

А.Н. ГУДКОВ

АО «Тулаоргтехстрой», проспект Ленина, д. 108, г. Тула, 300026, Российская Федерация

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАЗОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ ГИДРОФОБНЫХ ШТУКАТУРОК НА ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ПО ОТНОШЕНИЮ К ГАЗОБЕТОНУ

Аннотация

Введение. Одним из важнейших свойств фасадных штукатурок является их способность сопротивляться воздействию атмосферной влаги, или гидрофобность. В слой фасадной штукатурки вода проникает путем адсорбции. В этом случае прохождение влаги через штукатурный раствор вызывается капиллярным действием (водопоглощение, влагопроницаемость).

Гидрофобизация – резкое снижение способности материалов смачиваться водой и водными растворами при сохранении паропроницаемости.

В работе проведено сравнительное исследование влагозащитных свойств легкой минеральной гидрофобной штукатурки на основе пенокерамических гранул «СПАДАР» и штукатурных смесей с другими аналогичными легкими заполнителями по отношению к газобетону. Сравнивались значения капиллярного водопоглощения штукатурных составов, а также водопоглощение по массе и глубине проникновения воды в тело газобетонных образцов без покрытия и покрытых со всех сторон исследуемыми штукатурными составами.

Цель. Исследовать влагозащитные свойства штукатурного состава с пенокерамическими гранулами «СПАДАР» и аналогичных штукатурных составов (на пенокерамических гранулах «KERWOOD» (другого производителя), гранулированном пеностекле и перлитовом песке) по отношению к газобетону.

Материалы и методы. Для проведения исследования были использованы ранее разработанные легкие гидрофобные штукатурные составы для фасадных работ с плотностью в сухом состоянии не более 600 кг/м³ и образцы газобетона плотностью 600 кг/м³. Сравнивались значения водопоглощения по массе контрольного образца газобетона, а также образцов газобетона, покрытых со всех сторон исследуемыми

гидрофобными штукатурными растворами. Также сравнивалась глубина проникновения воды в тело этих образцов.

Результаты. Установлено водопоглощение по массе контрольных образцов газобетона и оштукатуренных легкими штукатурными растворами и глубина проникновения воды в слой газобетона через 1,5 часа. Выявлены преимущества штукатурного состава с использованием пенокерамических гранул «СПАДАР».

Выводы. На основе полученных данных разработан состав легкого гидрофобного штукатурного раствора с использованием пенокерамических гранул «СПАДАР» и намечены дальнейшие исследования данных штукатурных составов по паропроницаемости и морозостойкости.

Ключевые слова: гидрофобная минеральная штукатурка, легкая штукатурная смесь, газобетон, легкие заполнители, пенокерамические гранулы

Для цитирования: Гудков А.Н. Сравнительные исследования влагозащитных свойств легких гидрофобных штукатурок на легких заполнителях по отношению к газобетону // *Бетон и железобетон*. 2024. № 6 (625). С. 40–50. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-6\(625\)-40-50](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-6(625)-40-50). EDN: RYWDVC

Вклад автора

Автор берет на себя ответственность за все аспекты работы над статьей.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 20.09.2024

Поступила после рецензирования 11.10.2024

Принята к публикации 17.10.2024

COMPARATIVE STUDIES OF MOISTURE PROTECTION PROPERTIES OF THE LIGHTWEIGHT HYDROPHOBIC PLASTERS ON LIGHTWEIGHT FILLERS IN RELATION TO AERATED CONCRETE

Abstract

Introduction. One of the most important properties of facade plasters is their ability to resist the effects of atmospheric moisture or hydrophobicity. Water penetrates into the facade plaster layer by adsorption. In this case, the passage of moisture through the plaster solution is caused by capillary action (water absorption, moisture permeability). Hydrophobization is a sharp decrease in the ability of materials to be wetted with water and aqueous solutions while maintaining vapor permeability.

In this paper, a comparative study of the moisture-proof properties of lightweight mineral hydrophobic plaster based on foam ceramic granules "SPADAR", plaster mixtures with other similar lightweight fillers, in relation to aerated concrete. The values of capillary water absorption of plaster compositions, as well as water absorption by weight and the depth of water penetration into the body of aerated concrete samples uncoated and coated on all sides with the studied plaster compositions were compared.

Aim. To investigate the moisture-proof properties of a plaster composition with foam ceramic granules "SPADAR" and similar plaster compositions (on foam ceramic granules "KERWOOD" (another manufacturer), granular foam glass and perlite sand) in relation to aerated concrete.

Materials and methods. To conduct the study, previously developed lightweight hydrophobic plaster compositions for facade work with a dry density of no more than 600 kg/m³ and aerated concrete samples with a density of 600 kg/m³ were used. Water absorption by weight values of a control sample of aerated concrete, as well as aerated concrete samples coated on all sides with the studied hydrophobic plaster solutions were compared. The depth of water penetration into the body of these samples was also compared.

Results. Water absorption by weight of control samples of aerated concrete and plastered with lightweight plaster mortars and the depth of water penetration into the aerated concrete layer after 1.5 hours were established. The advantages of the plaster composition using foam ceramic granules "SPADAR" are revealed.

Conclusions. Based on the data obtained, the composition of a light hydrophobic plaster mortar was developed using foam ceramic granules "SPADAR" and further studies of these plaster compositions on vapor permeability and frost resistance are planned.

Keywords: hydrophobic mineral plaster, lightweight plaster mixture, aerated concrete, lightweight fillers, foam ceramic granules

For citation: Gudkov A.N. Comparative studies of moisture protection properties of the lightweight hydrophobic plasters on lightweight fillers in relation to aerated concrete. *Beton i Zhelzobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2024, no. 6 (625), pp. 40–50. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-6\(625\)-40-50](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-6(625)-40-50). EDN: RYWDVC

Author contribution statement

The author takes responsibility for all aspects of the work on the article.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 20.09.2024

Revised 11.10.2024

Accepted 17.10.2024

Для выполнения своих функций легкие минеральные штукатурки должны соответствовать требованиям ГОСТ 33083-2014 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия» [1]. Очень важно для отделки фасадов, чтобы используемые штукатурки имели незначительное водопоглощение, то есть проявляли гидрофобные свойства.

В ранее выполненном исследовании [2] было определено капиллярное водопоглощение для всех применяемых в этой работе легких штукатурных составов.

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Следует отметить, что на основании ГОСТ 33083-2014 [1] водопоглощение при капиллярном подсосе легких штукатурок должно быть не более $0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{мин}^{0,5})$ по истечении 90 минут воздействия воды. При этом условии штукатурка обеспечивает защиту минерального основания, на которое она нанесена, от воздействия (проникновения) атмосферной влаги (дождь, снег), то есть влагозащиту.

Надо сразу сказать, что гидрофобные штукатурки, в отличие от гидроизоляционных штукатурок, не обеспечивают защиту минерального основания от гидростатического напора (давления) воды. Но этого и не требуется, когда речь идет о фасадах зданий, эксплуатирующихся в обычных климатических условиях. В этом случае как раз играют роль гидрофобные (водоотталкивающие) свойства штукатурки.

Транспорт воды в цементных штукатурках происходит через капиллярные системы. Если удастся посредством соответствующей гидрофобизации раствора добиться снижения капиллярного транспортирования воды, то достигается не только препятствование вредному влиянию влажности, но одновременно и проникновению вредных веществ или веществ, способствующих их образованию в форме растворимых солей (например, хлориды или сульфаты).

Гидрофобизация – процесс резкого снижения способности материалов смачиваться водой и водными растворами при сохранении паропроницаемости.

Гидрофобизация штукатурного раствора обеспечивается за счет снижения миграции (транспорта) влаги по открытым капиллярам. Это достигается вводом в сухую строительную смесь:

1. Гидрофобизаторов – добавок, резко снижающих миграцию влаги по капиллярам штукатурного раствора за счет обволакивания стенок капилляров, что приводит к изменению их угла смачивания, проникающая вода как бы отталкивается из капилляра.

К гидрофобизаторам относят порошки стеаратов кальция и цинка, олеатов натрия, кремнийорганические гидрофобизаторы (силиконовые, силановые, силосановые пропитки и порошки), гидрофобизирующие жидкости (силиконаты), парафиновые эмульсии.

2. Гидрофобных редиспергируемых полимерных порошков (РПП), пленки которых после завершения процесса их полимеризации и процесса гидратации цемента штукатурки, обволакивая (перекрывая) капилляры, способствуют резкому уменьшению проникновения в них влаги.

3. Комплексов из сочетания РПП и гидрофобизаторов.

Очень важным свойством гидрофобной штукатурки является ее паропроницаемость, которая обеспечивает быстрый выход влаги в виде пара из тела штукатурки и основания. Для легкой минеральной штукатурки, в соответствии с требованиями ГОСТ 33083-2014 [1], коэффициент паропроницаемости должен быть не менее $0,1 \text{ мг}/(\text{м} \times \text{ч} \times \text{Па})$.

Баланс значений водопоглощения при капиллярном подсосе штукатурки и ее паропроницаемости обеспечивает надежную и долговую защиту фасада здания при его эксплуатации.

В данной работе проведено исследование по определению влагозащитных свойств легкой минеральной гидрофобной штукатурки с разными легкими заполнителями в составе по отношению к газобетону.

Для этой цели готовилось 5 серий образцов-кубиков $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$, по 2 штуки в серии. Контрольные

Таблица 1

Table 1

Водопоглощение при капиллярном подсосе применяемых в данном исследовании легких штукатурок
Water absorption in case of capillary suction for the lightweight plasters used in this study

Номер состава легкий заполнитель	Капиллярное водопоглощение, $W_k, \text{ кг}/(\text{м}^2 \times \text{мин}^{0,5})$
1 на пенокерамике «СПАДАР»	0,14
2 на пенокерамике другого производителя	0,28
3 на вспученном перлитовом песке	0,7
4 на гранулированном пеностекле	0,35

образцы (серия 1) выпиливались из газобетонного блока плотностью 600 кг/м³ и ничем не покрывались. Остальные образцы обмазывались со всех сторон составами легких гидрофобных штукатурных растворов толщиной 10 мм:

Серия 2 – штукатурный состав на пенокерамических гранулах «СПАДАР»;

Серия 3 – штукатурный состав на пенокерамических гранулах «другого производителя»;

Серия 4 – штукатурный состав на перлитовом песке;

Серия 5 – штукатурный состав на гранулах пено-стекла.

Для этого были разработаны **четыре состава** легкой штукатурки с **одинаковым расходом** заполнителей и модифицирующих добавок, но с разными видами заполнителей (пенокерамические гранулы «СПАДАР», пенокерамические гранулы другого производителя, гранулированное пеностекло и вспученный перлитовый песок). Разработанные составы представлены в табл. 2.

В качестве заполнителя, обеспечивающего выход растворной смеси на 1 м³ (с учетом разной плотности используемых легких заполнителей), **в составах 3 и 4** использован минеральный порошок МП-1. В качестве вяжущего вещества был использован белый портландцемент (производства Турции).

Модифицирующие добавки, используемые в данном исследовании

Для обеспечения водоудерживающих свойств и реологии растворной смеси использовался порошок **эфира целлюлозы** с вязкостью не менее 60 000 Па·с в дозировке 0,3 % от массы сухой смеси.

Для дополнительного усиления тиксотропных свойств растворной смеси, снижения ее налипаемо-

сти на инструмент был использован **эфир крахмала** в дозировке 0,1 % от массы сухой смеси.

Для обеспечения адгезии к основанию, повышения сопротивления на изгиб, повышения водостойкости разрабатываемых составов использовался **редиспергируемый сополимерный порошок** сополимера винилацетат-этилен в количестве 1,5 % от массы сухой смеси.

Дозировки модифицирующих добавок взяты из опыта предыдущих разработок и одинаковы во всех четырех составах.

Для придания гидрофобных свойств исследуемым штукатурным составам использовался комплексный порошковый **гидрофобизатор DAO EZCON SH-8** на основе солей стеариновой и олеиновой кислот и силоксанового порошка в дозировке 1,0 % от массы сухой смеси. Данный гидрофобизатор, на основании ранее проведенных исследований, является одним из самых эффективных.

Некоторые полученные технические характеристики исследуемых составов легкой гидрофобной штукатурки представлены в табл. 3.

Образцы с нанесенными штукатурными составами хранились в нормальных условиях 28 суток, после чего все 5 серий образцов высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре +70 °С.

После твердения и сушки все 5 серий образцов (рис. 1, 2) помещались в воду с пригрузом, чтобы образцы были полностью погружены на глубину 10–15 мм. В воде образцы выдерживались 1,5 часа (90 минут).

После выдерживания в воде указанное количество времени образцы извлекались, обтирались ветошью и взвешивались. На основании полученных значений

Таблица 2
Table 2

Составы легкой гидрофобной штукатурки
Compositions of lightweight hydrophobic plaster

Наименование материала	Расход материала, % от смеси			
	Состав 1, «СПАДАР»	Состав 2, гранулы другого производителя	Состав 3, перлит	Состав 4, пеностекло
Портландцемент белый СЕМ I R 52.5, Турция	49,0	49,0	49,0	49,0
Гранулы пенокерамики (песок) «СПАДАР»	48,1	–	–	–
Гранулы пенокерамики (песок) другого производителя	–	48,1	–	–
Перлитовый песок	–	–	7,0	–
Пеностекло гранулированное	–	–	–	30,0
Мин. порошок МП-1	–	–	41,1	18,1
Модифицирующие добавки	1,9	1,9	1,9	1,9
Гидрофобизатор DAO EZCON SH-8	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 3

Table 3

Технические характеристики исследуемых составов сухой штукатурной смеси и растворной смеси
Technical characteristics of the studied compositions of dry plaster mixture and mortar mixture

Наименование показателя	Состав 1, «СПАДАР»	Состав 2, гранулы другого производителя	Состав 3, перлит	Состав 4, пеностекло
Насыпная плотность сухой смеси, кг/м ³	648	650	570	570
Плотность растворной смеси, кг/м ³	900	904	1060	850
Плотность раствора в сухом состоянии, кг/м ³	710	720	760	660
Расход воды, л/кг	0,55	0,55	0,63	0,55



Рис. 1. Фото образцов газобетона, выпиленных из блока
Fig. 1. Photos of aerated concrete samples cut from the block



Рис. 2. Фото образцов газобетона, обмазанных исследуемыми составами легкой штукатурной смеси «СПАДАР»
Fig. 2. Photos of aerated concrete samples coated with the studied compositions of a "SPADAR" lightweight plaster mixture

массы во влажном состоянии определялось водопоглощение по массе всех 5 серий образцов после выдерживания в воде 90 минут.

Далее влажные образцы разрушались на гидравлическом прессе и фиксировалась глубина проникновения воды в тело образцов (штукатурный слой + газобетон) после 90 минут в воде.

В результате проведенных испытаний установлены значения водопоглощения по массе исследуемых образцов после выдержки 90 минут в воде, а также глубина проникновения воды в тело газобетона за указанные промежутки времени (рис. 5–9). Результаты испытаний приведены в табл. 4.

На основании полученных данных производился анализ эффективности влагозащитных свойств каждого исследуемого состава легкой штукатурной смеси по отношению к газобетону.

Водопоглощение – способность материала впитывать и удерживать в порах (пустотах) влагу при непосредственном контакте с водой. Характеризуется количеством воды, которую поглощает сухой материал при полном погружении и выдерживании в воде заданный промежуток времени, отнесенным к массе сухого материала (водопоглощение по массе, W_m).

Водопоглощение по массе выражают относительным числом или в процентах и вычисляют по формуле (1):

$$W_m = (m_n - m_c) / m_c \times 100 \%, \quad (1)$$

где m_c – масса сухого образца, г;

m_n – масса образца, насыщенного водой, г.

В соответствии с полученными данными (табл. 4 и рис. 3) оштукатуривание образцов составами легких гидрофобных минеральных штукатурок обеспечило снижение водопоглощения образцов **серий 2–5** в сравнении с контрольными образцами **серии 1** более чем в 3,3–3,8 раза с водопоглощения равного $W_{m1} = 35,6 \%$ в серии 1 до $W_{m2} = 9,4 \%$ в **серии 2**.

Серия 2 исследуемых образцов оштукатурена легким штукатурным гидрофобным составом на основе пенокерамических гранул «СПАДАР».

Образцы из **серии 3** на пенокерамике другого производителя имеют водопоглощение по массе, равное $W_{m3} = 10,6 \%$, что на 1,2 % больше водопоглощения образцов **серии 2** на пенокерамике «СПАДАР».

Это связано с большей капиллярной пористостью раствора, зависящей от гранулометрического состава песка гранул другого производителя. Об этом было написано ранее в статье [2].

Наибольшее водопоглощение по массе из защищенных штукатуркой образцов имеют образцы **серии 4** на вспученном перлитовом песке. Водопоглощение образцов **серии 4** составило $W_{m4} = 10,9 \%$, что на 1,5 % выше в сравнении с водопоглощением образцов **серии 2**.

А вот водопоглощение образцов **серии 5** (на пеностекле) оказалось всего на 0,4 % выше водопоглощения образцов **серии 2** (на пенокерамике «СПАДАР») и составило $W_{m5} = 9,8 \%$. Тем не менее надо отметить, что в образцах этой серии вода проникла в тело газобетона на 1,0 мм в отличие от образцов **серии 2**, где проникновение воды составило менее 0,2 мм (табл. 4 и рис. 4, 5, 7).

Таблица 4
Table 4

Сравнительные испытания исследуемых образцов
Comparative tests of the studied samples

Серия образцов	Масса образца, г		Водопоглощение по массе образца (газобетон + штукатурка) через 90 минут, %	Глубина проникновения воды в газобетон, мм
	сухого	после 90 минут в воде		
Серия 1, контрольные (газобетон)	610	827	35,6	100,0 – полностью
Серия 2, на пенокерамике «СПАДАР»	926	1013	9,4	0,2
Серия 3, на пенокерамике другого производителя	1002	1109	10,6	0,5
Серия 4, на перлите	940	1042	10,9	2,0
Серия 5, на пеностекле	953	1046	9,8	1,0



Рис. 3. Водопоглощение по массе испытанных образцов через 90 минут в воде
Fig. 3. Water absorption by weight of the tested samples after 90 minutes in the water

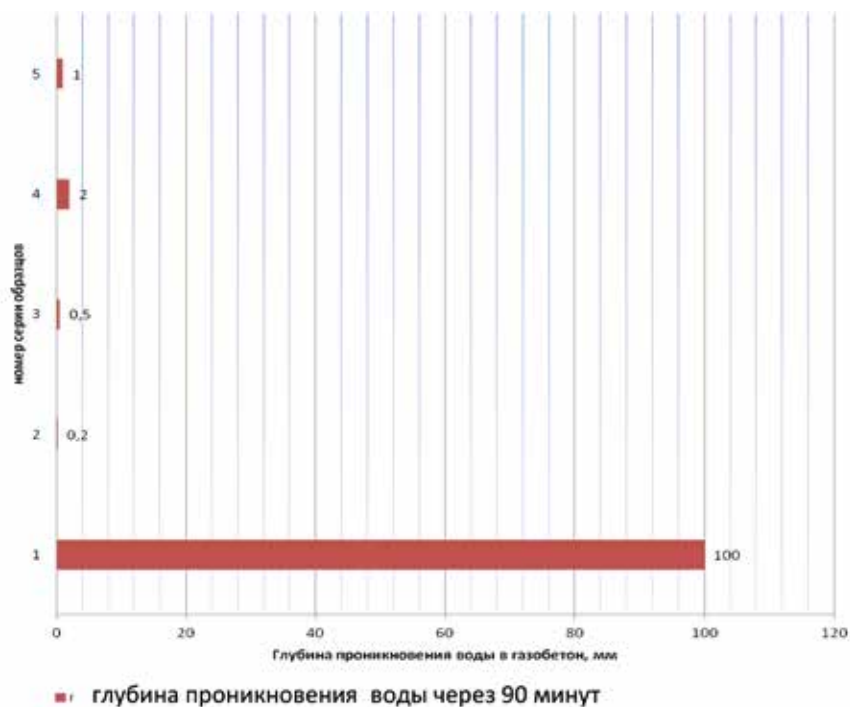


Рис. 4. Глубина проникновения воды в тело газобетонных образцов $100 \times 100 \times 100$ мм через 90 минут в воде
Fig. 4. The depth of water penetration into the body of aerated concrete samples of $100 \times 100 \times 100$ mm after 90 minutes in the water

То есть проникновение воды в тело газобетона на 1,0 мм в образцах **серии 5** (рис. 7) связано (как и в других случаях) с большей капиллярной пористо-

стью штукатурки на пеностекле в сравнении со штукатуркой на пенокерамике «СПАДАР», которой покрыты образцы **серии 2** (рис. 5).



Рис. 5. Фрагмент образца из серии 2, обмазанного легкой штукатурной смесью на основе пенокерамических гранул «СПАДАР», после выдерживания на протяжении 90 минут в воде. Вода проникла в тело газобетона на 0,2 мм

Fig. 5. A fragment of a sample from series 2, coated with a lightweight plaster mixture based on "SPADAR" foam ceramic granules, after exposure for 90 minutes in the water. The water penetrated 0.2 mm into the aerated concrete body



Рис. 6. Фрагменты образца из серии 2, обмазанного легкой штукатурной смесью на основе пенокерамических гранул «СПАДАР», после выдерживания на протяжении 90 минут в воде (слева) и контрольного образца из серии 1 (справа).

После нахождения в воде 90 минут контрольный образец газобетона полностью пропитан водой

Fig. 6. Fragments of a sample from series 2 coated with a lightweight plaster mixture based on "SPADAR" foam ceramic granules, after exposure for 90 minutes in the water (left) and a control sample from series 1 (right). After being in the water for 90 minutes, the control sample of aerated concrete is completely soaked in water

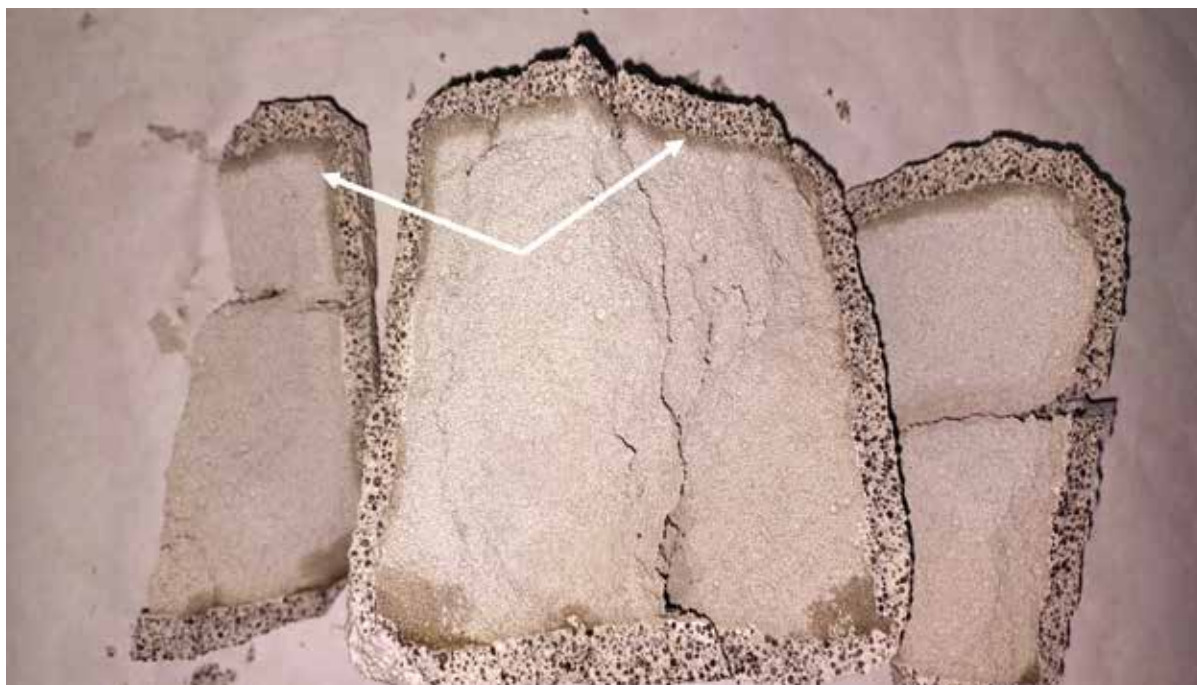


Рис. 7. Фрагменты образца из серии 5, обмазанного легкой штукатурной смесью на основе пеностеклянных гранул, после выдерживания на протяжении 90 минут в воде. Вода прошла сквозь тело штукатурки и просочилась на глубину до 1,0 мм в тело газобетонного образца

Fig. 7. Fragments of a sample from series 5 coated with a lightweight plaster mixture based on foam glass granules, after being soaked in water for 90 minutes. The water passed through the body of the plaster and seeped to a depth of 1.0 mm into the body of the aerated concrete sample



Рис. 8. Фрагменты образца из серии 3, обмазанного легкой штукатурной смесью на основе пенокерамических гранул «KERWOOD», после выдерживания на протяжении 90 минут в воде. Вода прошла сквозь тело штукатурки и просочилась на глубину до 0,5 мм в тело газобетонного образца

Fig. 8. Fragments of a sample from series 3 coated with a lightweight plaster mixture based on "KERWOOD" foam granules, after being soaked in the water for 90 minutes. The water passed through the body of the plaster and seeped to a depth of 0.5 mm into the body of the aerated concrete sample



Рис. 9. Фрагменты образца из серии 4, обмазанного легкой штукатурной смесью на основе перлитового песка, после выдерживания 90 минут в воде. Вода прошла сквозь тело штукатурки и просочилась на глубину до 2,0 мм в тело газобетонного образца

Fig. 9. Fragments of a sample from series 4, coated with a lightweight plaster mixture based on perlite sand, after being soaked for 90 minutes in the water. The water passed through the body of the plaster and seeped to a depth of 2.0 mm into the body of the aerated concrete sample

Продолжая анализ данных табл. 4 и рис. 4, видим, что контрольные образцы (серия 1) по истечении 90 минут в воде полностью пропитались влагой (рис. 6).

В **серии 2** испытанных образцов вся влага через 90 минут задержалась в основном в штукатурном слое и не проникла в тело газобетона далее 0,2 мм (рис. 4, 5).

В образцах **серий 3–5** вода проникла в тело газобетона на глубину:

- 0,5 мм (серия 3 на пенокерамике «KERWOOD» – другого производителя);
- 2,0 мм (серия 4 на перлите);
- 1,0 мм (серия 5 на пеностекле).

Таким образом, наименьшей глубиной проникновения воды в тело газобетона, после образцов **серии 2**, отличаются образцы **серии 3**.

Глубже всего вода проникла в тело газобетона в образцах **серии 4** (на перлите) – 2,0 мм (рис. 9).

Выводы

На основании данных проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Контрольные образцы газобетона (серия 1) полностью водонасыщаются влагой после пребывания в воде 90 минут и имеют водопоглощение 35,6 %.

2. В целом образцы **серий 2–5**, оштукатуренные разработанными составами легкой гидрофобной штукатурки (**составы 1–4, табл. 2**), показали хороший результат по защите минерального основания (газобетона) от проникновения воды. При этом водопоглощение исследуемых образцов снизилось в сравнении с контрольным составом в 3,3–3,8 раза. Проникновение воды в тело газобетона на глубину составило от 0,2 до 2,0 мм, а основное количество воды задержалось в слое гидрофобной штукатурки. Это связано с эффективным водоотталкивающим действием используемого в данной работе комплексного гидрофобизатора **DAO EZCON SH-8**.

3. Наиболее эффективным штукатурным составом из исследуемых составов по показателям водопоглощения испытанных образцов и глубине проникновения воды в тело газобетона оказался **состав 2** на основе пенокерамических гранул «СПАДАР».

4. В ходе проведенных исследований разработан состав минеральной гидрофобной штукатурки на основе гранул «СПАДАР» (**состав 2**), обеспечивающий наилучшие влагозащитные свойства по отношению к газобетону из исследуемых составов.

5. Необходимо провести дальнейшие исследования разработанных составов по показателям морозостойкости и паропроницаемости.

Благодарности

Автор выражает благодарность компании ООО «СПАДАР» за предоставленные для проведения данной работы образцы пенокерамических гранул.

Список литературы

- ГОСТ 33083-2014. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2019.
- Гудков А.Н. Сравнительное исследование физико-механических свойств легкого штукатурного раствора на пенокерамических гранулах «СПАДАР» и аналогичных легких заполнителях // *Бетон и железобетон*. 2024. № 4 (623). С. 39–49. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-4\(623\)-39-49](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-4(623)-39-49)
- ГОСТ Р 58277-2018. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2019.
- ГОСТ 30256-94. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1996.
- ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ, 2018.
- ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. Москва: Стандартинформ, 2018.
- ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии (с Изменениями № 1, 2). Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003.
- ГОСТ 32496-2013. Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2014.
- ГОСТ 31108-2020. Цементы общестроительные. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2020.
- СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных. Москва: Госстрой России, 1999.
- Баженов Ю.М. Технология бетона. Москва: Изд-во АСВ, 2002. 500 с.
- Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011. 112 с.
- Корнеев В.И., Зозуля П.В., Медведева И.Н., Богоявленская Г.А., Нуждина Н.И. Рецептурный справочник по сухим строительным смесям. Санкт-Петербург: РИА «Квинтет», 2010. 318 с.
- Корнеев В.И., Зозуля П.В. и др. Сухие строительные смеси. Состав, свойства: Учебное пособие. Москва: РИФ «Стройматериалы», 2010. 320 с.

References

- State Standard 33083-2014. Dry building plaster cement binder mixes. Specifications. Moscow: Standartinform Publ., 2019. (In Russian).

- Gudkov A.N. Comparative study of physical and mechanical properties of a light plaster mortar based on the "SPADAR" foam ceramic granules and similar light fillers. *Beton i Zhelezobeton = Concrete and Reinforced Concrete*. 2024, no. 4 (623), pp. 39–49. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-4\(623\)-39-49](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2024-4(623)-39-49)
- State Standard R 58277-2018. Dry building mixes based on cement binder. Test methods. Moscow: Standartinform Publ., 2019. (In Russian).
- State Standard 30256-94. Building materials and products. Method of thermal conductivity determination by cylindrical probe. Moscow: Publishing house of standards, 1996. (In Russian).
- State Standard 28013-98. Mortars. General specifications. Moscow: Standartinform Publ., 2018. (In Russian).
- State Standard 5802-86. Mortars. Test methods. Moscow: Standartinform Publ., 2018. (In Russian).
- State Standard 310.4-81. Cements. Methods of bending and compression strength determination (with Changes No. 1, 2). Moscow: Publishing house of standards, 2003. (In Russian).
- State Standard 32496-2013. Fillers porous for light concrete. Specifications. Moscow: Standartinform Publ., 2014. (In Russian).
- State Standard 31108-2020. Common cements. Specifications. Moscow: Standartinform Publ., 2020. (In Russian).
- SP 82-101-98. Manufacturing and usage of solutions in construction industry. Moscow: Gosstroy of Russia, 1999. (In Russian).
- Bazhenov Yu.M. Technology of concrete. Moscow: ASV Publ., 2002, 500 p. (In Russian).
- Bazhenov Yu.M., Korovyakov V.F., Denisov G.A. Technology of dry building mixes. Moscow: Publishing House of the Association of Construction Universities, 2011, 112 p. (In Russian).
- Korneev V.I., Zozulya P.V., Medvedeva I.N., Bogoyavlenskaya G.A., Nuzhdina N.I. Compounding guide to dry building mixes. St. Petersburg: RIA "Quintet", 2010, 318 p. (In Russian).
- Korneev V.I., Zozulya P.V. Dry building mixes. Composition, properties: Textbook. Moscow: RIF "Building materials", 2010, 320 p. (In Russian).

Информация об авторе /

Information about the author

Алексей Николаевич Гудков, руководитель лаборатории строительных материалов и технологий проектно-технологического центра, АО «Тулаоргтехстрой», Тула

e-mail: alekseygudkov2016@yandex.ru

Alexey N. Gudkov, Head of the Laboratory of Building Materials and Technologies of the Design and Technology Center, JSC Tulaorgtekhstroy, Tula

e-mail: alekseygudkov2016@yandex.ru