

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СУХОЙ ШТУКАТУРНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТИ

В. Е. Румянцева¹, Д. А. Панченко², Ю. Ф. Панченко²

¹ Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, Россия

² Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

DEVELOPMENT OF A DRY PLASTER MIX BASED ON LIME

Varvara E. Rumyantseva¹, Dmitrii A. Panchenko², Iuliia F. Panchenko²

¹ Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

² Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Аннотация. В настоящее время вновь растет интерес к штукатурным покрытиям на основе извести ввиду их оптимальной паропроницаемости и биостойкости. В данной статье рассматривается возможность производства сухой известковой штукатурной смеси на основе известково-песчаной смеси заводов по производству силикатного кирпича. Дополнительно улучшить технологические и эксплуатационные характеристики известковой сухой штукатурной смеси предложено путем применения добавок – редиспергируемого полимерного порошка и эфира целлюлозы.

Abstract. There is a renewed interest in lime-based plaster coatings due to their optimal vapour permeability and bioproofness. This article discusses the possibility of producing dry lime plaster mix based on the lime-sand mixture of plants for the production of silicate bricks. Additionally improve the technological and operational characteristics of the lime dry plaster mix is proposed by using additives – redispersible polymer powder and cellulose ether.

Ключевые слова: известь, штукатурная смесь, редиспергируемый полимер, эфир целлюлозы

Key words: lime, plaster mix, redispersible polymer, cellulose ether

Введение

Штукатурные растворы на основе извести широко применялись вплоть до XX века. С изобретением портландцемента и развитием мас-

сового промышленного производства известковые растворы ушли из широкого применения, однако в последнее время интерес к ним вновь начинает расти. Связано это с тем, что с повыше-

нием уровня жизни, развитием науки и техники все большее значение приобретают вопросы экологичности и безопасности материалов, а также комфорта и сохранения здоровья граждан [1]. Влажность окружающего воздуха оказывает серьезное влияние на самочувствие человека. Материалы с высокой паропроницаемостью, какими являются известковые штукатурные покрытия, способствуют регулированию влажности воздуха в помещении [1–3], кроме того, они обладают высокой коррозионной и биостойкостью [4, 5].

При проведении отделочных работ широко используют сухие строительные смеси, готовые к применению [6]. На российском рынке сухие строительные штукатурные смеси на основе известки-пушонки представлены марками «Крепс Антик 1», «Рунит», BaumitKalkPutz, Quick-mixМКЕ [2, 3]. Все они имеют достаточно высокую стоимость.

Объект и методы исследования

Для производства сухой штукатурной смеси на основе известки может быть использован полуфабрикат для производства силикатного кирпича. Он представляет собой смесь гашеной известки и песка в определенных пропорциях. Преимуществом известково-песчаной смеси (ИПС) является то, что она, во-первых, содержит оптимальное количество известки, необходимое для заполнения пустот между зернами песка, во-вторых, после смешивания известки, песка и воды смесь загружается в силос, где происходит ее выдерживание до полного гашения известки. Частицы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при гашении в таких стесненных условиях и отсутствии свободного удаления пара имеют более высокую, по сравнению с традиционно применяемой для сухих строительных

смесей известью-пушонкой, дисперсность. Это позволяет при меньшем расходе известки получать качественные смеси с хорошими технологическими характеристиками.

Для сравнения свойств известково-песчаной штукатурки на основе известки-пушонки и на основе ИПС было приготовлено два образца раствора: первый – путем добавления воды к ИПС с активностью по $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 9,3 %, гашеной в силосе; второй – путем смешивания песка с известью-пушонкой в соотношении, обеспечивающем получение такой же активности по $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и последующего добавления воды.

Качество растворной смеси (водоотделение, пластичность) и свойства затвердевшего раствора (средняя плотность, прочность при сжатии, капиллярное водопоглощение) оценивались по ГОСТ Р 58767-2019¹. Дополнительно визуально оценивался цвет растворных смесей и затвердевшего раствора.

Получение качественных сухих строительных смесей, обладающих хорошей технологичностью, устойчивостью к сползанию, адгезией к основанию, невозможно без применения современных химических добавок [7–9]. Одной из таких добавок, являющихся неотъемлемой частью любой штукатурной смеси, являются эфиры целлюлозы (ЭЦ), которые уменьшают водоотделение, предотвращают быстрое высыхание и, как следствие, повышают трещиностойкость штукатурного слоя, увеличивают адгезию к основанию. Твердение известковых строительных материалов реализуется за счет процесса карбонизации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [10]. Однако этот процесс происходит очень медленно и захватывает в основном поверхностные слои [11]. Для придания прочности штукатурному слою в начальные периоды вре-

¹ ГОСТ Р 58767-2019. Растворы строительные. Методы испытаний по контрольным образцам = Mortars. Test methods using reference specimens : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.12.2019 № 1398-ст : введен впервые / разработан структурными подразделениями акционерного общества «НИЦ «Строительство» : Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций им. В. А. Кучеренко ; научно-исследовательским и технологическим институтом бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева и акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 22 с. – Текст : непосредственный.

мени нами предложено вводить в состав сухой релдиспергируемый полимерный порошок.

Целью данной работы является исследование влияния эфиров целлюлозы и релдиспергируемого полимера на технологические и физико-механические свойства штукатурного раствора на основе известково-песчаной смеси.

Применяемые материалы

1. Известково-песчаная смесь (ИПС). Представляет собой полуфабрикат для производства силикатного кирпича завода ООО «Винзлинский завод керамзитового гравия». Составляет из кварцевого песка с модулем крупности 0,7 и известково-кремнеземистого вяжущего с активностью 55 %. Активность ИПС – 9,5 %.
2. Эфир целлюлозы (ЭЦ). Представляет собой водорастворимую гидроксипропилметилцеллюлозу, не модифицированную НР 100 А. Предназначен для противодействия провисанию растворов (сползанию штукатурки); эффективно предотвращает растрескивание растворов, увеличивает адгезию.
3. Релдиспергируемый полимерный порошок (РП) – связующее на основе полимеров винилацетата, винилверсатата и этилена НW5111.

Для релдиспергируемого полимерного порошка предельная дозировка, установленная производителем, составляет 5 % от массы сухой смеси.

Результаты и обсуждение

В ходе эксперимента визуально отмечено, что штукатурный раствор на основе ИПС имеет более светлый тон, а образцы на основе известково-пушонки легко осыпаются по граням (рис. 1).

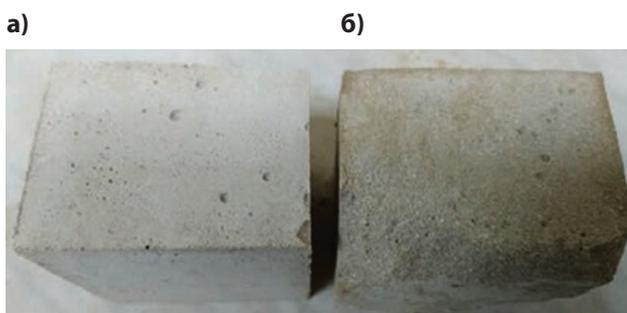


Рис. 1. Внешний вид образцов затвердевшего штукатурного раствора: а) на основе ИПС; б) на основе известково-пушонки

Прочность при сжатии раствора на основе известково-пушонки составила 0,3 МПа, что в 2,5 раза ниже прочности раствора на основе ИПС. На основании этого можно сделать вывод о целесообразности изготовления сухой штукатурной смеси на основе ИПС.

Штукатурный раствор на основе ИПС обладает следующими характеристиками:

- средняя плотность – 1 400-1 500 кг/м³;
- прочность на сжатие в возрасте 28 суток – 0,6-0,7 МПа;
- капиллярное водопоглощение – 0,95-0,98 кг/(м²·мин^{-0,5}).

Нормативным документом, регламентирующим требования к сухим штукатурным смесям, является ГОСТ 33083-2014². Несмотря на то, что данный ГОСТ распространяется на цементные штукатурные смеси, характеристики известковых растворов также должны удовлетворять данным требованиям, так как они сформулированы на основе реальных потребительских запросов.

Согласно данному стандарту, по прочности на сжатие в возрасте 28 суток штукатурный раствор соответствует классу КП I. Однако большинство современных штукатурных составов для

² ГОСТ 33083-2014. Сухие строительные смеси на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия = Dry building plaster cement binder mixes. Specifications : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14.11.2014 № 72-П) : введен впервые : дата введения 01.07.2015 / разработан «Некоммерческим партнерством «Союз производителей сухих строительных смесей» при участии Московского государственного строительного университета, Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 11 с. – Текст : непосредственный.

внутренних работ имеют класс по прочности КП II. Кроме того, по капиллярному водопоглощению (не более $0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}^{0,5})$) штукатурный раствор не соответствует требованиям обозначенного ГОСТа. Капиллярное водопоглощение играет особенно важную роль в возникновении и развитии коррозионных процессов, в том числе и биокоррозии, в штукатурном покрытии [12, 13].

Результаты исследований, представленные на рис. 2–4, показали следующее:

- предельная дозировка редиспергируемого полимера, при которой достигается максимальная прочность штукатурного раствора при сжатии (рис. 2) и изгибе (рис. 3), составляет 4 % от массы сухой смеси;
- минимальная дозировка редиспергируемого полимера, обеспечивающая прочность при сжатии штукатурного раствора (отмечена красной линией на рис. 2), соответствующую классу КП II (2,5 МПа), составляет 1,5 % от массы сухой смеси;
- требуемое капиллярное водопоглощение штукатурного раствора (отмечено красной линией на рис. 4) обеспечивается при дозировке редиспергируемого полимера 2,5 % от массы сухой смеси;
- требуемая дозировка редиспергируемого полимера в составе сухой строительной смеси составляет 2,5 %, так как штукатурный

раствор должен удовлетворять требованиям ГОСТа и по прочности при сжатии, и по капиллярному водопоглощению.

Другим важным показателем качества штукатурного раствора, регламентируемым ГОСТ 33083-2014, является прочность сцепления с основанием, которая должна быть не менее 0,3 МПа. Прочность сцепления с основанием штукатурного раствора без редиспергируемого полимера определить не представляется возможным, так как из-за низкой прочности самого раствора происходит когезионный отрыв, нагрузка при этом составляет всего 0,22 МПа. Поэтому влияние эфира целлюлозы на прочность сцепления раствора с основанием определялось при содержании в нем требуемого количества редиспергируемого полимера – 2,5 %. Также определялась прочность при сжатии затвердевшего раствора, так как эфиры целлюлозы могут оказывать на нее влияние. Результаты исследования показали следующее:

- с увеличением содержания эфира целлюлозы в составе сухой строительной смеси увеличивается прочность сцепления раствора с основанием, при этом прочность при сжатии незначительно снижается;
- при содержании ЭЦ 0,3 % от массы сухой строительной смеси происходит когезионное разрушение раствора. Это говорит о том, что в данном случае прочность сцепле-

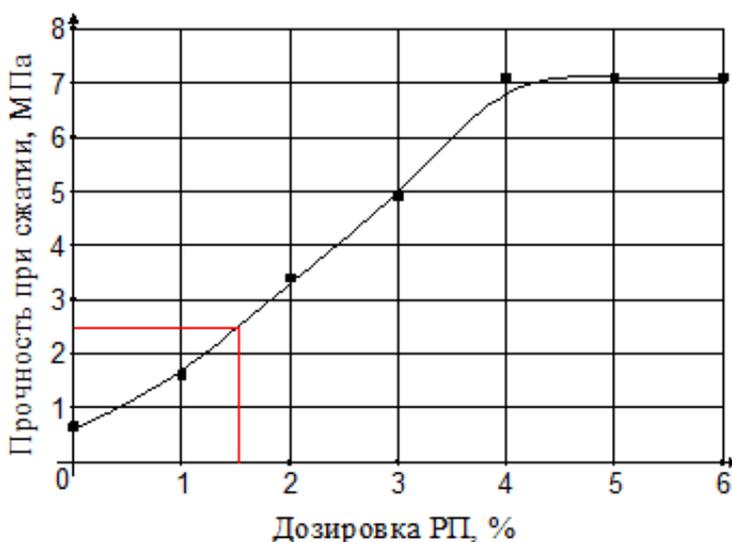


Рис. 2. Влияние РП на прочность при сжатии штукатурного раствора на основе ИПС

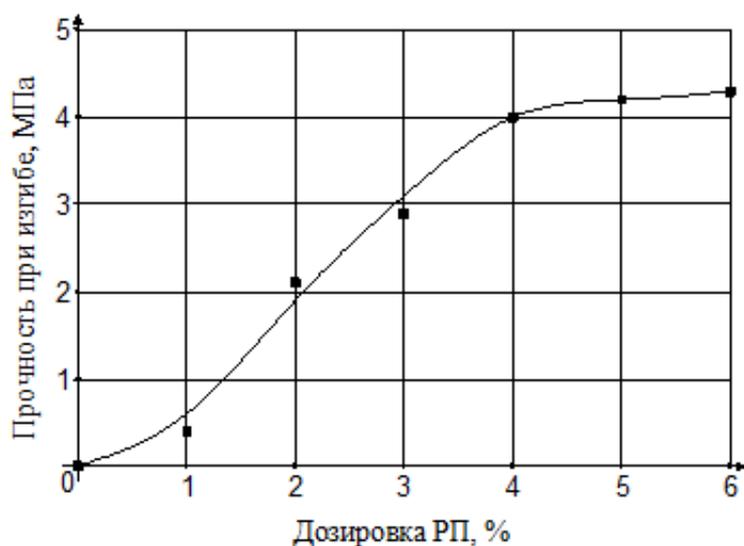


Рис. 3. Влияние РП на прочность при изгибе штукатурного раствора на основе ИПС

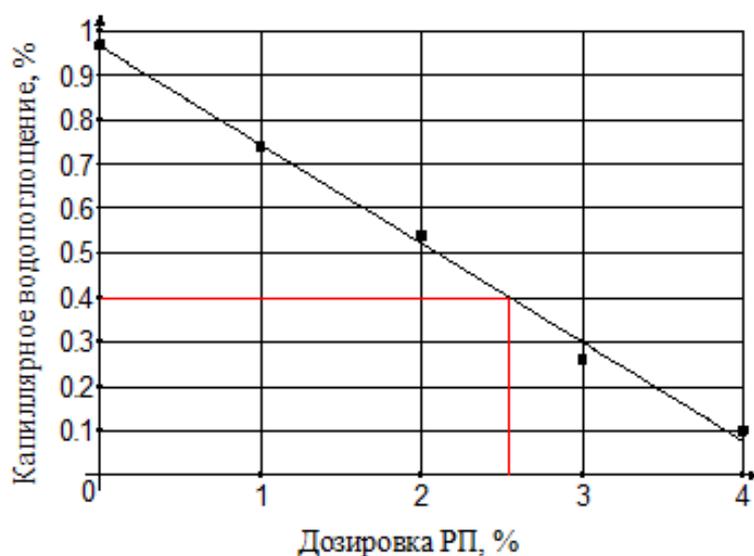


Рис. 4. Влияние РП на капиллярное водопоглощение штукатурного раствора на основе ИПС

ния раствора с основанием выше прочности раствора на разрыв;

- минимальное содержание ЭЦ, обеспечивающее требуемую прочность сцепления раствора с основанием, составляет 0,1 % от массы сухой строительной смеси.

Результаты исследования сведены в таблицу. На основании визуальной оценки влияния эфира целлюлозы на водоотделение и вязкость штукатурного раствора установлено, что при содержании добавки 0,1 % у штукатурного раство-

ра отсутствует водоотделение, но консистенция раствора недостаточно связная, а при дозировке добавки 0,3 % от массы сухой смеси появляется чрезмерная «липкость» раствора, увеличивается вязкость, что затрудняет его переработку. Таким образом, оптимальное содержание эфира целлюлозы составляет 0,2 %.

Выводы

На основании проведенных исследований показана возможность производства сухой шту-

Влияние эфира целлюлозы на прочность сцепления раствора с основанием

№ состава	Содержание ЭЦ, %	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при отрыве от основания, МПа	Характер разрушения
1	0	4,15	0,28	адгезионный
2	0,1	3,91	0,32	адгезионный
3	0,2	3,77	0,40	адгезионный
4	0,3	3,50	0,47	когезионный

катурной смеси на основе ИПС завода по производству силикатного кирпича. Обоснована эффективность применения для регулирования свойств штукатурного раствора добавок эфира целлюлозы и региспергируемого полимера. Установлены оптимальные дозировки добавок в количестве: релдспергиреуемый полимерный порошок – 2,5 %; эфир целлюлозы – 0,2 % от массы

сухой строительной смеси. Штукатурный раствор на основе данной смеси имеет прочность при сжатии 3,8 МПа, что соответствует классу по прочности КП II, прочность сцепления с основанием – 0,4 МПа, капиллярное водопоглощение 0,4 кг/(м²·мин^{0,5}). Раствор полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 33083-2014 в качестве штукатурного покрытия для внутренних работ.

Библиографический список

1. Штукатурные покрытия как регулятор параметров микроклимата в помещении: обзор теоретических и экспериментальных исследований / В. В. Строкова, М. Н. Сивальнева, С. В. Неровная, Б. Б. Второв. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2021. – № 7. – С. 32–72. – DOI: 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72.
2. Логанина, В. И. Применение метода нечеткого отношения предпочтения при оценке конкурентоспособности известковой сухой строительной смеси / В. И. Логанина, Е. И. Куимова, Т. В. Учаева. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 1. – С. 36–40.
3. Известковая штукатурка МКЕ – комфорт от природы. – Текст : непосредственный // Сухие строительные смеси. – 2018. – № 2. – С. 8–9.
4. Реставрация исторических объектов с применением современных сухих строительных смесей / Ю. В. Пухаренко, А. М. Харитонов, Н. Н. Шангина, Т. Ю. Сафонова. – Текст : непосредственный // Вестник гражданских инженеров. – 2011. – № 1 (26). – С. 98–103.
5. Хуторской, С. В. Биокоррозия и биостойкость известковых композитов / С. В. Хуторской, В. Т. Ерофеев, В. Ф. Смирнов. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2011. – № 14. – С. 132–135.
6. Абдразаков, Э. Ф. Перспективы развития механизированных способов отделки сухими строительными смесями / Э. Ф. Абдразаков, И. Ф. Зубаиров, С. А. Дергунов. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 13 (63). – С. 77.
7. Чеснокова, Т. В. Изучение грибковой коррозии бетона с помощью модельной среды / Т. В. Чеснокова, В. Е. Румянцева, С. А. Логинова. – Текст : непосредственный // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – № 3 (59). – С. 85–89.

-
8. Теоретические основы создания сухих строительных смесей / Л. Х. Загороднюк, В. С. Лесовик, Е. С. Глаголев [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2016. – № 9. – С. 40–52.
 9. Слюсарь, О. А. Модифицирующие добавки в сухих строительных смесях / О. А. Слюсарь, А. Д. Мишина. – Текст : непосредственный // Молодежь и научно-технический прогресс : Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3 т. Т. 1. – Губкин, 18 апреля 2019 года. – Губкин: ООО «Ассистент плюс», 2019. – С. 448–451.
 10. Конструкционные и теплоизоляционные строительные материалы принудительного карбонатного твердения из вторичного сырья / Н. В. Любомирский, С. И. Федоркин, А. С. Бахтин [и др.]. – Симферополь : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. – 408 с. – Текст : непосредственный.
 11. Румянцева, В. Е. Особенности коррозии бетона и железобетона в хлоридных и углекислых средах / В. Е. Румянцева, И. Н. Гоглев. – Текст : непосредственный // Информационная среда вуза. – 2016. – № 1(23). – С. 379–382.
 12. Принципы математического моделирования при бактериальной коррозии цементного камня / С. В. Федосов, В. Е. Румянцева, Т. В. Чеснокова, С. А. Логинова. – Текст : непосредственный // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году : Сборник научных трудов Российской академии архитектуры и строительных наук. – Москва : Издательство АСВ, 2018. – С. 487–491. – DOI: 10.22337/9785432302663-487-491.
 13. Влияние составов сухих строительных смесей на технические свойства строительных материалов / А. Ж. Альжанова, А. К. Зайнутдинов, Б. К. Сарсенбаев [и др.]. – Текст : непосредственный // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2016. – № 18. – С. 56–59.

References

1. Strokova, V. V., Sivalneva, M. N., Nerovnaya, S. V., & Vtorov, B. B. (2021). Plaster coverings as a regulator of indoor microclimate parameters: an overview of theoretical and experimental research. *Construction Materials*, (7), pp. 32-72. (In Russian). – DOI: 10.31659/0585-430X-2021-793-7-32-72.
2. Loganina, V. I., Kuimova, E. I., & Uchaeva, T. V. (2015). Primenenie metoda nechetkogo otnosheniya predpochteniya pri otsenke konkurentosposobnosti izvestkovoy sukhoy stroitel'noy smesi. *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*, (1), pp. 36-40.
3. Izvestkovaya shtukaturka MKE – komfort ot prirody. Sukhie stroitel'nye smesi. (In Russian). Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_34972475_33020150.pdf (accessed 23.04.2022).
4. Pukhareno, U. V., Kharitonov, A. M., Shangina, N. N., & Safonova, T. Yu. (2011). Historical objects` restoration with the application of dry building mixtures. *Bulletin of Civil Engineers*, (1(26)), pp. 98-103. (In Russian).
5. Khutorskoy, S. V., Erofeev, V. T. & Smirnov, V. F. (2011). Biokorroziya i biostoykost' izvestkovykh kompozitov. *Vestnik Volzhskogo regional'nogo otdeleniya Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk*, (14), pp. 132-135. (In Russian).
6. Abdrazakov, E. F., Zubairov, I. F., & Dergunov, S. A. (2006). Perspektivy razvitiya mekhanizirovannykh sposobov otdelki sukhimi stroitel'nymi smesyami. *Vestnik of the Orenburg State University*, (13(63)), pp. 77. (In Russian).
7. Chesnokova, T. V., Romyantseva, V. E. & Loginova, S. A. (2019). Study of fungary corrosion of concrete by means of model environment. *Modern High Technologies. Regional Application*, (3(59)), pp. 85-89. (In Russian).
8. Zagorodnuk, L. H., Lesovik, V. S., Glagolev, E. S., Volodchenko, A. A., Voronov, V. V., & Kucherov, A. S. (2016). Teoreticheskie osnovy sozdaniya suhih building mixes. *Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov*, (9), pp. 40-52. (In Russian).

9. Slyusar', O. A. & Mishina, A. D. (2019). Modifitsiruyushchie dobavki v sukhikh stroitel'nykh smesyakh. Molodezh' i nauchno-tekhnicheskii progress : Sbornik dokladov XII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. April, 18. Gubkin, OOO «Assistent plyus» Publ., 1, pp. 448-451. (In Russian).
10. Lyubomirskiy, N. V., Fedorkin, S. I., Bakhtin, A. S., Bakhtina, T. A., Nikolaenko, E.Yu., & Nikolaenko, V. V. (2021). Forced carbonate hardened structural and heat-insulating building materials from recycled materials : monograph. Simferopol, PP "ARIAL" Publ., 408 p. (In Russian).
11. Roumyantseva, V. E., & Goglev, I. N. (2016). Peculiarities of concrete and reinforced concrete corrosion in chloride and carbonate environments. Informatsionnaya sreda vuza (sm. v knigakh), (1(23)), pp. 379-382. (In Russian).
12. Fedosov, S., Rummyantseva, V., Chesnokova, T., & Loginova S. (2018). Principles of mathematical modeling in the bacterial corrosion of cement stone. Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya RAASN po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arkhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu : Sbornik nauchnykh trudov Rossiyskoy akademii arkhitektury i stroitel'nykh nauk. Moscow, ASV Publ., pp. 487-491. (In Russian). DOI: 10.22337/9785432302663-487-491.
13. Al'zhanova, A. Zh., Zaynutdinov, A. K., Sarsenbaev, B. K., Suleymbek, G. A., & Beysenali, A. K. (2016). Vliyaniye sostavov sukhikh stroitel'nykh smesey na tekhnicheskie svoystva stroitel'nykh materialov. Upravlenie innovatsiyami: teoriya, metodologiya, praktika, (18), pp. 56-59. (In Russian).

Сведения об авторах

Румянцева Варвара Евгеньевна, д. т. н., профессор, директор Института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, заведующий кафедрой естественных наук и техноферной безопасности, Ивановский государственный политехнический университет, e-mail: isgen@ivgpu.com

Панченко Дмитрий Алексеевич, старший преподаватель кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: panchenkoda@tyuiu.ru

Панченко Юлия Федоровна, к. т. н., доцент кафедры строительных материалов, Тюменский индустриальный университет, e-mail: panchenkojf@tyuiu.ru

Information about the authors

Varvara E. Rummyantseva, Doctor of Engineering, Professor, Director at the Institute of Information Technologies, Natural Sciences and Humanities, Head at the Department of Natural Sciences and Technosphere Security, Ivanovo State Polytechnic University, e-mail: isgen@ivgpu.com

Dmitrii A. Panchenko, Senior Lecturer at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: panchenkoda@tyuiu.ru

Luliia F. Panchenko, Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Building Materials, Industrial University of Tyumen, e-mail: panchenkojf@tyuiu.ru

Для цитирования: Румянцева, В. Е. Разработка состава сухой штукатурной смеси на основе извести / В. Е. Румянцева, Д. А. Панченко, Ю. Ф. Панченко. – DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-39-46. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 2 (100). – С. 39–46.

For citation: Rummyantseva, V. E., Panchenko, D. A., & Panchenko, Iu. F. (2022). Development of a dry plaster mix based on lime. Architecture, Construction, Transport, (2(100)), pp. 39-46. (In Russian). DOI: 10.31660/2782-232X-2022-2-39-46.