

Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tanovi.69@mail.ru

About the authors:

BELOV Vladimir Vladimirovich – Advisor to RAACS, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Production of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

BABAEV Daniil Dmitrievich – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: dr.d1708@yandex.ru

PETROPAVLOVSKAYA Victoria Borisovna – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Production of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: victoriapetrop@gmail.com

NOVICHENKOVA Tatiana Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of the Department of Production of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tanovi.69@mail.ru

УДК 691.327.332

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО В КОНСТРУКЦИОННОМ НЕАВТОКЛАВНОМ ГАЗОБЕТОНЕ

В.В. Белов, Х.А. Микаелян, Д.С. Шишаев

**© Белов В.В., Микаелян Х.А.,
Шишаев Д.С., 2024**

Аннотация. В статье отмечено, что прочность газобетона зависит от ряда факторов, в том числе от плотности. Рассмотрено создание конструкционного газобетона с повышенной прочностью и применением полимерцементного вяжущего. Полимерцементные материалы относятся к композиционным вяжущим, получаемым на основе неорганической составляющей (портландцемента, гипса и др.) в сочетании с органической (водорастворимыми полимерами и водными дисперсиями полимеров). Указано, что водорастворимые полимеры, вводимые при приготовлении растворов и бетонов в небольших количествах (до 3 %) в виде порошков или водных растворов, оказывают главным образом пластифицирующий эффект. Более подробно изучены

прочностные характеристики полимерцементных вяжущих, а также модифицированные газобетоны.

Ключевые слова: *конструкционный газобетон, неавтоклавный, полимерцементное вяжущее, прочность, модификация газобетона, полимер.*

ВВЕДЕНИЕ

Производство ячеистых бетонов было запущено в России в 1950-х годах. С тех пор отрасль производства ячеистых материалов набирала обороты: вводились новые компонентные добавки, изменялись технологические особенности производства, совершенствовалось оборудование. Основная задача в процессе изготовления ячеистых блоков заключается в том, чтобы увеличить энергоэффективность, уменьшить время возведения и упростить строительство здания [1].

Из огромного количества ячеистой блочной продукции можно выделить три ведущих материала: газосиликатные, газобетонные и пенобетонные блоки [1].

Газобетонные блоки обладают пористой структурой, малым весом, достаточной прочностью, большими габаритными размерами, низкой теплопроводностью, хорошей звукоизоляцией и высокой огнестойкостью, что делает данные материалы очень похожими друг на друга [1].

Отношение прочности к плотности изделий из легких бетонов регулируется плотностью легкого заполнителя. Чем выше это соотношение, тем больше коэффициент конструктивного качества (ККК) материала [2].

Однако в силу неоднородности такого материала рост ККК за счет увеличения пористости легкого заполнителя ограничен, так как повышается вероятность разрушения несущего каркаса легкого бетона из ослабленного пористого заполнителя. Таким образом, попытки компенсировать падение прочности и показателя ККК увеличением в пределах разумных норм расхода цемента либо увеличением его марочности малоэффективны [2].

Неавтоклавные газобетонные изделия менее трудоемки в производстве и не требуют дорогостоящего оборудования. Основным недостатком материала является более низкая формовочная прочность в отличие от автоклавных, но за счет гидравлического вяжущего (цемента) данный материал устойчив к воздействию влажной среды, которая обеспечивает процесс гидратации цементного вяжущего [3].

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ
НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЕГО МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Снижение материалоемкости строительных конструкций является важным шагом в направлении реальной экономии материальных и энергетических ресурсов, снижения экологической нагрузки, связанной с их непосредственным изготовлением, а также получением используемых для них вяжущих веществ. Практическая реализация данного тезиса может быть осуществлена за счет двух различных подходов. Первый предполагает изготовление конструкций сложных переменных сечений с полыми слабонагруженными (нерабочими) участками, а второй – сохранение сплошного сечения конструкции, но изготовление ее из поризованного материала [4].

Имеется ряд работ, посвященных неавтоклавным газобетонам на основе композиционных вяжущих различных видов, составов и способов получения. Во всех этих работах в целом подтверждаются эффективность и перспективность данного направления. При этом важным недостатком исследований является то, что показатели применяемого вяжущего и показатели конечного ячеистого бетона изучаются в основном независимо. Авторы рассматривают характеристики газобетона как следствие действия рецептурно-технологических факторов в процессе его получения. Один из таких факторов – активность вяжущего [4].

По мнению авторов настоящей статьи, правильнее рассматривать как минимум два структурообразующих процесса, протекающих параллельно и последовательно на различных масштабных уровнях. Микроуровень – структурообразование камня на основе композиционного вяжущего, макроуровень – газовая поризация ячеистобетонного массива. Эти процессы оказывают большое взаимное влияние друг на друга, в связи с чем в данной статье предпринята попытка проследить влияние продуктов реакции газовыделения на твердение камня на основе композиционных вяжущих, а также состава композиционного вяжущего – на изменение вязкости формовочной массы как важного условия образования качественной малодефектной поровой структуры ячеистого бетона [4].

При производстве газобетона важнейшим этапом является вспучивание. От равномерности распределения пор и их размера будут зависеть такие показатели качества, как теплопроводность, паропроницаемость, морозостойкость, прочность на сжатие и др. Регулировать формирование структуры ячеистого бетона можно за счет определенных технологических параметров [5].

Для получения изделия с высокой прочностью необходимо создать материал с минимальным количеством дефектов. Формирование оптимальной структуры неавтоклавного газобетона зависит от параметров, определяющих кинетику газообразования (добавки газообразователя,

щелочи, их соотношение и др.), и параметров, регулирующих скорость увеличения вязкости и пластической прочности ячеистого бетона (температура смеси, введение химических добавок и др.) [5].

Количество воды является одним из важнейших параметров для формирования пористой структуры газобетона. При высоком водотвердом соотношении (В/Т) пузырьки газа будут прорываться сквозь массу, в результате чего массив не вспучится. При недостаточной вязкости смеси начнет происходить эффект «кипения». Был проведен эксперимент для определения оптимального В/Т. В результате испытаний, начиная с В/Т = 0,3, наблюдалось постепенное увеличение коэффициента вспучивания. При В/Т, равном 0,4, коэффициент был максимальным. При дальнейшем увеличении количества воды произошло уменьшение высоты подъема массива, что было связано с улетучиванием определенного процента водорода сквозь толщу смеси [5].

Опираясь на базовые положения строительного материаловедения и бетоноведения и учитывая специфику неавтоклавногазобетона, исследователи провели анализ факторов повышения прочности материала (рис. 1) [6].



Рис. 1. Основные пути повышения прочности газобетона [6]

В работе [7] рассмотрены оптимальные составы неавтоклавногазобетона марок по средней плотности D500, D600 и D800 со сниженным расходом цемента на основе наполненного связующего вещества. В качестве исходных материалов использовали бездобавочный портландцемент (ПЦ) ЦЕМ I 42,5, неактивированный порошок минеральный (доломитовая мука) по ГОСТ Р 52129-2003, микро-кремнезем, алюминиевую пудру марки ПАП-2, суперпластификатор С-3, ускорители твердения NaCl и NaOH.

Для определения оптимального состава неавтоклавногазобетона марки по средней плотности D800 выполнялся двухфакторный планированный эксперимент с варьированием В/Т (0,42–0,44) и содержания алюминиевой пудры (350–400 г на 1 м³ газобетона) при постоянных значениях других рецептурных факторов: отношении минерального порошка к

цементу по массе МП/Ц = 1,3; отношении микрокремнезема к цементу по массе МК/Ц = 0,09; содержании добавок в процентах от массы цемента С-3 (0,6); NaCl (0,5); NaOH (0,5). Образцы размерами 100 × 100 × 100 мм твердели в течение 7 суток в нормальных условиях (при температуре 20 ± 2 °С, влажности воздуха 95–100 %) [7].

В работах [8, 9] подобраны составы (табл. 1) с целью сравнения физико-механических свойств неавтоклавного газобетона, модифицированного комплексной добавкой С-3М + NaOH, и соответствующих бездобавочных составов. Кроме того, сравнивались физико-механические показатели газобетона, твердевшего при различных условиях. В ходе исследований получена марка газобетона по плотности D700 [8].

Таблица 1

Составы газобетона [8]

Состав	Расход компонентов на 1 м ³ смеси				В/Т
	ПЦ 1-500-Д0, кг	С-3М, % по массе цемента	NaOH, % по массе цемента	Алюминиевая пудра, кг	
1	636	0	0	0,741	0,44
2	636	0,25	0,15	0,628	0,37
3	636	0,25	0,3	0,570	0,37
4	636	0,75	0,15	0,597	0,24
5	636	0,75	0,3	0,537	0,27

Предел прочности при сжатии образцов марки D700 возрастает при снижении В/Т. У образцов, твердеющих при нормальных условиях, прирост прочности составил 33 % по сравнению с бездобавочным, после пропаривания это значение достигает 36 %, а после автоклавирования – 43 % (рис. 2) [8].

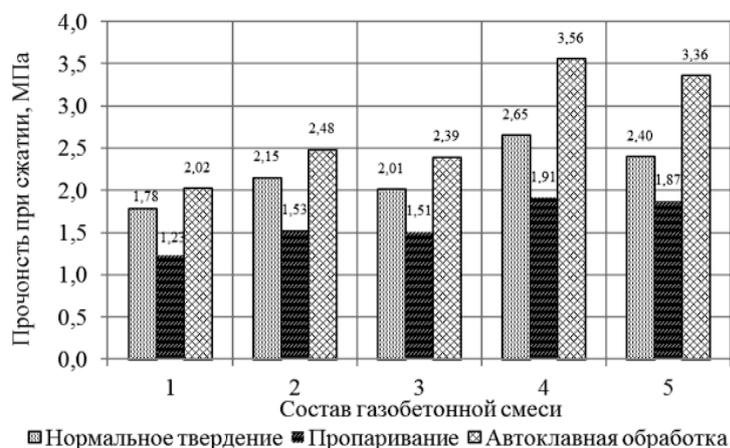


Рис. 2. Зависимость предела прочности неавтоклавного газобетона марки D700 при сжатии от расхода комплексной добавки и условий твердения [8]

В работе [9] использован органический наполнитель, отход сельскохозяйственного производства, а именно костра льна, для дисперсного армирования газобетона. По результатам испытаний ячеистобетонных изделий образцы имеют плотность от 350 до 450 кг/м³, открытую пористость 38–45 %, предел прочности при сжатии от 0,9 до 1,5 МПа. Показатели качества ячеистого бетона, полученного из предложенной сырьевой смеси, позволяют применять его как теплоизоляционный и теплоизоляционно-конструкционный материал [9].

Важным качественным параметром газобетона является усадка при высыхании. Известно, что ячеистые бетоны дают очень большую усадку. Результаты исследований подтверждают известные теории о том, что на композиционном вяжущем величина усадки значительно сокращается по сравнению с контрольным цементным составом. Создание микрооднородной межпоровой перегородки газобетона с равномерным распределением высокодисперсных продуктов гидратации композиционного вяжущего обеспечено гранулометрией вяжущего, морфологией и генезисом тонкодисперсных минеральных добавок, а также введением углеродного наноматериала [10].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: при введении углеродного наноматериала (УНМ) наблюдается увеличение прочности газобетона как в ранние (7 суток), так и в поздние (14, 28 суток) сроки твердения. Для составов с обычным ПЦ и композиционным вяжущим увеличение прочности составило примерно 50 % по сравнению с контрольными составами. Кроме того, применение композиционного вяжущего приводит к снижению усадки при высыхании газобетона по сравнению с контрольным цементным составом, а использование углеродного наноматериала в качестве микронаполнителя способствует снижению коэффициента теплопроводности, что связано с изменением структуры газобетона (табл. 2) [10].

Таблица 2

Свойства газобетонов, модифицированных УНМ [10]

Характеристика	Вид вяжущего			
	ПЦ	ПЦ + УНМ	ПЦ + зола уноса	ПЦ + зола уноса + УНМ
Средняя плотность, кг/м ³	760	780	740	760
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте:				
7 суток	1,39	2,05	1,18	1,96
14 суток	1,58	2,34	1,49	2,21
28 суток	1,86	2,9	1,81	2,6

Характеристика	Вид вяжущего			
	ПЦ	ПЦ + УНМ	ПЦ + зола уноса	ПЦ + зола уноса + УНМ
Усадка при высыхании, мм/м	6,0	4,5	2,9	2,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м · °С)	0,113	0,07	0,105	0,08

Важной особенностью технологии ячеистого бетона является необходимость достижения высокой степени поризации смеси и сохранения ее устойчивости в течение этого процесса. Выбор добавок обусловлен их значительным влиянием на коллоидно-химические свойства жидкой фазы суспензии при небольшом содержании этих добавок, а также положительным влиянием на процессы гидратации и твердения цемента [11].

В работе [12] в качестве модификатора использовалась пластифицирующая добавка «АртКонкрит». На рис. 3 показан расход модификатора и его влияние на В/Т газобетонной смеси при постоянном диаметре расплыва по Суттарду. По сравнению с контрольной смесью В/Т смеси снижается на 12,2–34,7 % с увеличением модификатора. Это приводит к увеличению предела прочности при сжатии образцов на 1,26–2,79 МПа по сравнению с контрольным образцом газобетона (рис. 4) [12].

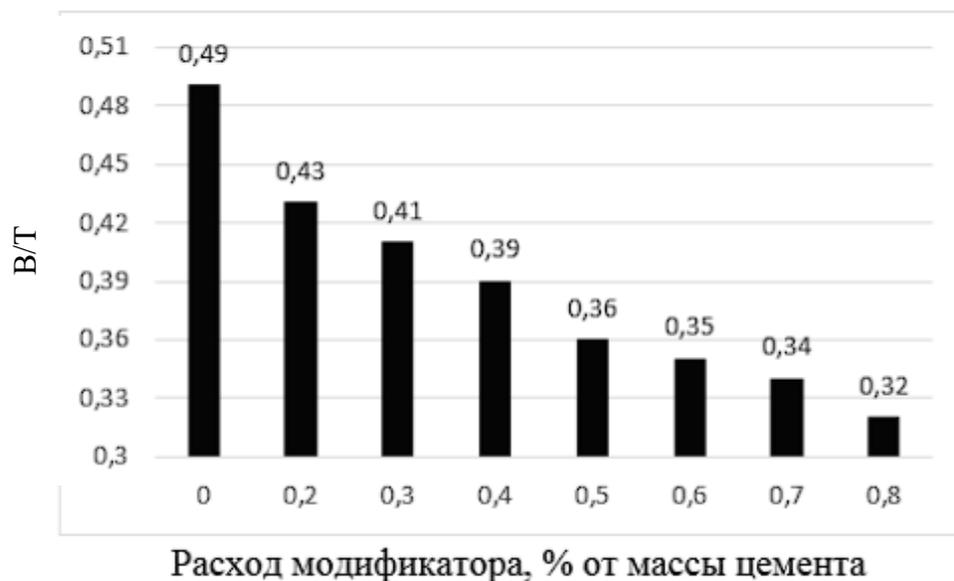


Рис. 3. Зависимости В/Т газобетонной смеси от расхода модификатора [12]

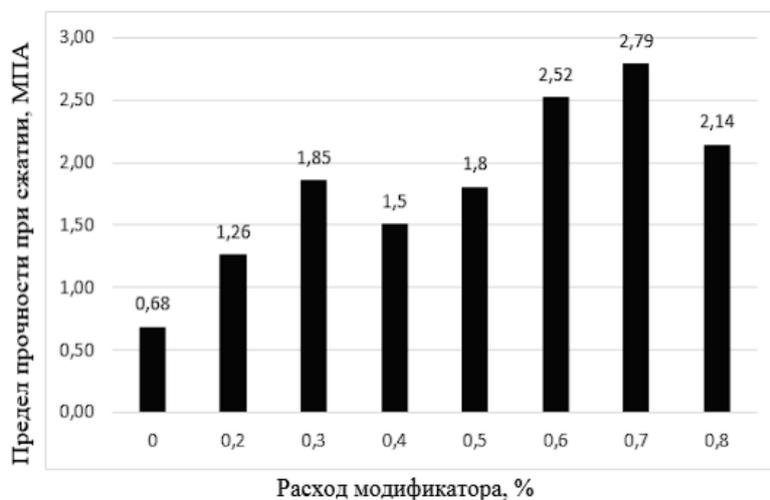


Рис. 4. Зависимости предела прочности при сжатии образцов газобетона после тепловлажностной обработки от расхода модификатора [12]

В работе [13] рассматривалось влияние добавок ПАВ, NaOH, KOH, CaCl₂ и температуры смеси на процесс вспучивания. Так как при литевой технологии процесс вспучивания длится 15–30 минут, важным фактором является удлинение срока вязкопластичного состояния шлама.

В производстве возникает необходимость интенсификации процесса вспучивания. Делается это за счет повышения pH среды, в частности введением в смесь щелочей NaOH и KOH. Для регулирования сроков схватывания вяжущего и обеспечения стабилизации пористой структуры материала в смесь вводится хлористый кальций (от 0,2 до 1,3 % от массы вяжущего). Установлено, что максимальная прочность газобетона достигается при расходе CaCl₂ 0,5–0,6 % от массы вяжущего [13].

С увеличением количества NaOH и KOH в смеси полнее и интенсивнее протекает реакция между алюминиевой пудрой и щелочью, а следовательно, выделяется больше газа, что приводит к увеличению пористости и снижению средней плотности бетона. При расходе NaOH в количестве 1 % от массы цемента прочность неавтоклавного бетона имеет наибольшее значение [13].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Полимерцементные материалы относятся к композиционным вяжущим, которые получают на основе неорганической составляющей в сочетании с органическим компонентом. В качестве неорганической составляющей применяют цемент, гипс, а в качестве органической используют водорастворимые материалы (фурановые и эпоксидные смолы и др.) и водные дисперсии полимеров (латексы, поливинилацетат (ПВА) и др.).

Полимерцементные материалы представляют собой композиты, у которых матрицей является каркас, образованный благодаря продуктам гидратации минерального компонента, с распределенным в нем затвердевшим полимером [14].

Полимерные добавки в значительной степени повышают прочность минеральных вяжущих веществ. Так, в случае использования ПВА прочность полимерцемента при растяжении и изгибе в 2–2,5 раза выше, чем у обычного цемента. Если полимер недостаточно водостоек, то при увлажнении прочность полимерцемента снижается. Важна очень высокая адгезия полимерцемента почти ко всем применяемым строительным материалам. При содержании полимера 20–25 % клеящая способность полимерцемента приближается к клеящей способности чистого полимера [15].

В работах [15, 16] проведены исследования влияния полимеров и условий твердения на прочностные характеристики полимерцементных вяжущих. Прочностные свойства ПЦ-материалов существенно зависят от условий твердения: в воздушно-влажных условиях полимерная пленка замедляет испарение воды и тем самым улучшает гидратацию частиц, хотя замедляет скорость процесса; при водном твердении или во влажных условиях значительно замедляется формирование полимерной структуры, что обуславливает снижение прочностных показателей, особенно при изгибающихся нагрузках. Рекомендуется комбинированный режим, сочетающий 7–10 суток твердения образцов во влажных условиях с последующей воздушно-сухой гидратацией (относительная влажность 40–60 %) [15].

При оптимальных значениях полимерцементного отношения (П/Ц) для большинства полимерных добавок наблюдается максимум прочностных показателей как при сжатии, так и при изгибе. На прочностные характеристики материалов интенсивнее влияет П/Ц, а не водоцементное (В/Ц). Причем характер зависимостей «прочность – П/Ц» различен и определяется условиями твердения, природой полимера, содержанием добавок в полимерном компоненте, воздухововлечением и другими факторами [15].

В зависимости от растворимости добавок изменяется их действие на прочностные характеристики цементного камня. Если для водорастворимых полимеров наблюдается рост прочности на сжатие, то дисперсии в значительной степени повышают прочность при изгибающих и растягивающих нагрузках, что наиболее эффективно для данного композиционного материала [15].

В работе [16] для получения полимерцементного вяжущего предварительно дробили клинкер в металлической ступке до однородного гранулометрического состава. Помол дробленого клинкера происходил в однолитровой шаровой мельнице с добавлением 5 % гипса и от 0,5 до

1,5 % ПВА до удельной поверхности 350 м²/кг в течение 40 минут. Формовались малые образцы с В/Ц = 0,26 с последующим хранением в водной среде и воздушно-сухих условиях. Визуально консистенция цементного теста исследованных образцов остается неизменной. В результате проведения испытаний образцов, насыщенных водой, и образцов, которые хранились не в водной среде, на прочность установлено, что при оптимальных значениях П/Ц для большинства полимерных добавок наблюдается максимум прочностных показателей сухих образцов как при сжатии, так и при изгибе.

В то же время с увеличением содержания ПВА прочность образцов в возрасте 2 суток после хранения в водной среде снижается. Предполагается, что происходит частичное вымывание ПВА водой, о чем свидетельствует ее помутнение при хранении образцов в водной среде. Таким образом, полимерцементные композиции наиболее интенсивно твердеют в воздушно-сухих условиях, когда в результате испарения воды происходит быстрое упрочнение полимерной составляющей связующего. Во влажной среде, исключая высыхание, полимерная часть упрочняется медленно, прочность камня оказывается ниже, чем при твердении в воздушно-сухих условиях, поэтому во влажных условиях эксплуатировать материал нежелательно [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повысить прочность неавтоклавного газобетона можно путем снижения В/Т, использования модификаторов с оптимальной дозировкой, повышения плотности и дисперсного армирования, а именно за счет оптимального содержания алюминиевой пудры и В/Т [7], а также применения комплексной добавки С-3М + NaOH, которая (в зависимости от условий твердения) обеспечивает прирост прочности газобетона от 33 до 43 % [8].

При использовании костры льна для дисперсного армирования прочность газобетона может составить от 0,9 до 1,5 МПа [9], что показывает потенциальное значение этого дополнительного компонента для повышения прочности материала. В то же время необходимо проводить дополнительные исследования по подбору оптимального количества костры льна, прежде чем делать окончательный вывод о ее влиянии на прочность газобетона.

Данные источников [15, 16] показывают, что в настоящее время доступным резервом улучшения механических свойств неавтоклавного газобетона, который почти совсем не используется, является применение смешанного полимерцементного вяжущего. Следует учитывать, что прочность полимерцементных вяжущих во многом зависит от П/Ц, а также от условий твердения. Увеличение количества добавки ПВА приводит к

снижению прочности образцов, находящихся в водной среде, но в воздушно-сухих условиях прочность растет.

Таким образом, использование полимерцементного вяжущего на основе водорастворимых полимеров оптимального состава и в оптимальном содержании может оказать пластифицирующее влияние на сырьевую смесь и повысить прочность конструкционного газобетона неавтоклавного твердения, который преимущественно эксплуатируется в воздушно-сухих условиях. Установление всех условий и аспектов данного влияния – это перспективное направление дальнейших исследований в области совершенствования технологии получения этого актуального строительного материала.

Библиографический список

1. Рыжих В.Д., Тарасенко В.Н. Ячеистые бетоны как основной стеновой материал в малоэтажном жилищном строительстве // Инновации в науке и практике: сборник статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Уфа: Дендра, 2017. С. 184–188.

2. Елесин М.А., Авилов Д.А. Метод повышения конструктивного качества газобетонов и усовершенствование технологии его получения // Культура. Наука. Производство. 2023. № 11. С. 74–76.

3. Дюсембинов Д.С., Сабитов Е.Е. Модифицированные газобетонные изделия неавтоклавного твердения // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве: сборник трудов Международной научно-практической конференции. Прокопьевск: Издательство филиала КузГТУ в г. Прокопьевске, 2017. С. 347–350.

4. К вопросу изучения особенностей структурообразования композиционных вяжущих для неавтоклавных газобетонов / В.С. Лесовик [и др.] // Строительные материалы и изделия. 2019. Т. 2. № 3. С. 41–47.

5. Леонтьев С.В., Галкина М.Д. Исследование влияния технологических факторов на процессы формирования структуры неавтоклавного газобетона // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2021. Т. 1. С. 314–318.

6. Повышение прочности неавтоклавного газобетона / А.Э. Ермолаева [и др.] // Фундаментальные основы строительного материаловедения: сборник докладов Международного онлайн-конгресса. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017. С. 50–58.

7. Белов В.В., Али Р.А. Неавтоклавный газобетон с наполненной цементной матрицей // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 2 (14). С. 5–15.

8. Малинин Д.Г. Неавтоклавные газобетоны повышенной трещиностойкости с низким водотвердым отношением // Молодежные инновации: сборник материалов семинара молодых ученых XXII Международной

научной конференции. М.: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2019. С. 141–145.

9. Сырцевая смесь для ячеистых бетонов: пат. 2767503 С1 Рос. Федерация № 2021123476 / Смирнова О.Е., Пичугин А.П., Хританков В.Ф.; заявл. 04.08.2021; опубл. 17.03.2022, Бюл. № 8. 6 с.

10. Эжен Н.М., Акмалайулы К. Применение композиционных вяжущих и углеродного наноматериала для получения газобетона // Наука и инновационные технологии. 2022. № 2 (23). С. 92–98.

11. Технология изготовления комплексных модификаторов для газобетона / А.В. Косых [и др.] // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. Братск. 2019. Т. 1. С. 120–124.

12. Мартынова В.Б., Парамонова А.В. Влияние расхода модификатора на физико-механические свойства газобетона неавтоклавно-го твердения // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. 2019. № 13 (56). С. 73–77.

13. Абдыраймов Ж.А., Мелибаев С.Ж. Влияния различных добавок на технические свойства неавтоклавно-го газобетона // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. 2016. № 1 (51). С. 156–161.

14. Темный В.Д., Мишин Д.А. Получение полимерцементного вяжущего // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: сборник трудов конференции. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. С. 2632–2635.

15. Ахметвалиев Н.Н. Прочностные характеристики полимерцементного вяжущего // Студенческий форум. 2019. № 2 (53). С. 28–31.

16. Влияние условий твердения портландцемента с добавкой ПВА на его прочностные показатели / В.Д. Темный [и др.] // Международная научно-техническая конференция молодых ученых: сборник трудов конференции. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. С. 3464–3468.

STRUCTURAL AERATED CONCRETE OF NON-AUTOCLAVE HARDENING BASED ON POLYMER CEMENT BINDER

V.V. Belov, K.A. Mikaelyan, D.S. Shishaev

***Abstract.** The article notes that the strength of aerated concrete depends on a number of factors, including density. The creation of structural aerated concrete with increased strength and the use of polymer cement binder is considered. Polymer-cement materials refer to composite binders obtained on the basis of inorganic component (Portland cement, gypsum, etc.) in combination with organic component (water-soluble polymers and aqueous dispersions of polymers). It is indicated that water-soluble polymers introduced*

in small quantities (up to 3 %) in the form of powders or aqueous solutions during the preparation of mortars and concretes have mainly plasticising effect. The strength characteristics of polymer-cement binders as well as modified aerated concrete have been studied in more detail.

Keywords: *structural aerated concrete, non-autoclave, polymer cement binder, strength, modification of aerated concrete, polymer.*

Об авторах:

БЕЛОВ Владимир Владимирович – советник РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

МИКАЕЛЯН Хачатур Арсенович – магистрант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: xach200@mail.ru

ШИШАЕВ Денис Сергеевич – аспирант, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: shishaevden69@gmail.com

About the authors:

BELOV Vladimir Vladimirovich – Advisor to RAACS, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Production of Building Materials and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

MIKAELYAN Khachatur Arsenovich – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: xach200@mail.ru

SHISHAEV Denis Sergeevich – Postgraduate Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: shishaevden69@gmail.com

УДК 699.844

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ

Ю.Ю. Курятников, А.С. Мицкевич, В.И. Трофимов, В.В. Белов

**© Курятников Ю.Ю., Мицкевич А.С.,
Трофимов В.И., Белов В.В., 2024**

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты разработки составов самоуплотняющегося бетона (СУБ). Описаны актуальные вопросы при проектировании СУБ. Отмечено, что для уменьшения