воздуха через наружную стену, в результате чего под штукатурным покрытием конденсируется влага [1].

Основными признаками физического износа фасадного штукатурного покрытия являются частичное или полное его отслоение от кирпичной кладки, трещины, шелушение и эрозия поверхностного слоя, а также деструкция материала [2]. При оштукатуривании стен, как правило, используют цементно-известковый раствор, кроме цокольного участка стен, где применяют более водостойкий цементный раствор [3]. Здесь следует отметить, что на внутренних поверхностях этих стен при нормальной эксплуатации здания такие повреждения не возникают, что свидетельствует об уязвимости именно фасадного штукатурного покрытия.

В связи с вышеуказанным, проблема повышения атмосферостойкости фасадного штукатурного покрытия кирпичных стен отапливаемых зданий является важной и современной, а значит, актуальной.

С целью решения данной научно-практической проблемы авторами статьи выполнено исследование, в ходе которого доказана состоятельность гипотезы о возможности повышения атмосферостойкости фасадного штукатурного покрытия при использовании легкого штукатурного цементного раствора и совершенствование технологии его устройства.

На первом этапе исследования была определена совокупность и изучен характер проявления имеющихся недостатков фасадной штукатурки при атмосферных воздействиях на нее, а также возникающие при этом повреждения, считающиеся признаками физического износа. Результаты этого этапа исследования представлены в таблице 1.

Таблица № 1

Эксплуатационные недостатки фасадного штукатурного покрытия наружных кирпичных стенах отапливаемых зданий

Эксплуатационные недостатки	Характер проявления недостатков штукатурного покрытия	Признаки износа
Коэффициент линейного расширения штукатурного покрытия значительно больше чем у кирпичной кладки	Неравномерная деформация вызывает растягивающие усилия в штукатурном покрытии в холодное время года, а в жаркую погоду, наоборот, сжимающие усилия	Соответственно, трещины или выпучивание
	Неравномерная деформация вызывает касательные напряжения в зоне контакта с кладкой (перерезывающая сила, межслойные напряжения в зоне контакта)	Отслоение
Паропроницаемость штукатурного покрытия ниже чем у кирпичной кладки	Затрудняется удаление влаги через фасадную поверхность стены конденсирующейся в ее толще в отопительный период и	Отслоение

	деструкция материала в контактной зоне в результате многократного замораживания и оттаивания	
Прочность сцепления значительно ниже когезионной прочности штукатурного раствора	Плохая химическая совместимость штукатурного раствора с кирпичом, несовершенство технологии оштукатуривания	Отслоение
Недостаточная водостойкость при наличии в составе штукатурного раствора извести	При попадании дождевой или талой воды на поверхность, из раствора происходит вымывание извести	Деструкция материала штукатурного покрытия
В поверхностном слое штукатурного покрытия в отличие от внутреннего имеет сконцентрированы открытые капилляры и поры, образующиеся при разравнивании (затирке) раствора и последующем его выдерживании в процессе твердения на открытом воздухе	В открытые капилляры и поры поверхностного слоя штукатурного покрытия беспрепятственно проникает дождевая или талая вода, которая при многократном замерзания и оттаивания в холодное время года, а, кроме того, при испарении летом разрушает структуру материала поверхностного слоя	Шелушение поверхности, эрозия

Таким образом, получаемое штукатурное покрытие изначально является уязвимым по отношению к значительным колебаниям температур наружного воздуха, атмосферным осадкам, попадающим на фасадную поверхность стены, и конденсации влаги в ее толще под штукатурным покрытием, а значит она не является надежной и долговечной [4-7]. К тому же, имея более высокую теплопроводность, чем кирпичная кладка, штукатурное покрытие даже толщиной 30 мм не увеличивает термическое сопротивление наружной стены.

Второй этап исследования заключался в выборе материала для получения атмосферостойкого штукатурного покрытия, лишенного вышеуказанных недостатков, то есть обладающего совокупность таких свойств, как прочность, высокая адгезия, водонепроницаемость, коррозионная и эрозионная стойкость морозостойкость.

Как правило, для наружных кирпичных стен отапливаемых зданий используется штукатурное покрытие, представляющее собой нанесенный в пластическом состоянии выровненный, уплотненный и впоследствии затвердевший слой цементного раствора. Такое покрытие предохраняет конструкцию стены от выветривания, сырости и других атмосферных воздействий.

Однако, данное штукатурное покрытие имеет следующие недостатки:

- склонность к растрескиванию и отслоению при сезонных колебаниях температуры наружного воздуха (по-причине того, что температурный коэффициент линейного расширения цементной штукатурки значительно выше, чем у кирпичной стены, а температурный интервал, в котором эксплуатируется штукатурное покрытие значительно шире, чем у кирпичной стены отапливаемого здания);

- низкая коррозионная и эрозионная стойкость (вследствие высокого водопоглощения, делающего штукатурное покрытие менее морозостойким, а значит более уязвимым к воздействиям атмосферных осадков и ветра в процессе эксплуатации здания);

- высокое сопротивление паропроонианию (способствует переувлажнению материалов стены отапливаемого здания).

Третьим этапом исследования, стало решение задачи по созданию атмосферостойкого штукатурного покрытия наружных кирпичных стен, способного в процессе многолетней эксплуатации отапливаемого здания сопротивляться различным атмосферным воздействиям без ухудшения его

функциональных свойств. Особенностью в данном случае, является применение легкого штукатурного раствора с коэффициентом линейного расширения $\leq 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, капиллярно-пористая структура которого в контактной зоне штукатурки со стеной имеет в наличии только мелкие поры, а в поверхностной зоне присутствует значительное преобладание закрытых пор над открытыми. Исследуемое атмосферостойкое штукатурное покрытие, представляющее собой затвердевший цементный раствор, нанесенный на наружную поверхность кирпичной стены отопляемого здания, схематично изображено на рис.1.

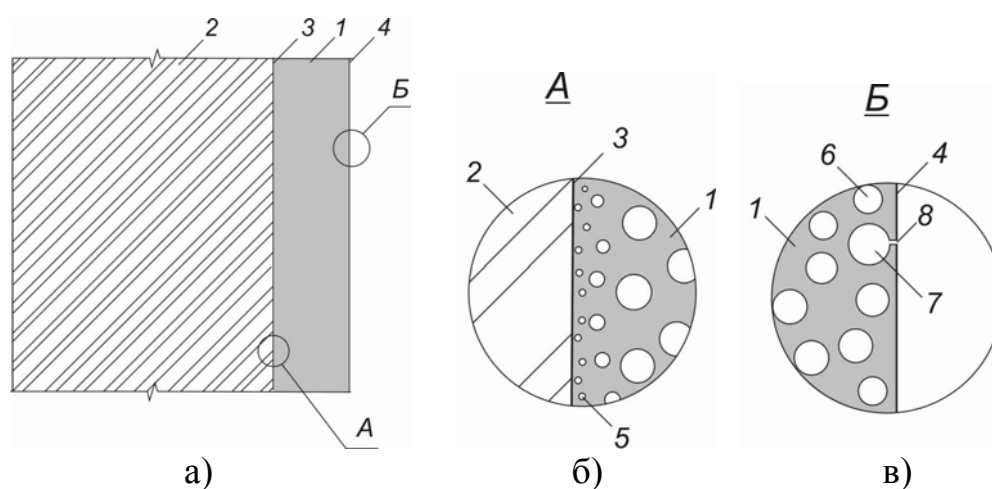


Рис. 1. – Схема атмосферостойкого штукатурного покрытия:

а) Фрагмент атмосферостойкого штукатурного покрытия в разрезе; б) Узел А – место контактной зоны штукатурки с кирпичной стеной; в) Узел Б – зона контакта штукатурки с открытым воздухом.

1 – атмосферостойкое штукатурное покрытие, представляющее собой ровную поверхность слоя затвердевшего штукатурного цементного раствора;
2 - наружная кирпичная стена отопляемого здания; 3 - зона контакта с наружной кирпичной стеной; 4 - поверхностная зона; 5 - мелкие закрытые поры штукатурки; 6 - открытые поры; 7 - открытые поры соединенные с атмосферой; 8 – воздушные капилляры.

Согласно п. 8.8. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», слои в многослойной конструкции здания должны быть расположены таким образом, чтобы с теплой стороны стены находился внутренний слой с большим сопротивлением паропроницанию, чем наружный слой. С целью достижения требуемых параметров, штукатурное покрытие выполняется из легкого раствора плотностью до 800 кг/м^3 . Такая штукатурки из легкого цементного раствора имеет пористый заполнитель, и, в отличие от тяжелого раствора, имеет более низкое, чем у кирпичной стены сопротивление паропроницанию.

Температурный коэффициент линейного расширения, согласно штукатурки является одним из показателей ее совместимости с наружной кирпичной стеной. Установлено, что штукатурное покрытие подвергается меньшим температурным деформациям в том случае, когда разность значений коэффициента линейного расширения у штукатурного покрытия и стены наименьшая. Отсутствие крупных пор в капиллярно-пористой структуре раствора в контактной зоне штукатурного покрытия со стеной, при наличии мелких пор, объясняется необходимостью увеличения площади контакта со стеной, что способствует повышению прочности их сцепления, и, следовательно, сохранения паропроницаемости покрытия.

Преобладание закрытых пор над открытыми порами, соединенными с атмосферой воздушными капиллярами, в поверхностной зоне штукатурного покрытия необходимо для снижения водопоглощения, а значит повышения его морозостойкости, коррозионной и эрозионной стойкости.

Выбор значения предела коэффициента линейного расширения равный $\leq 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ объясняется следующим. Штукатурное покрытие с температурным коэффициентом линейного расширения более $0,75 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$ в холодный период года, когда разность средних значений температуры штукатурки и кирпичной стены достигает максимальных значений,

подвергается значительным растягивающим напряжениям, которые вызывают ее растрескивание и отслаивание, так как у кирпичной стены этот показатель ниже указанного предела [8].

Четвертым этапом исследования стало проведение эксперимента, наглядно доказывающего эффективность применения атмосферостойкого штукатурного покрытия в качестве отделочного покрытия наружной стены отапливаемого здания из керамического кирпича.

В процессе проведения эксперимента, штукатурку с температурным коэффициентом линейного расширения $5,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и толщиной от 10 до 15 мм из легкого штукатурного цементного раствора плотностью 800 кг/м³, содержащего в качестве мелкого заполнителя керамзитовый песок, нанесли на внешнюю сторону наружной стены, кладка которой выполнена из керамического пустотелого кирпича на цементном кладочном растворе с полным заполнением швов. Термический коэффициент линейного расширения стены при этом равен $5,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Установлено, что в процессе эксплуатации указанное штукатурное покрытие способно длительное время защищать кирпичную стену от атмосферных воздействий по следующим причинам:

- штукатурное покрытие не растрескивается и не отслаивается от стены при колебаниях температуры наружного воздуха от минус 40 до + 40 °С, в связи с тем, что значения температурного коэффициента линейного расширения штукатурки и кирпичной кладки примерно равны, а повышенная прочность сцепления их между собой обеспечена увеличенной площадью взаимного контакта, поскольку в капиллярно-пористой структуре раствора в контактной зоне штукатурки отсутствуют крупные поры;

- затвердевший штукатурный раствор не подвергается значительным деформациям набухания и усадки вследствие уменьшенного водопоглощения штукатурки, в капиллярно-пористой структуре поверхностной зоны которой

преобладают закрытые поры. Минимальное наличие или отсутствие открытых пор делает её поверхность более гладкой, а, следовательно, более стойкой к выветриванию раствора;

- устройство штукатурки указанным образом не способствует накоплению влаги в толще стены, благодаря более высокому сопротивлению паропрооницанию цементного штукатурного раствора на керамзитовом песке.

Технологической особенностью устройства штукатурного покрытия, в капиллярно-пористой структуре поверхностной зоны которой преобладают закрытые поры, является выдерживание штукатурного раствора в процессе твердения под плотно прилегающей к ней воздухонепроницаемой пленкой. Вследствие отсутствия контакта свежеложенного раствора с атмосферным воздухом, вступающая в реакцию гидратации вода, находящаяся в растворе, в большей части пор раствора не замещается через образующиеся, вследствие возникающего в них разрежения, поверхностные капилляры наружным воздухом, в результате чего поры остаются закрытыми.

В свою очередь, отсутствие крупных пор в капиллярно-пористой структуре штукатурного раствора в зоне контакта штукатурки с наружной кирпичной стеной достигается путем местного виброуплотнения раствора до начала его твердения в зоне контакта с помощью вибропластины, а также перетиранием содержащихся крупных пор зерен керамзитового песка между работающей вибропластиной и стеной [9].

По результатам проведенного исследования был разработан и получен патент на полезную модель «Атмосферостойкая штукатурка наружной кирпичной стены отапливаемого здания № 2017119143 [10].

Таким образом, полученное вышеуказанным способом штукатурное покрытие наружных кирпичных стен обладает повышенной прочностью, способной в процессе многолетней эксплуатации отапливаемого здания

сопротивляться различным атмосферным воздействиям без ухудшения ее функциональных свойств.

Литература

1. Росс Х. Штукатурка. Практическое руководство. Материалы, техника производства работ, предотвращение дефектов / Хармут Росс, Фридеманн Шталь; пер. с нем. Н. А. Хрусталева; под общ. ред. П. В. Зозуля; редкол.: П. В. Зозуля (гл. 1, 2 и 4), П. Н. Васильев (гл. 3). – СПб. : РИА «Квинтет» – 2006, 274 с : ил.

2. Нестле. Х. Строительная техника, конструкции и технологии: в 2 т. – М.: Техносфера – 2007, Т. 2. – 344 с.

3. Ziegenbalg, G., Brümmer, K., Pianski, J.; Nano-lime - a new material for the consolidation and conservation of historic mortars in: Historic Mortars - HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop; edited by J. Válek, C. Groot and J.J. Hughes; e-ISBN: 978-2-35158-112-4; pp. 1301 – 1309.

4. Шеина С.Г., Миненко А.Н. Анализ и расчет «мостиков холода» с целью повышения энергетической эффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1097.

5. Османов С.Г., Бабкин О.А. К исследованию возможностей повышения эксплуатационных качеств теплоизоляционных фасадных систем с тонкой штукатуркой // Научное обозрение. – 2015. – № 21. – С. 89–94.

6. Жолобова Е.А., Жолобов А.Л. Информационное обеспечение подготовки предпроектных решений по капитальному ремонту зданий // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1232.

7. Пастушков П.П. Влияние влажностного режима ограждающих конструкций с наружными штукатурными слоями на энергоэффективность теплоизоляционных материалов // Дисс. канд. техн. наук, М. - 2013. - 169 с.

8. Kobuliev Z.V. Modeling of process of karring heat and account of heat conductivity of composite materials / Kobuliev Z.V., Sharifov A.Sh., Safarov M.M. // ICCE/6, Sixth annual international conference on composites engineering. - Orlando, Florida, 1999. -pp.761-762.

9. Жолобов А.Л., Иванникова Н.А., Духанин П.В. Восстановление и наращивание защитного слоя бетона на наружных поверхностях ограждающих конструкций // Промышленное и гражданское строительство, 2012, № 8. С. 37–39.

10. Атмосферостойкая штукатурка наружной кирпичной стены отапливаемого здания: Патент на полезную модель 175158 РФ, МПК E04F 13/00 (2006.01) - № 2017119143. / Ююкова К.А., Иванникова Н.А., Жолобова Е.А., Жолобов А.Л., Иванников А.А. – заявл. 31.05.2017; опубл. 23.11.2017 г. - Бюл. № 33.

References

1. Ross H. SHtukaturka. Prakticheskoe rukovodstvo. Materialy, tekhnika proizvodstva rabot, predotvrashchenie defektov [Plasterwork. Guidelines. Materials, methods, prevention of defects]. Hartmut Ross, Friedemann Schtall; translated from German language into Russian language by N. A. Khrustaleva; under general editorship of P. V. Zozulya; editorship. P.V. Zozulya (Ch. 1, 2 & 4), P.N. Vasilyev (Ch. 3). SPb. RIA «Kvintet» 2006, 274 p.: illustrated.

2. Nestle. H. Stroitel'naya tekhnika, konstrukcii i tekhnologii [Construction equipment, structures and technologies]: 2 volumes, H. Nestle. M. Technosphaera. 2007. vol. 2. 344 p.

3. Ziegenbalg, G., Brümmer, K., Pianski, J.; HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop; edited by J. Válek, C. Groot and J.J. Hughes; e-ISBN: 978-2-35158-112-4; pp. 1301 – 1309.

4. Sheina S.G., Minenko A.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (part 1). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1097.



5. Osmanov S.G., Babkin O.A. Nauchnoe obozrenie. 2015. № 21. pp. 89–94.
6. Zholobova E.A., Zholobov A.L. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4, (part 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1232.
7. Pastushkov P.P. Vlijanie vlazhnostnogo rezhima ograzhdajushhih konstrukcij s naruzhnymi shtukaturnymi slojami na jenergojeffektivnost' teploizoljacionnyh materialov [Influence of moisture on the external parts, catalytic elements on the energy efficiency of thermal insulation materials]. Diss. kand. tehn. nauk, M. 2013. 169 p.
8. Z.V.Kobuliev, A.Sh.Sharifov, M.M.Safarov. ICCE/6, Sixth annual international conference on composites engineering. Orlando, Florida, 1999. pp.761-762.
9. Zholobov A.L., Ivannikova N.A., Duhanin P.V. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 2012, № 8. pp. 37–39.
10. Atmosferostojkaja shtukaturka naruzhnoj kirpichnoj steny otaplivaemogo zdanija: Patent na poleznuju model' 175158 RF, MPK E04F 13/00 (2006.01) - № 2017119143. Jujukova K.A., Ivannikova N.A., Zholobova E.A., Zholobov A.L., Ivannikov A.A. zajavl. 31.05.2017; opubl. 23.11.2017 g. Bjul. № 33. [Weatherproof stucco exterior brick wall of the building to be heated].