

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.34031/2071-7318-2026-11-7-8-14

^{1,*}Логанина В.И., ²Зайцева М.В.¹Пензенский государственный университет архитектуры и строительства²Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

*E-mail: loganin@mail.ru

ВЫБОР ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ШТУКАТУРНОГО РАСТВОРА ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Аннотация. Целью данной работы является сравнение свойств растворов на основе натуральной NHL, искусственной HL гидравлической и воздушной извести и на основании полученных результатов рекомендовать область их применения при реставрации зданий исторической застройки. Оценка проводилась по результатам кинетики набора прочности, показателей пористости, водопоглощения и паропроницаемости. Установлено, что для растворов на основе искусственной гидравлической извести в раннем возрасте твердения характерно более низкое значение прочности на сжатие, однако спустя 20 суток твердения наблюдается более интенсивный рост прочности. В возрасте 180 суток твердения прочность на сжатие составляет $R_{сж}=5,1$ МПа. Для раствора на основе воздушной извести характера более низкая скорость набора прочности по сравнению с применением гидравлической извести. В возрасте 28 суток твердения прочность на сжатие составляет 1,2 МПа. Выявлено, что для известкового раствора на основе воздушной извести характерна более высокая скорость карбонизации по сравнению с гидравлической известью. Скорость карбонизации известковых растворов на основе HL несколько медленней по сравнению с натуральной гидравлической известью NHL. В начальный период твердения реакция карбонизации известковых растворов имеет более высокую скорость, спустя 28-30 суток скорость карбонизации снижается. Установлено, что коэффициент размягчения растворов на основе натуральной гидравлической извести составляет 0,8, а на основе искусственной гидравлической извести – 0,84. Пористость раствора на основе натуральной гидравлической извести NHL составляет 31,5 %, водопоглощение при капиллярном всасывании – 0,476 кг/(м²ч^{0,5}), коэффициент паропроницаемости раствора – 0,096 мг/(мчПа), а на основе искусственной HL, соответственно – 29,4 %, 0,376 кг/(м²ч^{0,5}); 0,103 мг/(мчПа). Предложено при реставрации зданий исторической застройки применять при нанесении набрызга штукатурный слой на основе натуральной гидравлической извести, при нанесении основного грунта – слой на основе искусственной гидравлической извести, а при нанесении кроющего слоя – на основе воздушной извести.

Ключевые слова: гидравлическая известь, реставрация, прочность, паропроницаемость.

Введение. В настоящее время существует множество примеров исторических зданий с известковыми растворами, которые хорошо сохранились, что свидетельствует о том, что известковые растворы могут обладать достаточной долговечностью. В связи с открытием гидравлических связующих известь постепенно была заменена ими. Однако применение цемента в качестве вяжущего при изготовлении штукатурных растворов для реставрации исторических зданий наносит большой ущерб из-за высокой прочности, жесткости и низкой паропроницаемости цементных растворов.

В связи с этим наблюдается возрождение интереса к применению извести для реставрации зданий исторической застройки, объектов культурного наследия [1–4]. В настоящее время существует множество примеров исторических зданий с известковыми растворами, которые хорошо сохранились, что свидетельствует о том,

что известковые растворы могут обладать достаточной долговечностью.

Известковые вяжущие разделяют на воздушную и гидравлическую известь. Строительные растворы на основе воздушной извести обладают низкими усадочными деформациями при высыхании, хорошей паропроницаемостью, но низкой ранней прочностью, низкой водостойкостью, характеризуются медленным твердением и быстрым разрушением во влажной или водной среде. Гидравлическая известь, обладая гидравлическими свойствами, применяется для приготовления штукатурного раствора для реставрации зданий исторической застройки и отделки наружных стен вновь строящихся объектов. Гидравлическая известь характеризуется умеренной прочностью, более быстрым твердением, хорошей водостойкостью, устойчивостью к солевой эрозии и другими преимуществами [5–9]. Существует два вида гидравлической извести – нату-

ральная гидравлическая известь (NHL) и искусственная гидравлическая известь (HL), получаемая смешиванием воздушной извести с пуццолановыми добавками [10–13].

Температура обжига при производстве гидравлической извести низкая (приблизительно 900–1100 °С), и при ее производстве выделяется меньше углекислого газа, поэтому использование гидравлической извести для приготовления раствора значительно снижает загрязнение окружающей среды.

Анализ научно-технической литературы показал, что при реставрации зданий исторической застройки ремонтный раствор на основе гидравлической извести обладает высокой совместимостью с физическими, химическими и механическими свойствами древних зданий, а также было установлено, что растворимые соли не проникают в структуру древнего здания после использования ремонтного раствора на основе гидравлической извести [14]. Свойства и механизм твердения известковых растворов на основе гидравлических вяжущих сложны и имеют свои преимущества и недостатки, что приводит к отсутствию ясности в отношении применения каждой гидравлической известковой системы.

Повышению срока службы известкового штукатурного раствора способствует нанесение последовательных слоев с дифференцированными свойствами для предотвращения проникновения влаги в структуру материала. Совместимость наносимых штукатурных растворов достигается за счет функционального сродства ремонтного раствора с оригиналом, которое может быть достигнуто за счет сопоставимой пористости, проницаемости и прочности, а также других важных свойств.

При проектировании технологии штукатурных работ при реставрации зданий исторической застройки руководствуются следующими правилами. Внутренний слой должен иметь механическую прочность ниже, чем у основания, а каждый последующий слой должен иметь прочность ниже, чем у предыдущего. Из этого следует, что система связующих является наиболее влияющим параметром, влияющим на долговременную стойкость известковых растворных смесей. Разработка и применение совместимых и долговечных штукатурных ремонтных растворов является актуальной научно-технической задачей в каждом проекте реставрации.

В соответствии с этим актуальным является вопрос о выборе связующего для приготовления набрызга, грунта и кроющего слоя. Из-за неудачного выбора вяжущего при проведении реставрационных работ наблюдается снижение качества

работ по сохранению зданий исторической застройки и рост риска утраты архитектурного наследия.

Цель исследования – выявить различия в свойствах между известковыми растворами на основе гидравлической и воздушной извести и разработать рекомендации по применению штукатурных известковых растворов в технологии производства реставрационных работ.

Материалы и методы исследований. При разработке рецептуры штукатурного раствора в качестве вяжущего применяли гидравлическую известь «Тамасли» NHL3,5. Гидравлический модуль извести составляет $M = 2,69$.

Для приготовления искусственной гидравлической извести HL применяли гашеную известь (пушонка) активностью 64–67%, истинной плотностью 2230 кг/м³, насыпной плотностью 280 кг/м³, с удельной поверхностью 1000 м²/кг (ГОСТ 9179-18); белый цемент ПЦБ 1-500 Д0 (ГОСТ 965-89) и метакралин ВМК-45 ($S_{уд}=1700$ м²/кг) с содержанием (в % по массе): SiO₂ – 53; Al₂O₃ – 42 и пуццолановой активностью 1210 мг/г (ООО «Синерго», РФ). Содержание цемента составляло 25 %, пуццолановой добавки метакралина 10 %. В качестве мелкого заполнителя при приготовлении штукатурных растворов применяли сурский кварцевый песок с модулем крупности $M=1,5$. Водоцементное отношение составляло В/Ц=0,65. Образцы твердели в воздушно сухих условиях.

Прочность на сжатие образцов определяли с помощью испытательной машины типа ИР 5057–50 (рис. 1) и рассчитывали по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{F} \quad (1)$$

где P – разрушающая сила, Н; F – площадь поперечного сечения образца до испытания, м².



Рис. 1. Установка для определения прочности при сжатии

Состав продукта, известковых паст были измерены с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM).

В работе определяли глубину карбонизации известковых растворов, которую оценивали, как расстояние от поверхности образца до полно-

стью карбонизированного фронта, определяемого по изменению величины водородного показателя pH с помощью раствора фенолфталеина. Скорость карбонизации известкового теста определяли по изменению толщины карбонизированного слоя с течением времени.

Свойства раствора, определяющие его устойчивость к воздействию окружающей среды, оценивали по водопоглощению, водостойкости. Коэффициенты размягчения образцов раствора рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{разм}} = \frac{R_{\text{вл}}}{R_{\text{сух}}} \quad (2)$$

где R – прочность на сжатие в сухом состоянии; $R_{\text{вл}}$ – прочность на сжатие в насыщенном водой состоянии.

Водопоглощение при капиллярном подсосе разрабатываемых отделочных покрытий $W_{\text{кп}}$ определяли по ГОСТ 31356-2007 и вычисляли по формуле:

$$W = k \frac{m_1 - m_2}{S} \quad (3)$$

где m_1 – масса сухого образца, кг; m_2 – масса влажного образца после 24 часов влагонасыщения, кг; S – площадь увлажняемой грани образца, м^2 ; k – коэффициент, учитывающий время насыщения образца.

Для нахождения коэффициента паропроницаемости определяли количество водяных паров, прошедших за время τ при температуре 18–20 °С через 1 см^2 поверхности покрытия в соответствии с ГОСТ 25898-2012. Коэффициент паропроницаемости μ ($\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$) покрытия на основе разрабатываемого состава ССС определяли по формуле:

$$\mu = \frac{P\delta}{F(Ee_{60}\tau)}, \quad (4)$$

где P – общее количество паров воды, перемещающейся путём диффузии через покрытие, соответствующее увеличению массы плёнки за время испытаний, мг; δ – толщина отделочного слоя, м; F – площадь отделочного слоя, м^2 ; E – парциальное давление водяного пара при влажности 100 %, Па, (упругость водяного пара); e_{60} – парциальное давление водяного пара при влажности 60 %, Па, (упругость водяного пара); τ – продолжительность испытания, ч.

Результаты. Установлено, что растворы NHL обладают большей подвижностью по сравнению с растворами HL. Подвижность смесей на основе натуральной гидравлической извести NHL3,5 составляет 12 см при том же соотношении воды и вяжущего, а подвижность растворной смеси на основе извести HL несколько ниже и равна 8,8 см. Это связано с большей водопотребностью воздушной извести, находящейся в рецептуре HL.

На рис. 2 показана кинетика набора прочности на сжатие известковых растворов в течение 7, 14, 28, 90 и 180 дней твердения.

Анализ приведенных на рис. 2 данных свидетельствует, что прочность известковых растворов увеличивается с течением времени. Прочность на сжатие растворов на основе натуральной гидравлической извести достигла в возрасте 28 суток твердения $R_{\text{сж}}=3,20$ МПа, на основе искусственной гидравлической извести 3,5 МПа, а на основе воздушной извести -1,2 МПа. Для растворов на основе искусственной гидравлической извести в раннем возрасте твердения характерно более низкое значение прочности на сжатие по сравнению с натуральной гидравлической известью, однако спустя 20 суток твердения наблюдается более интенсивный рост прочности. В возрасте 180 суток твердения прочность на сжатие составляет $R_{\text{сж}}=5,1$ МПа. Для раствора на основе воздушной извести характера более низкая скорость набора прочности по сравнению с применением гидравлической извести, что, очевидно, обусловлено более высокой пористостью и уменьшением вследствие высыхания влагосодержания, что снижает скорость карбонизации. Полученные результаты согласуются с данными в научно-технической литературе [15].

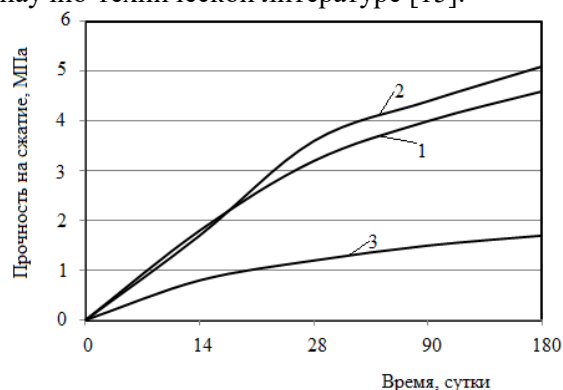


Рис. 2. Кинетика твердения известковых растворов: 1 – на основе гидравлической извести NHL3,5; 2 – на основе искусственной гидравлической извести HL; 3 – на основе воздушной извести

При изучении структурообразования (рис. 3) установлено, что морфология продуктов гидратации камня на основе извести демонстрирует различия в микроструктуре. Известковый камень NHL3,5 характеризуется наличием волокнистого гидрата силиката кальция (C-S-H), обернутого вокруг поверхности $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (рис. 3,а). Наблюдается наличие кубического CaCO_3 , что объясняется реакцией карбонизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В структуре известкового камня на основе искусственной гидравлической извести преобладают продукты гидратации клинкерной фазы малого размера, небольшое количество карбонизированных продуктов (CaCO_3) и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [16]. В структуре известко-

вого композита на основе воздушной извести обнаружены контрастные области нанометрового размера кристаллов кальцита и $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Более высокая скорость карбонизации характерна для известкового раствора на основе воздушной извести в период до 30 суток твердения, что обусловлено его более высокой пористостью, способствующей проникновению CO_2 и его взаимодействию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (рис.4, кривая 1). Спустя 30 суток твердения вследствие уменьшения влагосодержания раствора в результате его

высыхания наблюдается снижение скорости карбонизации. Реакция карбонизации известковых растворов на основе натуральной гидравлической извести NHL имеет более высокую скорость по сравнению с применением искусственной гидравлической извести HL (рис.4, кривая 2). Очевидно, это связано с пуццолановой реакцией, на которую расходуется часть $\text{Ca}(\text{OH})_2$, что подавляет раннюю реакцию карбонизации.

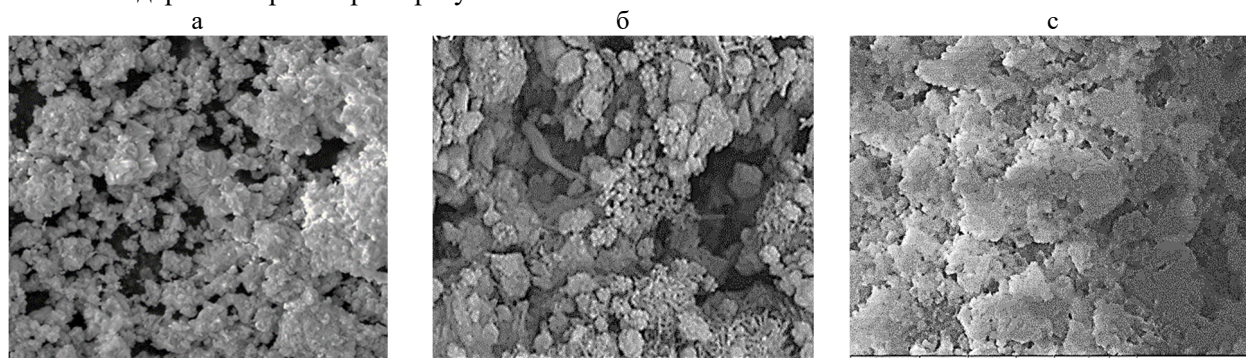


Рис. 3. Структура образцов на основе гидравлической извести: а – натуральная известь NHL3,5; б – искусственная известь HL; с – воздушная известь

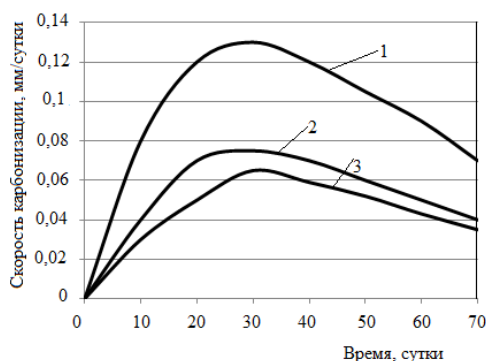


Рис. 4. Кинетика карбонизации известковых растворов: 1 – на основе воздушной извести; 2 – на основе натуральной гидравлической извести NHL; 3 – на основе искусственной гидравлической извести HL

Деградация исторических зданий, вызванная чрезмерной влажностью, приводящая к повреждениям и разрушениям стен, является распространенной проблемой в строительной отрасли. Для оценки поведения растворов при контакте с жидкой водой образцы были подвергнуты испытанию на водопоглощение при капиллярном всасывании после 28 суток твердения. Установлено, что коэффициент размягчения растворов на основе натуральной гидравлической извести NHL составляет 0,8, а на основе искусственной гидравлической извести HL – 0,84, что видимо, связано с микропористой структурой раствора. Пористость раствора на основе натуральной гидравлической извести NHL составляет 31,5%, водопоглощение при капиллярном всасывании – $0,476 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч}^{0.5})$, коэффициент паропроницаемости раствора – $0,096 \text{ мг}/(\text{м}^2\text{Па})$, а на основе искусственной HL, соответственно – 29,4%,

$0,376 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч}^{0.5})$, $0,103 \text{ мг}/(\text{м}^2\text{Па})$ (рис.5, 6). Коэффициент паропроницаемости раствора на основе воздушной извести составляет $0,12 \text{ мг}/(\text{м}^2\text{Па})$ при пористости 31%.

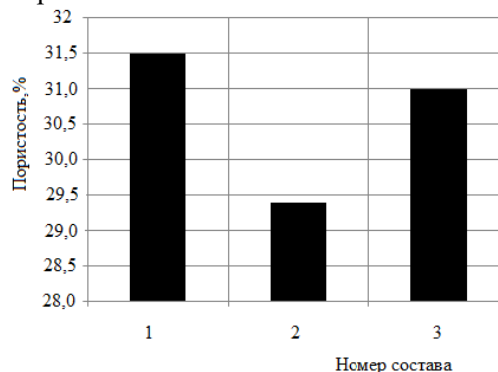


Рис. 5. Пористость известковых растворов: натуральная гидравлическая известь NHL; 2 – искусственная гидравлическая известь HL; 3 – известь воздушная

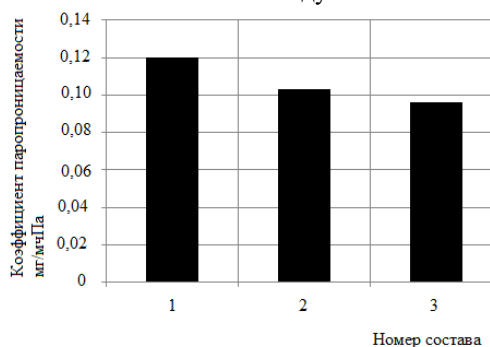


Рис. 6. Коэффициент паропроницаемости известковых растворов: 1 – известь воздушная; 2 – искусственная гидравлическая известь HL; 3 – натуральная гидравлическая известь NHL

Учитывая свойства растворов на основе натуральной, искусственной и воздушной извести (водопоглощение, паропроницаемость), на наш взгляд, процесс нанесения штукатурки при реставрации зданий исторической застройки должен предусматривать при нанесении набрызга применение штукатурного раствора на основе натуральной гидравлической извести NHL, при нанесении основного грунта – раствора на основе искусственной гидравлической извести NH, а при нанесении кроющего слоя – на основе воздушной извести.

Выводы:

1. Установлено, что для растворов на основе искусственной гидравлической извести HL в раннем возрасте твердения характерно более низкое значение прочности при сжатии, однако спустя 20 суток твердения наблюдается более интенсивный рост прочности по сравнению с кинетикой твердения растворов на основе натуральной гидравлической извести NHL. Для раствора на основе воздушной извести характера более низкая скорость набора прочности по сравнению с применением гидравлической извести.

2. Установлено, что коэффициент паропроницаемости раствора на основе воздушной извести составляет 0,12 мг/(мчПа) при пористости 31%. Штукатурный слой на основе искусственной гидравлической извести HL является более пористым и паропроницаемым по сравнению со слоем на основе натуральной гидравлической извести. Пористость и коэффициент паропроницаемости раствора на основе натуральной гидравлической извести NHL составляют 32% и 0,21 мг/(мчПа), а на основе искусственной HL, соответственно – 29,4 %, 0,151 мг/(мчПа).

3. Выявлено, что более высокая скорость карбонизации характерна для известкового раствора, что обусловлено его более высокой пористостью, способствующей проникновению CO₂ и его взаимодействию с Ca(OH)₂. Спустя 30 суток твердения вследствие уменьшения влагосодержания раствора в результате его высыхания наблюдается снижение скорости карбонизации. Реакция карбонизации известковых растворов на основе натуральной гидравлической извести NHL имеет более высокую скорость по сравнению с применением искусственной гидравлической извести HL. Очевидно, это связано с пуццолановой реакцией, на которую расходуется часть Ca(OH)₂, что подавляет раннюю реакцию карбонизации.

4. Предложено при реставрации зданий исторической застройки предусматривать при нанесении набрызга применение штукатурного раствора на основе натуральной гидравлической извести NHL, при нанесении основного грунта –

раствора на основе искусственной гидравлической извести HL, а при нанесении кроющего слоя – на основе воздушной извести

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логанина В.И., Давыдова О.А., Симонов Е.Е. Исследования закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита // Строительные материалы. 2011. № 12. С. 62–65. EDN: OORTDR
2. Elert K., Ruiz-Agudo E., Jroundi F., Gonzalez-Muñoz M.T., Fash B.W., Fash W.L., de Tagle Valentin N., Rodriguez-Navarro C.A. Degradation of ancient Maya carved tuff stone at Copan and its bacterial bioconservation // npj Materials Degradation. 2021. Vol. 5. Art. 44. DOI: 10.1038/s41529-021-00191-4 EDN: MYSCWZ
3. Батаева П.Д. Обзор составов и технологий для ремонта и реставрации объектов культурного наследия // Вестник Комплексного научно-исследовательского института им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук. 2021. № 5. С. 49–53. DOI: 10.34824/VKNIIRAN.2021.5.1.006 EDN:WCSBHV
4. Логанина В.И., Макарова Л.В., Тарасов Р.В., Давыдова О.А. Оптимизация состава композитов общестроительного назначения, модифицированных наноразмерными добавками // Региональная архитектура и строительство. 2010. № 2. С. 53–57. EDN: MXHSSL
5. Хаджишалапов Г.Н., Батаева П.Д., Батаева Х.М., Батаев А.Д. Ремонтно-реставрационный раствор на основе гидравлической строительной извести // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025. Т. 52, № 2. С. 227–234. DOI: 10.21822/2073-6185-2025-52-2-227-234 EDN: KEWTGA
6. Grilo J., Faria P., Veiga R., Silva A.S., Silva V., Velosa A. New natural hydraulic lime mortars: physical and microstructural properties in different curing conditions // Construction and Building Materials. 2014. Vol. 54. Pp. 378–384.
7. Maravelaki-Kalaitzaki P., Bakolas A., Karatasios I., Kilikoglou V. Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete // Cement and Concrete Research. 2005. Vol. 35. Pp. 1577–1586.
8. Silva B.A., Ferreira Pinto A.P., Gomes A. Natural hydraulic lime versus cement for blended lime mortars for restoration works // Construction and Building Materials. 2015. Vol. 94. Pp. 346–360.
9. Artioli G., Secco M., Addis A. The Vitruvian legacy: Mortars and binders before and after the Roman world // EMU Notes in Mineralogy. 2019. Vol. 20. Pp. 151–202. DOI: 10.1180/EMU-notes.20.4 EDN: MDGTIV

10. Grist E.R., Paine K.A., Heath A., Norman J., Pinder H. The environmental credentials of hydraulic lime-pozzolan concretes // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 93. Pp. 26–37.

11. Silva B.A., Ferreira Pinto A.P., Gomes A. Influence of natural hydraulic lime content on the properties of aerial lime-based mortars // *Construction and Building Materials*. 2014. Vol. 72. Pp. 208–218.

12. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Гидравлическая известь и романцемент из минерального сырья Татарстана // *Строительный вестник Татарстана*. 2002. № 2. С. 48–53.

13. Шелихов Н.С., Сагдиев Р.Р., Рахимов Р.З., Стоянов О.В. Низкообжиговые гидравлические вяжущие. Проблемы и решения // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17, № 2. С. 59–65. EDN: RWUNUH

Информация об авторах

Логанина Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление качеством». E-mail: loganin@mail.ru. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028, Пенза, ул. Г. Титова, д. 28.

Зайцева Мария Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры международной торговли. E-mail: zajceva@yandex.ru. Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. Россия, 117997, Москва, Стремянный пер., д. 36.

Поступила 27.02.2026 г.

© Логанина В.И., Зайцева М.В., 2026

^{1,*}Loganina V.I., ²Zaytseva M.V.

¹Penza State University of Architecture and Construction

²Plekhanov Russian University of Economics

*E-mail: loganin@mail.ru

SELECTION OF BINDING AGENT FOR PLASTER MORTAR IN RESTORATION OF HISTORIC BUILDINGS

Abstract. This article presents a comparison of the properties of mortars based on natural NHL and artificial HL hydraulic lime. It was found that mortars based on artificial hydraulic lime exhibit lower compressive strength early in the hardening process, but after 20 days of hardening, a more rapid increase in strength is observed. After 180 days of hardening, the compressive strength is $R_{com} = 5.1$ MPa. The carbonation reaction of lime mortars based on natural NHL hydraulic lime is faster early in the hardening process, but this rate decreases later. The carbonation rate of lime mortars based on HL is somewhat slower. The softening coefficient of mortars based on natural hydraulic lime is 0.8, while that of mortars based on artificial hydraulic lime is 0.84. The porosity of the solution based on natural hydraulic lime NHL is 31.5%, water absorption by capillary suction is $0.476 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0.5})$, the vapor permeability coefficient of the solution is $0.096 \text{ mg}/(\text{MPa})$, and on the basis of artificial HL, respectively, it is 29.4%, $0.376 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0.5})$, $0.103 \text{ mg}/(\text{mhPa})$. It is proposed to use a plaster layer based on hydraulic lime when applying the spray, a layer based on artificial hydraulic lime when applying the base primer, and a layer based on air-blown lime when applying the top coat when applying the top coat

Keywords: hydraulic lime, restoration, strength, vapor permeability.

REFERENCES

1. Loganina V.I., Davydova O.A., Simonov E.E. Investigation of the patterns of the influence of silicic acid sol on the structure and properties of diatomite [Issledovaniya zakonornostey vliyaniya zolya kremnievoy kisloty na strukturu i svoystva diatomita]. *Building Materials*. 2011. No. 12. Pp. 62–65. EDN: OORTDR (rus)

14. Mosquera M.J., Silva B., Prieto B., Ruiz-Herrera E. Addition of cement to lime-based mortars: effect on pore structure and vapor transport // *Cement and Concrete Research*. 2006. Vol. 36. Pp. 1635–1642.

15. Arizzi A., Cultrone G. Aerial lime-based mortars blended with a pozzolanic additive and different admixtures: a mineralogical, textural and physical-mechanical study // *Construction and Building Materials*. 2012. Vol. 31. Pp. 135–143.

16. Medina C., Saez del Bosque I.F., Asensio E., Frías M., Sánchez de Rojas M.I. Mineralogy and microstructure of hydrated phases during the pozzolanic reaction in the sanitary ware waste/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ system // *Journal of the American Ceramic Society*. 2016. Vol. 99. Pp. 340–348. DOI: 10.1111/jace.13939 EDN: YEFKHV.

2. Elert K., Ruiz-Agudo E., Jroundi F., Gonzalez-Muñoz M.T., Fash B.W., Fash W.L., de Tagle Valentin N., Rodriguez-Navarro C.A. Degradation of ancient Maya carved tuff stone at Copan and its bacterial bioconservation. *npj Materials Degradation*. 2021. Vol. 5. Art. 44. DOI: 10.1038/s41529-021-00191-4 EDN: MYSCWZ

3. Bataeva P.D. Review of compositions and technologies for repair and restoration of cultural heritage objects [Obzor sostavov i tekhnologiy dlya remonta i restavratsii ob"ektov kul'turnogo naslediya]. Bulletin of the Kh.I. Ibragimov Complex Research Institute of the Russian Academy of Sciences. 2021. No. 5. Pp. 49–53. DOI: 10.34824/VKNIIRAN.2021.5.1.006 EDN: WCSBHV (rus)

4. Loganina V.I., Makarova L.V., Tarasov R.V., Davydova O.A. Optimization of the composition of general-purpose composites modified with nanosized additives [Optimizatsiya sostava kompozitov obshchestroitel'nogo naznacheniya, modifitsirovannykh nanorazmernymi dobavkami]. Regional Architecture and Construction. 2010. No. 2. Pp. 53–57. EDN: MXHSSL (rus)

5. Khadzhashalapov G.N., Bataeva P.D., Bataeva Kh.M., Bataev A.D. Repair and restoration mortar based on hydraulic building lime [Remontno-restavratsionnyy rastvor na osnove gidravlicheskoystroitel'noy izvesti]. Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical Sciences. 2025. Vol. 52, No. 2. Pp. 227–234. DOI: 10.21822/2073-6185-2025-52-2-227-234 EDN: KEWTGA (rus)

6. Grilo J., Faria P., Veiga R., Silva A.S., Silva V., Velosa A. New natural hydraulic lime mortars—physical and microstructural properties in different curing conditions. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 54. Pp. 378–384.

7. Maravelaki-Kalaitzaki P., Bakolas A., Karatasios I., Kilikoglou V. Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete. Cement and Concrete Research. 2005. Vol. 35. Pp. 1577–1586.

8. Silva B.A., Ferreira Pinto A.P., Gomes A. Natural hydraulic lime versus cement for blended lime mortars for restoration works. Construction and Building Materials. 2015. Vol. 94. Pp. 346–360.

9. Artioli G., Secco M., Addis A. The Vitruvian legacy: Mortars and binders before and after the

Roman world. EMU Notes in Mineralogy. 2019. Vol. 20. Pp. 151–202. DOI: 10.1180/EMU-notes.20.4 EDN: MDGTIV

10. Grist E.R., Paine K.A., Heath A., Norman J., Pinder H. The environmental credentials of hydraulic lime-pozzolan concretes. Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 93. Pp. 26–37.

11. Silva B.A., Ferreira Pinto A.P., Gomes A. Influence of natural hydraulic lime content on the properties of aerial lime-based mortars. Construction and Building Materials. 2014. Vol. 72. Pp. 208–218.

12. Shelikhov N.S., Rakhimov R.Z. Hydraulic lime and Roman cement from mineral raw materials of Tatarstan [Gidravlicheskaya izvest' i romantsement iz mineral'nogo syr'ya Tatarstana]. Building Bulletin of Tatarstan. 2002. No. 2. Pp. 48–53. (rus)

13. Shelikhov N.S., Sagdiev R.R., Rakhimov R.Z., Stoyanov O.V. Low-temperature hydraulic binders. Problems and solutions [Nizkoobzhigovye gidravlicheskie vyazhushchie. Problemy i resheniya]. Bulletin of Kazan Technological University. 2014. Vol. 17, No. 2. Pp. 59–65. EDN: RWUNUH (rus)

14. Mosquera M.J., Silva B., Prieto B., Ruiz-Herrera E. Addition of cement to lime-based mortars: effect on pore structure and vapor transport. Cement and Concrete Research. 2006. Vol. 36. Pp. 1635–1642.

15. Arizzi A., Cultrone G. Aerial lime-based mortars blended with a pozzolanic additive and different admixtures: a mineralogical, textural and physical-mechanical study. Construction and Building Materials. 2012. Vol. 31. Pp. 135–143.

16. Medina C., Saez del Bosque I.F., Asensio E., Frías M., Sánchez de Rojas M.I. Mineralogy and microstructure of hydrated phases during the pozzolanic reaction in the sanitary ware waste/Ca(OH)₂ system. Journal of the American Ceramic Society. 2016. Vol. 99. Pp. 340–348. DOI: 10.1111/jace.13939 EDN: YEFKHV

Information about the author

Loganina, Valentina I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Quality Management. E-mail: loganin@mail.ru . Penza State University of Architecture and Construction. Russia, 440028, Penza, G. Titova str., 28.

Zaytseva, Maria V., PhD, Assistant professor, Associate Professor of the Department of International Trade. E-mail: zajc@yandex.ru . Plekhanov Russian University of Economics. 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russia.

Received 27.02.2026

Для цитирования:

Логанина В.И., Зайцева М.В. Выбор вяжущего для штукатурного раствора при реставрации зданий исторической застройки // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2026. № 7. С. 8–14. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-11-7-8-14

For citation:

Loganina V.I., Zaytseva M.V. Selection of binding agent for plaster mortar in restoration of historic buildings. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2026. No. 7. Pp. 8–14. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-11-7-8-14