

## Использование дисперсного армирования в малоэтажном строительстве из ячеистого бетона

*А.С. Рудкова, Л.М. Весова*

*Волгоградский технический университет архитектуры и строительства*

**Аннотация:** Прочность ячеистых бетонов зависит от их плотности. При армировании ячеистого бетона фибриллированным волокном эта зависимость меняется – прочность образцов возрастает в 1.8 – 2.4 раза, по сравнению с прочностью неармированных образцов при неизменной плотности.

**Ключевые слова:** ячеистый бетон, газобетон, плотность, прочность, армирование, фиброволокно, теплоизоляция, несущая стена, ограждающая конструкция.

В современном строительстве очень быстро растёт спрос на материалы из ячеистых бетонов. Это связано с их физико-механическими свойствами и приемлемой ценой на этот материал [1, 2].

Ячеистый бетон представляет собой материал, который уникальным образом обладает рядом преимуществ, отвечающих современным требованиям к строительным стеновым материалам [3].

Ячеистые бетоны подразделяется на пенобетон и газобетон. Пенобетоны неавтоклавного твердения применяются в качестве стеновых и теплоизоляционных материалов [4]. Газобетон, как строительный материал, получил признание по всему миру. Его применение позволяет сократить расходы на строительство, уменьшить коэффициент теплопроводности и массу всей конструкции [5]. Если сравнить по стоимости, то стена из ячеистого бетона будет в 2 - 3 раза дешевле, чем стена из кирпича с утеплителем [6].

Газообразование в замешенной на воде смеси обусловлено взаимодействием газообразователя с сильнощелочным цементным или известковым раствором. В качестве газообразователя чаще всего применяют алюминиевую пудру. При её взаимодействии с раствором протекает химическая реакция, в результате которой образуются газообразный водород,

вспенивающий цементный раствор, и алюминаты кальция. Полученная легкая губчатая масса отличается куда меньшим весом и прекрасными теплоизоляционными свойствами, что позволяет использовать ячеистые бетоны и как конструктивный материал, и как теплоизоляционный. Прочность ячеистых блоков зависит от их плотности.

В рамках исследования данного вопроса, в лабораторных условиях, нами были сделаны опыты на газобетонных образцах 10x10 см.

По результатам испытаний, были получены следующие данные зависимости прочности газобетонных образцов от их плотности, представленные в таблице №1.

Таблица №1

Результаты испытаний

№	Плотность газобетонного образца, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа
1	300	0.9
2	400	1.2
3	500	1.5
4	600	2
5	700	2.1
6	750	2.75
7	800	4
8	850	5.25
9	900	7.51
10	1000	11.12

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что блоки таких низких марок, как D300-D400 не обладают достаточной прочностью, а

значит не подходят для возведения несущих стен в малоэтажном строительстве.

Однако, если армировать газобетонные блоки фиброволокном, мы получим совсем иные значения.

Внешне фиброволокно представляет собой хаотично перемешанные волокна белого цвета разной длины и с полупрозрачной структурой. Каждое волокно имеет длину от 3 до 18 миллиметров (в зависимости от марки) и диаметр в районе 20 микрон. Фиброволокно равномерно укрепляет конструкцию по всему объему и площади, тем самым уменьшая образование трещин при усадке и увеличивая её морозостойкость, сопротивление удару и, что самое важное, прочность и износостойкость [7].

В лабораторных условиях, нами, в газобетонные блоки было добавлено синтетическое фибриллизованное волокно (фибра) длиной 18 мм, в процентном соотношении - 1% от вяжущего. По результатам испытаний, при тех же значениях плотности, были получены иные значения прочности, представленные в таблице №2.

Таблица №2

Результаты испытаний образцов армированных фиброй

№	Плотность газобетонного образца, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа
1	300	1.62
2	400	2.4
3	500	3.15
4	600	3.74
5	700	5
6	750	5.20
7	800	7.50
8	850	10.5

9	900	13.5
10	1000	20.1

Сравним результаты двух опытов на графике зависимости прочности газобетонных образцов от их плотности - рис. 1.

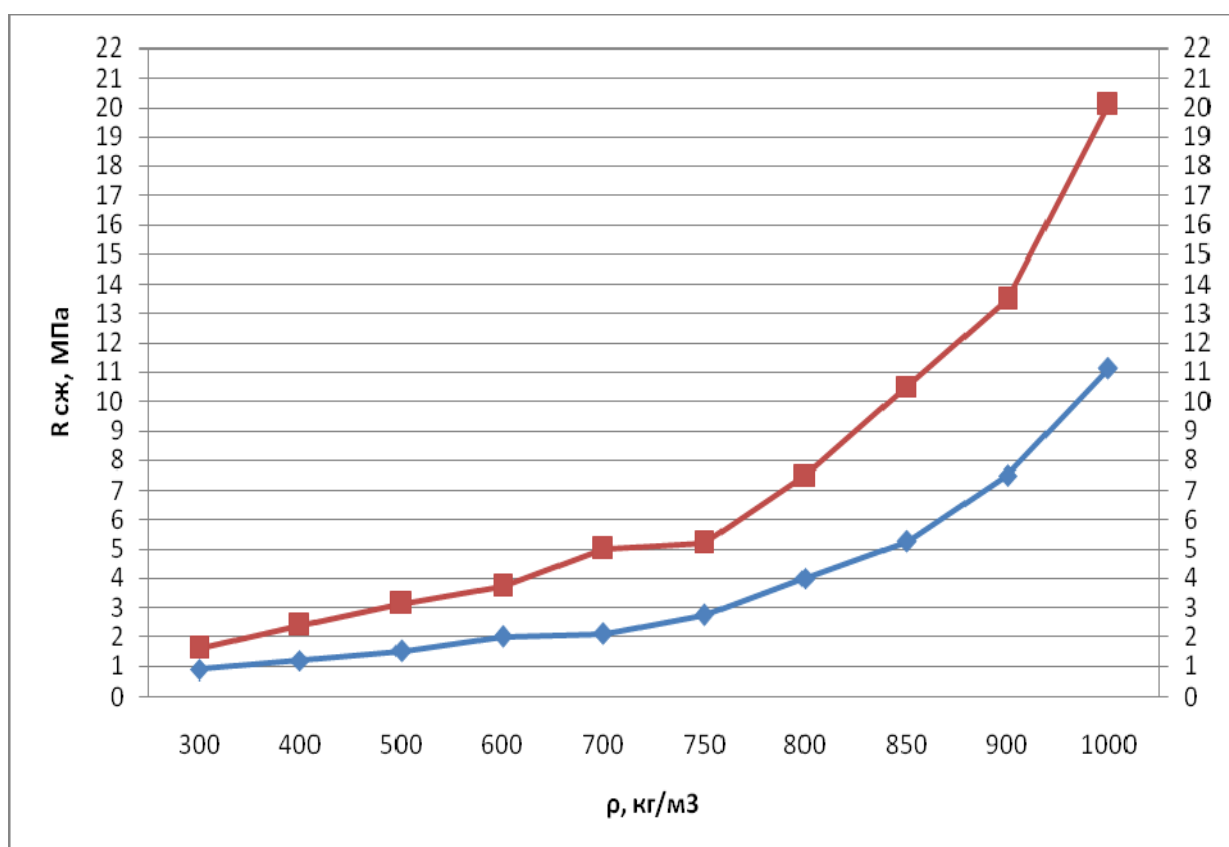


Рис. 1. - Сравнение графиков зависимости прочности газобетонных образцов от плотности (ряд 1 - армированные газобетонные образцы, ряд 2 - неармированные газобетонные образцы)

Вопрос использования ячеистых бетонов низкой плотности рассматривается не только в России, но и за рубежом. В странах Европы пользуется большим спросом малоэтажное строительство из ячеистых бетонов. В последние годы оно ориентировано на применение именно низких плотностей (300, 350, 400 кг/м<sup>3</sup>). Основными изучаемыми параметрами при

этом являются методы усиления кладок рядовым армированием, армирование подоконного пояса, армирование зоны опирания перемычек, армирование пояса под укладку перекрытий. Подробней методы усиления кладок рассматриваются в [8]. Так же один из изучаемых параметров — это теплозащитные свойства газобетонных конструкций, где вначале определяются нужные параметры конструкции, а затем они преобразуются в нелинейные коэффициенты для дальнейшего расчёта и регулирования теплозащитных свойств. (например, [9-10]).

Обработка полученных данных показывает, что включение в состав ячеистого бетона армирующей фибры, при неизменной плотности, позволяет увеличить прочность образцов в 1.8 - 2.4 раза. А это означает, что при включении в состав ячеистого бетона фибры, блоки таких низких марок, как D300 - D 400, можно использовать для возведения несущих стен при малоэтажном строительстве, что в свою очередь ещё больше удешевит расходы на строительство и облегчит массу наружных конструкций.

### Литература

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов/ А.В.Волженский - 4-е изд., перераб. и доп. - М:Стройиздат, 1986 - 464 с.
2. Граник Ю.Г. Ячеистый бетон в жилищно-гражданском строительстве // Строительные материалы. 2004. №3. С. 2-6.
3. Гарнашевич Г.С., Подлuzский Е.Я., Сажнев Н.П., Носуля А.П. Ячеистый бетон автоклавного твердения: теплопроводность и влажность // Технологии бетонов 2012. № 7-8(72-73). С. 72-75
4. В.Н. Моргунов, О.В. Пушенко О структуре фибропенобетонов // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/955.



5. М.И. Оглобин, В.А. Невский История развития газобетона // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2099.

6. Щукина Е.Г., Архинчеева Н.В. Исследование возможности получения неавтоклавного газобетона с использованием химических добавок // Вестник ВСГТУ. 2011. № 4 (35). С. 17.

7. Толибова В.И. Полипропиленовая фибра - эффективная армирующая добавка // В сборнике: Научные исследования и разработки молодых учённых. Сборник материалов XVII Международной молодёжной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.С. Чернова. 2017. С. 123-126.

8. Kreft, O., Straube, B., Schoch, T. Internal thermal insulation with lightweight autoclaved aerated concrete // 5th International conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future»: Bydgoszcz, Poland, September, 14-17, 2011. Pp. 251-257.

9. Scheffler, G.A. Introduction of a full range model for liquid and vapour transport properties of AAC // 5th International conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future»: Bydgoszcz, Poland, September, 14-17, 2011. Pp. 311-323.

10. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings // Official Journal of the European Union 2010, L 153 Pp. 13-35

11. Весова Л.М. Disperse Reinforcing Role in Producing Non-autoclaved Cellular Foam Concrete // Procedia Vol. 150: 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016) / ed. by A.A. Radionov. – [Elsevier publishing], 2016. –pp. 1587-1590.

## References

1. Volzhenskij A.V. Mineral'ny'e vyazhushhie veshhestva [Mineral binders]: ucheb. dlya vuzov A.V.Volzhenskij 4 izd., pererab. idop. M: Strojizdat, 1986 - 464 p.
  2. Granik Yu.G. Stroitel'ny'e materialy`. 2004. №3. pp. 2-6.
  3. Garnashevich G.S., Podluzskij E.Ja., Sazhnev N.P., Nosulja A.P. Tehnologii betonov 2012. № 7-8(72-73). pp. 72-75
  4. V.N. Morgunov, O.V. Pushenko Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/955](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/955).
  5. M.I. Oglobin, V.A. Nevskij Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2099](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2099).
  6. Shhukina E.G., Arxinceeva N.V. Vestnik VSGTU. 2011. № 4 (35). P. 17.
  7. Tolibova V.I. V sbornike: Nauchnye issledovaniya i razrabotki molodyh uchjonnyh. Sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoj molodjozhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Pod obshhej redakciej S.S. Chernova. 2017, pp. 123-126.
  8. Kreft, O., Straube, B., Schoch T. 5th International conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future»: Bydgoszcz, Poland, September, 14-17, 2011. Pp. 251-257.
  9. Scheffler G.A. 5th International conference on Autoclaved Aerated Concrete «Securing a sustainable future»: Bydgoszcz, Poland, September, 14-17, 2011. Pp. 311-323.
  10. Directive 2010.31.EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings Official Journal of the European Union 2010, L 153 Pp. 13-35
  11. Vesova L.M. Procedia Vol. 150: 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016) ed. by A.A. Radionov. [Elsevier publishing], 2016. pp. 1587-1590.
-