



Сорбционная влажность ячеистых бетонов

А.А. Баранова

Ангарский государственный технический университет, Ангарск, Россия

Аннотация. В статье приведен сравнительный анализ сорбционной влажности ячеистых бетонов, которая является одной из значимых эксплуатационных характеристик строительных материалов, используемых при производстве ограждающих конструкций. Исследования проводились для неавтоклавных пенобетонов на основе микрокремнезема марок по средней плотности D400, D600 и D800, а также автоклавных газобетонов марок D500 и D600 в соответствии с ГОСТ 12852.6. В процессе работы определены значения сорбционной влажности исследуемых материалов, по которым построены изотермы сорбции ячеистых бетонов в зависимости от относительной влажности воздуха в диапазоне от 57 до 100 %. Экспериментально установлено, что при повышении относительной влажности воздуха с 57 до 100 % сорбционная влажность неавтоклавного пенобетона средней плотностью 400, 600 и 800 кг/м³ увеличилась в 3,67, 5,58 и 5,37 раза соответственно. Для автоклавного газобетона увеличение составило: у образцов средней плотностью 500 кг/м³ в 10,85 раза, у образцов средней плотностью 600 кг/м³ в 10,69 раза. Сравнительный анализ полученных результатов показал, что величина сорбционной влажности зависит не столько от средней плотности ячеистого бетона, сколько от плотности и водонепроницаемости межпоровых перегородок, на которые в большей степени оказывают влияние условия твердения ячеистых бетонов.

Ключевые слова: сорбционная влажность, пенобетон, газобетон, микрокремнезем

Для цитирования: Баранова А.А. Сорбционная влажность ячеистых бетонов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 1. С. 54–63. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-1-54-63>. EDN: CYZMBK.

Original article

Sorption moisture of cellular concrete

Albina A. Baranova

Angarsk State Technical University, Angarsk, Russia

Abstract. The present article compares grades of cellular concrete in terms of sorption moisture as a significant performance characteristics of building materials for enclosing structures. The studies conducted in accordance with GOST 12852.6 used D400, D600, and D800 non-autoclaved cellular microsilica concrete, as well as D500 and D600 autoclaved aerated concrete. During the study, sorption isotherms of cellular concrete were plotted for the relative air humidity range of 57–100%. According to the conducted experiments, the relative air humidity growing from 57 to 100% increases the sorption moisture of non-autoclaved cellular concrete with an average density of 400, 600, and 800 kg/m³ by 3.67, 5.58, and 5.37 times, respectively. For autoclaved aerated concrete samples with an average density of 500 kg/m³ and 600 kg/m³, the increase is 10.85 and 10.69 times, respectively. The obtained results have proved the value of sorption moisture depending less on the average density of cellular concrete as compared to the density and water resistance of interpore partitions, which are most affected by the hardening conditions of cellular concrete.

Keywords: sorption humidity, foam concrete, aerated concrete, microsilica

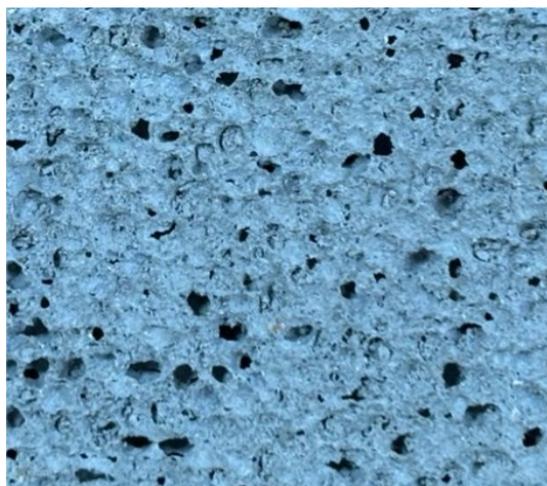
For citation: Baranova A.A. Sorption moisture of cellular concrete. Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate. 2025;15(1):54-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-1-54-63>. EDN: CYZMBK.

© Баранова А.А., 2025

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ячеистые бетоны набирают широкую популярность в качестве материала для ограждающих конструкций. Благодаря пористой структуре и низкому коэффициенту теплопроводности они являются энергоэффективными строительными материалами. Использование техногенных отходов при их производстве позволяет не только улучшить механические характеристики и снизить себестоимость продукции, но и решить ряд экологических проблем. Для ячеистых бетонов важными показателями являются средняя плот-

ность и пористость. Стоит отметить, что снижение плотности за счет увеличения пористости повышает сорбционную влажность материала, что способствует увеличению его коэффициента теплопроводности и снижению теплоизоляционной способности. По условиям образования пористости ячеистые бетоны делятся на пенобетоны и газобетоны. У них есть отличия в структуре: при одинаковой средней плотности у газобетона более однородный размер пор, чем у пенобетона. У газобетона поры соприкасаются между собой, а структура пенобетона отличается замкнутыми порами (рис. 1).



a



b

Рис. 1. Пористость ячеистых бетонов: a – автоклавный газобетон; b – неавтоклавный пенобетон на основе микрокремнезема
Fig. 1. Porosity of cellular concretes: a – autoclaved aerated concrete; b – non-autoclaved foam concrete based on microsilica

Территория России в зависимости от относительной влажности воздуха делится на три зоны: сухую, нормальную и влажную. Это оказывает большое влияние на теплотехнические характеристики материалов как при проектировании, так и при эксплуатации зданий и сооружений, поэтому исследования гидрофизических характеристик ячеистых бетонов являются весьма актуальными [1–25].

Цель данной работы заключалась в исследовании сорбционной влажности неавтоклавных пенобетонов на основе микрокремнезема и автоклавных газобетонов разных марок по средней плотности.

МЕТОДЫ

Образцы неавтоклавных пенобетонов марок D400, D600 и D800 формовались из пенобетонной смеси заданной средней плотности, приготовленной по классической технологии из портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н ГОСТ 31108-2003 производства АО «Ангарскцемент», микрокремнезема производства

АО «Кремний», синтетического пенообразователя «Пента Пав 430 (марка А)» и пластифицирующей добавки на основе поликарбоксилатов «МС-Power-Flow3100» [26]. Концентрация водного раствора пенообразователя составляла 2,5 %, кратность пены – 22÷23, соотношение вяжущего вещества к заполнителю – 1:1. Водотвердое отношение для всех составов было принято равным 0,52. Расход пенообразователя варьировался в зависимости от требуемой средней плотности пенобетона от 0,19 до 0,56 % от массы вяжущего вещества. Расход пластифицирующей добавки составлял 0,92 % от массы вяжущего вещества. Из пенобетонных смесей были изготовлены кубы с размером ребра 100 мм, которые набирали прочность в течение 28 сут. в камере нормального твердения.

Из блоков автоклавного газобетона марок по средней плотности D500 и D600, производства ЗАО «Стройкомплекс», и кубов неавтоклавного пенобетона марок D400, D600 и D800

были отобраны образцы для определения сорбционной влажности по стандартной методике.

В эксикаторах (рис. 2) с помощью раствора серной кислоты определенной плотности была создана заданная относительная влажность воздуха. Раствор серной кислоты плотностью

1,296 г/см³ соответствовал 57 % относительной влажности воздуха, 1,193 г/см³ – 77 % и 1,037 г/см³ – 97 %. 100 % относительная влажность воздуха обеспечивалась технической водой без содержания в ней серной кислоты [27–29]. Температура в помещении составляла 22±1 °С.



Рис. 2. Эксикаторы с образцами ячеистых бетонов
Fig. 2. Desiccators with cellular concrete samples

В течение первых двух месяцев сорбционная влажность образцов определялась через каждые 15 сут., последующие месяцы через каждые 10 сут. и до тех пор, пока масса образцов не стабилизировалась.

Значение сорбционной влажности ячеистого бетона вычислялось как отношение

массы поглощенной образцом материала воды к массе высушенного образца и осреднялось по результатам испытания трех образцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблицах 1 и 2, а также изображены на рисунках с 3 по 6.

Таблица 1. Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов
Table 1. Equilibrium sorption humidity of cellular concretes

Относительная влажность воздуха, %	Равновесная сорбционная влажность, %				
	Марка пенобетона			Марка газобетона	
	D400	D600	D800	D500	D600
57 %	4,98	4,54	4,16	1,73	1,66
77 %	5,86	6,11	7,26	2,90	2,80
97 %	16,40	17,12	18,38	14,32	12,86
100 %	18,28	25,34	22,32	18,77	17,74

Данные табл. 1 показывают, что при повышении относительной влажности воздуха с 57 до 100 % сорбционная влажность неавтоклавного пенобетона марок D400, D600 и D800 увеличивается в 3,67, 5,58 и 5,37 раза соответственно. Для автоклавного газобетона увеличение составляет в 10,85 раза у образцов средней плотностью 500 кг/м³ и в 10,69 раза у образцов средней плотностью 600 кг/м³.

Изменения сорбционной влажности ячеистых бетонов от относительной влажности воздуха в диапазоне от 57 до 100 % описываются следующими уравнениями.

Для неавтоклавного пенобетона на основе микрокремнезема:

Марка D400

$$W_C = 0,0116 \cdot x^2 - 1,5032 \cdot x + 53,032 \quad (1)$$

марка D600
 $W_C = 0,0172 \cdot x^2 - 2,2656 \cdot x + 78,113 \quad (2)$

марка D800
 $W_C = 0,0115 \cdot x^2 - 1,3979 \cdot x + 46,536 \quad (3)$

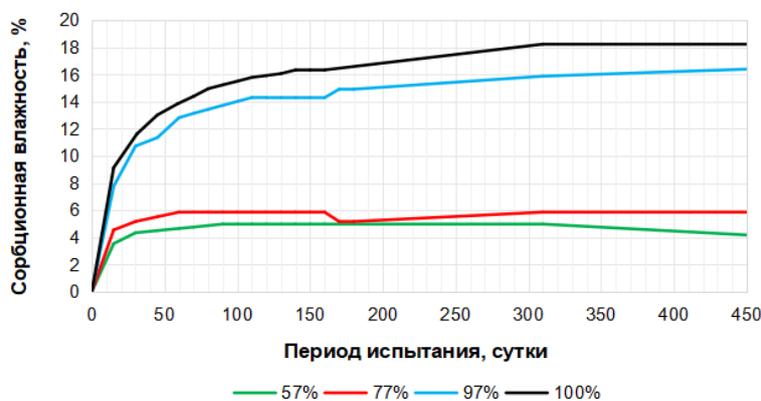
Для автоклавного газобетона:

марка D500
 $W_C = 0,0145 \cdot x^2 - 1,904 \cdot x + 63,085 \quad (4)$

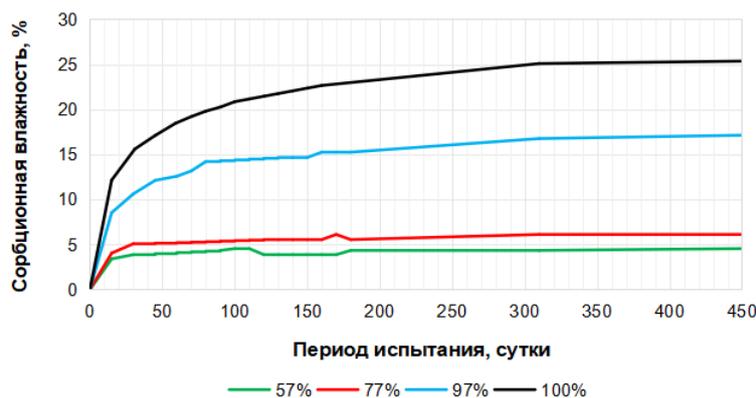
марка D600
 $W_C = 0,0136 \cdot x^2 - 1,782 \cdot x + 59,22 \quad (5)$

где x – относительная влажность воздуха, %.

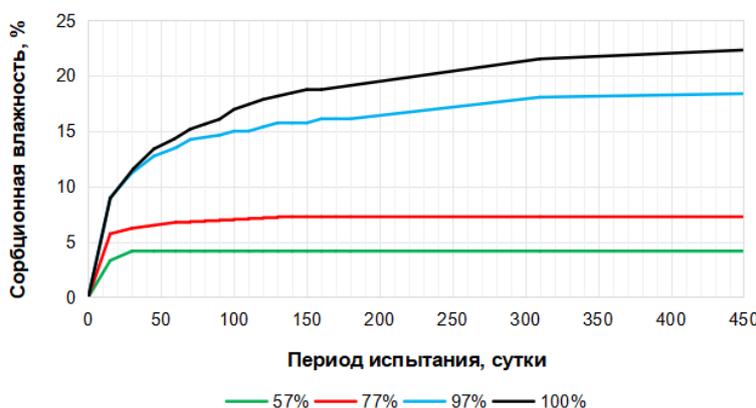
По графикам, изображенным на рис. 3 и 4, составлена табл. 2, в которой указан временной период достижения равновесной сорбционной влажности ячеистых бетонов при разной относительной влажности воздуха.



a

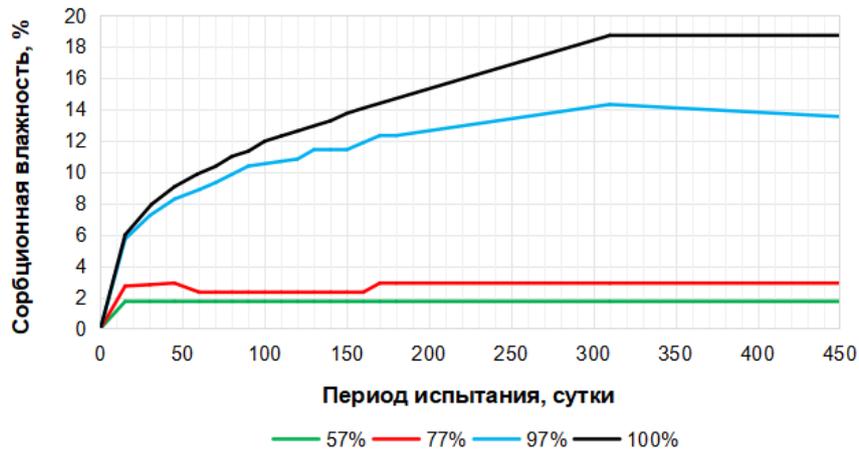


b

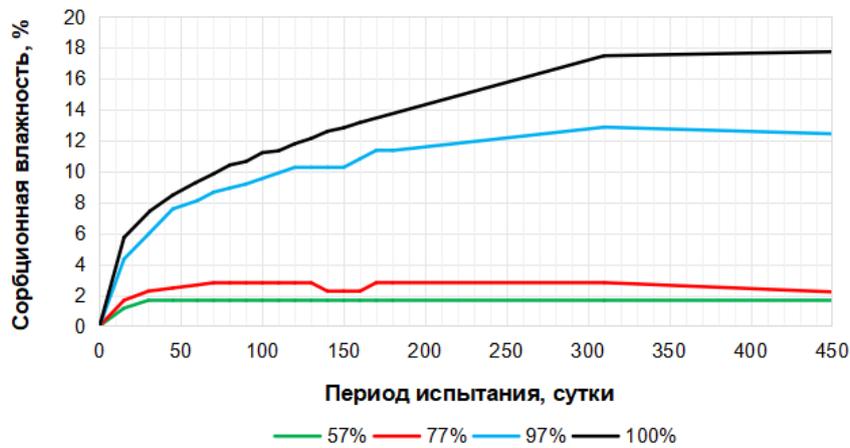


с

Рис. 3. Динамика роста сорбционной влажности неавтоклавного пенобетона на основе микрокремнезема: а – марка D400; б – марка D600; с – марка D800
Fig. 3. Dynamics of growth of sorption humidity of non-autoclaved foam concrete based on microsilica: a – the grade D400; b – the grade D600; c – the grade D800



a



b

Рис. 4. Динамика роста сорбционной влажности автоклавного газобетона:
a – марка D500; b – марка D600

Fig. 4. Dynamics of growth of sorption humidity of autoclaved aerated concrete:
a – the grade D500; b – the grade D600

Таблица 2. Период достижения равновесной сорбционной влажности ячеистых бетонов
Table 2. The period of reaching the equilibrium sorption humidity content of cellular concretes

Относительная влажность воздуха, %	Период достижения равновесной сорбционной влажности, сутки				
	Марка пенобетона			Марка газобетона	
	D400	D600	D800	D500	D600
57 %	90	100	30	15	30
77 %	60	170	130	45	70
97 %	450	450	450	310	310
100 %	450	450	450	310	450

Согласно данным таблицы практически все исследуемые образцы при 100 % относительной влажности воздуха достигают равновесной сорбционной влажности через 450 сут., за исключением автоклавного газобетона марки D500, у которого временной период практически на 30 % меньше и составляет 310 сут. Расхождение в значениях сорбционной влажности

исследуемых неавтоклавных пенобетонов составляет при 57 % относительной влажности воздуха менее 1 %, при 77 % – до 1,4 %, при 97 % – до 2 % и при 100 % – до 7 %.

У автоклавных газобетонов средней плотностью 500 и 600 кг/м³ разница в показаниях не выходит за пределы полутора процентов при любом значении относительной влажности

воздуха. Значения равновесной сорбционной влажности у неавтоклавного пенобетона на основе микрокремнезема марки D600 больше, чем у автоклавного газобетона этой же марки в

2,74 раза при относительной влажности воздуха 57 %, в 2,18 раза при 77 % влажности воздуха, на 33 % при относительной влажности 97 % и на 43 % при 100 % влажности воздуха.

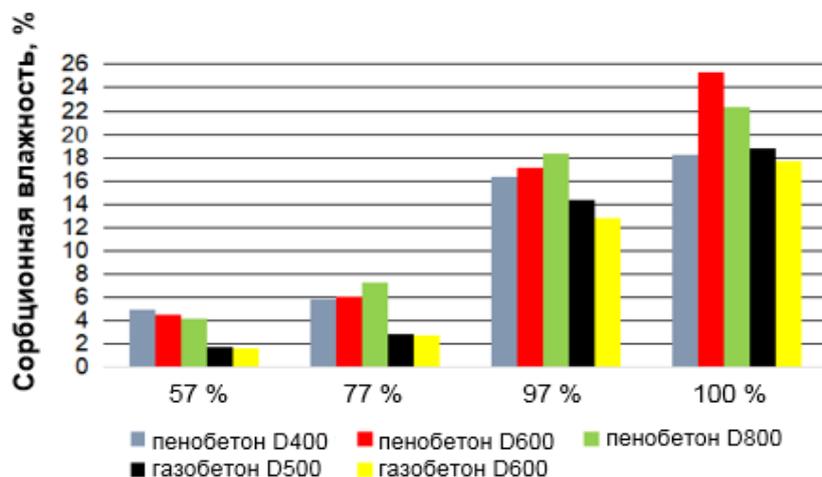


Рис. 5. Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов
Fig. 5. Equilibrium sorption humidity of cellular concretes

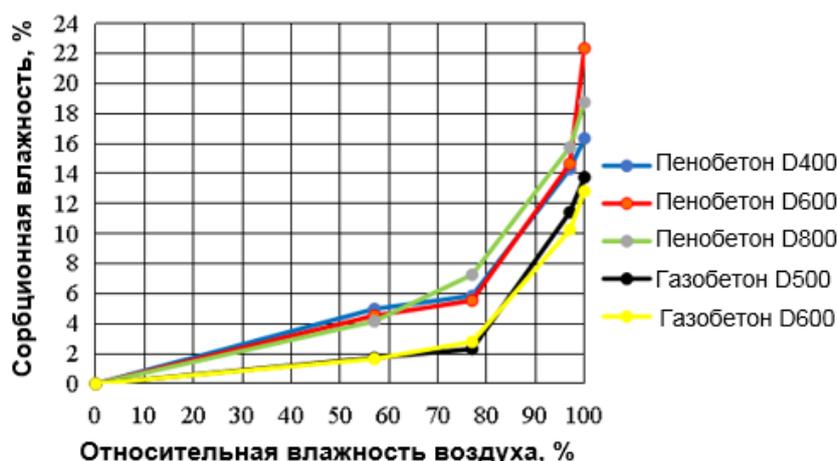


Рис. 6. Изотермы сорбции ячеистых бетонов
Fig. 6. Isotherms of sorption of cellular concretes

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытным путем было установлено, что при повышении относительной влажности воздуха с 57 до 100 % сорбционная влажность неавтоклавного пенобетона средней плотностью 400, 600 и 800 кг/м³ увеличилась в 3,67, 5,58 и 5,37 раза соответственно. Для автоклавного газобетона увеличение составило в 10,85 раза у образцов средней плотностью 500 кг/м³, в 10,69 раза у образцов средней плотностью

600 кг/м³. Проведенный сравнительный анализ сорбционной влажности автоклавного газобетона с неавтоклавым пенобетоном на основе микрокремнезема установил, что величина сорбционной влажности зависит не столько от средней плотности ячеистого бетона, сколько от плотности и водонепроницаемости межпоровых перегородок, на которые в большей степени оказывают влияние условия твердения ячеистых бетонов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Киселёв И.Я. Экспериментальное исследование зависимости равновесной сорбционной влажности строительных материалов от температур // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С. 492–495. EDN: MTPETZ.

2. Киселёв И.Я. Эмпирические формулы, описывающие изотермы сорбции строительных материалов при положительных и отрицательных температурах // Вестник отделения строительных наук РААСН. 2010. Т. 14. № 2. С. 87–93.
3. Киселёв И.Я. Влияние равновесной сорбционной влажности строительных материалов на сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 8 (187). С. 34–35. EDN: SZSXHD.
4. Киселёв И.Я. Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов и ее полимолекулярноадсорбированная и капиллярно-конденсированная составляющие // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 20–22. EDN: UDEIBX.
5. Киселёв И.Я. Метод ускоренного определения равновесной сорбционной влажности легких и ячеистых бетонов // Строительные материалы. 2016. № 6. С. 12–14. EDN: WFGMBX.
6. Ткач Е.В., Семенов В.С., Ткач С.А. Повышение гидрофизических свойств газобетона с использованием отходов промышленности // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 194–198. EDN: UMLSGH.
7. Куприянов В.Н., Юзмухаметов А.М., Сафин И.Ш. Влияние влаги на теплопроводность стеновых материалов. Состояние вопроса // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 1 (39). С. 102–110. EDN: YIOARV.
8. Строцкий В.Н., Зимин С.Г., Жоробаев С.С., Крохин А.М. Сорбционная влажность и паропроницаемость ячеистого бетона // Вестник НИЦ «Строительство». 2020. № 4 (27). С. 117–125. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4\(27\)-117-125](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4(27)-117-125). EDN: AFVECI.
9. Шакирова В.А. Влагонакопление стеновой конструкции из ячеистого бетона в годовом цикле // Урбанистика. 2021. № 4. С. 55–67. <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.4.37174>. EDN: VYXYBT.
10. Мордич М.М. Технология и физико-механические свойства керамзитопенобетона для монолитного и сборного строительства // Наука и техника. 2019. Т. 18. № 4. С. 292–302. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-4-292-302>. EDN: JWCVXR.
11. Серова Р.Ф., Рахимова Г.М., Ткач С.А., Стасилович Е.А., Русанов А.А. Получение эффективного модифицированного газобетона с использованием отходов промышленности и вторичного сырья // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8-1. С. 41–46. EDN: TZGBVH.
12. Gnip I.Ya., Veyalis S.A., Kershulis V.I. Isotherms of Water Vapor Sorption by Light Inorganic and Polymer Heat-Insulating Materials // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2006. Vol. 79. P. 40–47. <https://doi.org/10.1007/s10891-006-0064-7>.
13. Kunhanandan Nambiar E.K., Ramamurthy K. Sorption Characteristics of Foam Concrete // Cement and Concrete Research. 2007. Vol. 37. Iss. 9. P. 1341–1347. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.05.010>.
14. Hall C., Raymond Yau M.H. Water Movement in Porous Building Materials-IX. The Water Absorption and Sorptivity of Concretes // Building and Environment. 1987. Vol. 22. Iss. 1. P. 77–82. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(87\)90044-8](https://doi.org/10.1016/0360-1323(87)90044-8).
15. Gopalan M.K. Sorptivity of Fly Ash Concretes // Cement and Concrete Research. 1996. Vol. 26. Iss. 8. P. 1189–1197. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(96\)00105-6](https://doi.org/10.1016/0008-8846(96)00105-6).
16. Lam Nguyen Trong, Shingo Asamoto, Kunio Matsui Sorption Isotherm and Length Change Behavior of Autoclaved Aerated Concrete // Cement and Concrete Composites. 2018. Vol. 94. P. 136–144. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.09.003>.
17. Narayanan N., Ramamurthy K. Structure and Properties of Aerated Concrete: A Review // Cement and Concrete Composites. 2000. Vol. 22. Iss. 5. P. 321–329. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00016-0).
18. Hock Yong Tiong, Siong Kang Lim, Yee Ling Lee, Ming Kun Yew, Jee Hock Lim Absorption and Strength Properties of Lightweight Foamed Concrete with Egg Shell Powder as Partial Replacement Material of Cement // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 476. P. 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/476/1/012021>.
19. Kearsley E.P., Wainwright P.J. Porosity and Permeability of Foamed Concrete // Cement and Concrete Research. 2001. Vol. 31. Iss. 5. P. 805–812. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00490-2](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00490-2).
20. Madjoudj N., Dheilly R.M., Queneudec M., Dhir R.K., Hewlett P.C., Csetenyi L.J. Water Capillary Absorption of Cellular Clayed Concrete Obtained by Proteinic Foaming // Innovations and Developments in Concrete Materials and Construction. 2002. P. 513–521.
21. Khatib J.M., Clay R.M. Absorption Characteristics of Metakaolin Concrete // Cement and Concrete Research. 2004. Vol. 34. Iss. 1. P. 19–29. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(03\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(03)00188-1).
22. Abd Elrahman M., Sang-Yeop Chung, Dietmar S. Effect of Different Expanded Aggregates On the Properties of Lightweight Concrete // Magazine of Concrete Research. 2019. Vol. 71. Iss. 2. P. 95–107. <https://doi.org/10.1680/jmacr.17.00465>.
23. Karolina R., Sianipar Y.G.C. The Utilization of Stone Ash On Cellular Lightweight Concrete // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 309. P. 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012084>.

24. Raj A., Sathyan D., Mini K.M. Physical and Functional Characteristics of Foam Concrete: A Review // *Construction and Building Materials*. 2019. Vol. 221. P. 787–799. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.052>.
25. Jitchaiyaphum K., Sinsiri T., Jaturapitakkul C., Chindapasirt P. Cellular Lightweight Concrete Containing High-Calcium Fly Ash and Natural Zeolite // *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials*. 2013. Vol. 20. P. 462–471. <https://doi.org/10.1007/s12613-013-0752-1>.
26. Баранова А.А., Савенков А.И. Пенобетон, модифицированный микрокремнеземом ЗАО «Кремний» // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2014. № 8 (91). С. 78–82. EDN: SYRBUJ.
27. Baranova A., Bygajchuk V. Investigation of Water Absorption of Non-Autoclaved Foam Concretes Based On Microsilica // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 880. P. 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012003>. EDN: TBCMNH.
28. Baranova A., Chernykh V. Water Absorption of Cellular Concretes Made On the Basis of Technogenic Raw Materials // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 751. P. 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/751/1/012114>.
29. Черных В.А., Баранова А.А., Скулин А.С., Коцырь А.И. Определение сорбционной влажности ячеистых бетонов // *Современные технологии и научно-технический прогресс*. 2021. Т. 1. № 8. С. 203–204. EDN: JYFPCX.

REFERENCES

1. Kiselyov I.Ya. Experimental Study of the Dependence of Equilibrium Sorption Moisture of Building Materials On Temperatures. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009;5:492-495. (In Russ.). EDN: MTPETZ.
2. Kiselyov I.Ya. Empirical Formulas Describing the Sorption Isotherms of Building Materials at Positive and Negative Temperatures. *Vestnik otdeleniya stroitel'nykh nauk RAASN*. 2010;14(2):87-93. (In Russ.).
3. Kiselyov I.Ya. Influence of Equilibrium Sorption Humidity of Construction Materials On Heat Transfer Resistance of Buildings External Fencing Structures. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*. 2014;8(187):34-35. (In Russ.). EDN: SZSXHD.
4. Kiselyov I.Ya. Equilibrium Sorption Humidity of Cellular Concretes and Its Polymolecular-Adsorbed and Capillary-Condensed Components. *Construction Materials*. 2015;6:20-22. (In Russ.). EDN: UDEIBX.
5. Kiselyov I.Ya. Method for Accelerated Determination of Equilibrium Sorption Humidity of Light and Cellular Concretes. *Construction Materials*. 2016;6:12-14. (In Russ.). EDN: WFGMBX.
6. Tkach E.V., Semenov V.S., Tkach S.A. Improving The Hydrophysical Properties of Aerated Concrete with The Usage of Industrial Waste. *Nauchnoe obozrenie*. 2015;14:194-198. (In Russ.). EDN: UMLSGH.
7. Kupriyanov V.N., Yuzmuhametov A.M., Safin I.Sh. Influence of Moisture On Heat Conductivity of Walling Materials. The State of the Issue. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2017;1(39):102-110. (In Russ.). EDN: YIOARV.
8. Strotskiy V.N., Zimin S.G., Zhorobaev S.S., Krokhin A.M. Sorption Humidity and Vapor Permeability of Cellular Concrete. *Bulletin of the Scientific Research Center Construction*. 2020;4(27):117-125. (In Russ.). [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4\(27\)-117-125](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-4(27)-117-125). EDN: AFVECI.
9. Shakirova V.A. Accumulation of Moisture of Cellular Concrete Wall Structures in The Annual Cycle. *Urban Studies*. 2021;4:55-67. (In Russ.). <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.4.37174>. EDN: VYXYBT.
10. Mordzich M.M. Technology and Physico-Mechanical Properties of Claydite Foam Concrete for Monolithic and Prefabricated Construction. *Science and Technique*. 2019;18(4):292-302. (In Russ.). <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2019-18-4-292-302>. EDN: JWCXBR.
11. Serova R.F., Rakhimova G.M., Tkach S.A., Stasilovich E.A., Russanov A.A. Obtaining Effective Modified Gas-Concrete Using Industrial Wastes and Secondary Raw Materials. *International Journal of Experimental Education*. 2015;8-1:41-46. (In Russ.). EDN: TZGBVH.
12. Gnip I.Ya., Veyalis S.A., Kershulis V.I. Isotherms of Water Vapor Sorption by Light Inorganic and Polymer Heat-Insulating Materials. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2006;79:40-47. <https://doi.org/10.1007/s10891-006-0064-7>.
13. Kunhanandan Nambiar E.K., Ramamurthy K. Sorption Characteristics of Foam Concrete. *Cement and Concrete Research*. 2007;37(9):1341-1347. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.05.010>.
14. Hall C., Raymond Yau M.H. Water Movement in Porous Building Materials-IX. The Water Absorption and Sorptivity of Concretes. *Building and Environment*. 1987;22(1):77-82. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(87\)90044-8](https://doi.org/10.1016/0360-1323(87)90044-8).
15. Gopalan M.K. Sorptivity of Fly Ash Concretes. *Cement and Concrete Research*. 1996;26(8):1189-1197. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(96\)00105-6](https://doi.org/10.1016/0008-8846(96)00105-6).

16. Lam Nguyen Trong, Shingo Asamoto, Kunio Matsui Sorption Isotherm and Length Change Behavior of Autoclaved Aerated Concrete. *Cement and Concrete Composites*. 2018;94:136-144. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2018.09.003>.
17. Narayanan N., Ramamurthy K. Structure and Properties of Aerated Concrete: A Review. *Cement and Concrete Composites*. 2000;22(5):321-329. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00016-0).
18. Hock Yong Tiong, Siong Kang Lim, Yee Ling Lee, Ming Kun Yew, Jee Hock Lim Absorption and Strength Properties of Lightweight Foamed Concrete with Egg Shell Powder as Partial Replacement Material of Cement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;476:1-11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/476/1/012021>.
19. Kearsley E.P., Wainwright P.J. Porosity and Permeability of Foamed Concrete. *Cement and Concrete Research*. 2001;31(5):805-812. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00490-2](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00490-2).
20. Madjoudj N., Dheilly R.M., Queneudec M., Dhir R.K., Hewlett P.C., Csetenyi L.J. Water Capillary Absorption of Cellular Clayed Concrete Obtained by Proteinic Foaming. *Innovations and Developments in Concrete Materials and Construction*. 2002:513-521.
21. Khatib J.M., Clay R.M. Absorption Characteristics of Metakaolin Concrete. *Cement and Concrete Research*. 2004;34(1):19-29. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(03\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(03)00188-1).
22. Abd Elrahman M., Sang-Yeop Chung, Dietmar S. Effect of Different Expanded Aggregates On the Properties of Lightweight Concrete. *Magazine of Concrete Research*. 2019;71(2):95-107. <https://doi.org/10.1680/jmacr.17.00465>.
23. Karolina R., Sianipar Y.G.C. The Utilization of Stone Ash On Cellular Lightweight Concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018;309:1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012084>.
24. Raj A., Sathyan D., Mini K.M. Physical and Functional Characteristics of Foam Concrete: A Review. *Construction and Building Materials*. 2019;221:787-799. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.052>.
25. Jitchaiyaphum K., Sinsiri T., Jaturapitakkul C., Chindaprasirt P. Cellular Lightweight Concrete Containing High-Calcium Fly Ash and Natural Zeolite. *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials*. 2013;20:462-471. <https://doi.org/10.1007/s12613-013-0752-1>.
26. Baranova A.A., Savenkov A.I. Aerated Concrete Modified by Silicafume of "Kremniy" CJSC. Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2014;8(91):78-82. (In Russ.). EDN: SYRBUJ.
27. Baranova A., Bygajchuk V. Investigation of Water Absorption of Non-Autoclaved Foam Concretes Based On Microsilica. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020;880:1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012003>. EDN: TBCMNH.
28. Baranova A., Chernykh V. Water Absorption of Cellular Concretes Made On the Basis of Technogenic Raw Materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;751:1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/751/1/012114>.
29. Chernykh V.A., Baranova A.A., Skulin A.S., Kotsyr A.I. Determination of Sorption Humidity of Cellular Concrete. *Modern Technologies and Scientific and Technological Progress*. 2021;1(8):203-204. EDN: JYFPCX.

Информация об авторе**Баранова Альбина Алексеевна,**

к.т.н., доцент, доцент кафедры
промышленного и гражданского строительства,
Ангарский государственный
технический университет,
665835, г. Ангарск, квартал 85а, д. 5,
Россия,
✉ e-mail: baranova2012aa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5939-3334>
Author ID: 680451

Information about the author**Albina A. Baranova,**

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Industrial and Civil Engineering,
Angarsk State Technical University,
5, 85a District, Angarsk 665835,
Russia,
✉ e-mail: baranova2012aa@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5939-3334>
Author ID: 680451

Вклад автора

Автор выполнил исследовательскую работу,
на основании полученных результатов провел
обобщение, подготовил рукопись к печати.

Contribution of the author

The author performed the research, made
generalization based on the results obtained and
prepared the copyright for publication.

Автор имеет на статью исключительные авторские права и несет ответственность за плагиат.

Author has exclusive author's right and bear responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Conflict of interests

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflict of interests.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved by the author

Информация о статье

Information about the article

Статья поступила в редакцию 14.01.2025.
Одобрена после рецензирования 31.01.2025.
Принята к публикации 03.02.2025.

The article was submitted 14.01.2025.
Approved after reviewing 31.01.2025.
Accepted for publication 03.02.2025.