

DOI: 10.12737/article_59a93b08351e62.01042597

Стельмах С.А., канд. техн. наук, доц.,
Щербань Е.М., канд. техн. наук, ст. преп.,
Лотошникова Е.О., канд. техн. наук, доц.,
Яновская А.В., студент,
Доценко Н.А., студент
Донской государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

au-geen@mail.ru

В данной статье рассматривается влияние комплексной добавки на физико-механические свойства газобетона. В качестве комплексной добавки в состав газобетонной смеси вводили побочный продукт при срезке верхнего слоя «горбушки» в количестве 20 %. Сравнительный анализ результатов физико-механических испытаний образцов газобетона показал, что введение в состав газобетонной смеси сульфата натрия в количестве 1,23 % от массы цемента с оптимальной дозировкой побочного продукта верхнего слоя «горбушки» (А1) позволило повысить прочность газобетона на 30 % относительно контрольного состава и на 15 % относительно состава ГБ4 без сульфата натрия. При этом значение коэффициента конструктивного качества у состава А1 на 17 % выше чем у ГБ2, что позволило принять его за базовый при производстве газобетонных изделий на действующем предприятии.

Ключевые слова: «горбушка», структурообразование газобетона, неавтоклавный газобетон, комплексная добавка, побочный продукт при срезке верхнего слоя «горбушки», коэффициент конструктивного качества, средняя плотность в сухом состоянии.

Введение. Получение бездефектных изделий из газобетона возможно лишь при правильном подборе соотношения сырьевых компонентов, гранулометрического состава смеси, технологии подготовки газобетонной смеси [1, 2]. Так, от количественного соотношения кремнеземистого компонента и вяжущего зависит средняя плотность и прочность газобетона – с увеличением содержания кремнеземистого компонента средняя плотность газобетона увеличивается, а прочность уменьшается [3]. С другой стороны, повышение расхода вяжущего в неавтоклавном ячеистом бетоне обуславливает значительный рост усадки бетона в процессе эксплуатации, которая может достигать 2-3 мм/м [4, 5, 1].

При твердении газобетона в режиме нормального твердения или пропаривания при атмосферном давлении и температуре 70–90 °С конечная прочность изделий формируется за счет высокого химического потенциала «цемент – вода». В этой связи специфика технологии неавтоклавного газобетона требует применения высокоактивных вяжущих веществ [6] с повышенным расходом портландцемента в сравнении с автоклавной технологией [4, 1, 7]. Это обусловлено невысокой степенью гидратации портландцемента при таких режимах твердения в составе газобетонной смеси [6].

Основной причиной существенного различия свойств автоклавного и неавтоклавного ячеистого бетона является разный вид формирующейся при твердении структуры твердой фазы. У

автоклавного газобетона более развита конденсационно-кристаллизационная структура, а у неавтоклавного – коагуляционная, переходящая со временем в коагуляционно-кристаллизационную структуру, которая сопровождается улучшением всех его свойств [8]. Для формирования цементного камня оптимальной структуры необходимо отметить преобладающее значение коагуляционных структур на начальных стадиях структурообразования. Это обстоятельство становится особенно важным для обоснования оптимальных параметров совместного воздействия физико-химических и механических факторов в процессе массопереноса фаз на начальной стадии структурообразования системы [9]. Возможность ускоренного формирования конденсационной структуры у неавтоклавного ячеистого бетона позволит отказаться от автоклавной обработки без снижения его качественных показателей [8].

В этом плане практический интерес представляют пути интенсификации процесса гидратации, улучшения качества структуры цементирующего вещества неавтоклавных газобетонов, при которых будет обеспечена достаточная прочность при сниженной средней плотности. Особенно важна роль химических и минеральных модификаторов для направленного регулирования структуры и свойств неавтоклавных поробетонов. По мнению профессора А.В. Ушерова-Маршака [10] объединение в составе комплексных или смешанных добавок компонентов водопонижающего, пластифицирующего, ускоряющего

щего, воздухововлекающего, воздухоподавляющего и другого типов позволяет направленно совершенствовать технологию бетона. Особое значение при этом приобретает повышение степени гидратации цемента и продуктов гидратации при помощи введения добавок-ускорителей твердения [1].

По результатам исследований авторов [11] выявлено, что при использовании полевошпатовокварцевого песка в составе газобетона формируются плотные и прочные межпоровые перегородки и равномерная мелкопористая структура материала. Полученные неавтоклавные ячеистые бетоны имеют повышенную прочность, при средней плотности $500...550 \text{ кг/м}^3$ составляющую $2,65...2,75 \text{ МПа}$, что на $15...20 \%$ выше показателей, установленных стандартом. Минералы полевых шпатов песка в составах исходной шихты проявляют алюминатную активность к растворам гипса и извести. Присутствие их в смеси приводит к образованию гидросульфалюминатных соединений, обеспечивающих повышенную растворимость исходных компонентов и продуктов гидратации портландцемента. Волокна асбеста, введенные в составы бетонных масс, участвуют в армировании газобетона, способствуют формированию границ раздела межпоровых перегородок и порового пространства, приближенных по форме к сфере. Асбест, обладая высокой адсорбционной способностью к про-

дуктам гидратации портландцемента, активизирует химические процессы взаимодействия между компонентами бетонных масс.

Неавтоклавный ячеистый бетон изготавливают в основном при использовании портландцемента, и именно процессы схватывания и твердения цемента в присутствии компонентов ячеистой массы определяют минеральный состав новообразований и свойства изделий [12].

Ячеистый бетон можно рассматривать как строительный композит: материал с требуемыми свойствами можно получить путем изменения структуры матрицы (для ячеистых бетонов это межпоровые перегородки) композита путем введения волокнистых добавок различной природы в формовочные смеси, что приводит к эффективному улучшению свойств готовых изделий за счет их армирования [13, 14, 15].

Целью работы является исследовать влияние комплексной добавки на физико-механические свойства неавтоклавного газобетона.

Основная часть. Исходя из полученных результатов, опубликованных в работе [16] на следующем этапе исследований было важно оценить эффективность введения в состав газобетонной смеси комплексной добавки состоящей из сульфата натрия (ускорителя твердения) и побочного продукта верхнего слоя «горбушки» на физико-механические свойства неавтоклавного газобетона. Наименование составов газобетонных смесей и процентное содержание добавок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Составы газобетонных смесей с добавками

№	Наименование состава	Содержание добавки, %	
		«горбушка»	сульфат натрия
1	ГБ1 (контрольный)	-	
2	ГБ4	20	-
3	А1	20	1,23
4	А2	20	2,4
5	А3	20	3,7

Из полученной газобетонной смеси объемом 5 л формовали образцы кубы с размером ребра 10 см и затем по режиму τ (2+6+3) при температуре $60 \text{ }^\circ\text{C}$ выдерживали в камере для тепловой обработки. Одновременно часть газобетонной смеси загружали в прибор ПГВ-2 для определения кинетики газовыделения и коэффициента диффузии, опубликованные в работе [16]. Результаты физико-механических испытаний образцов газобетона с различным содержанием комплексной добавки приведены на рис. 1.

Выводы. Сравнительный анализ результатов показал, что введение в состав газобетонной

смеси сульфата натрия в количестве $1,23 \%$ от массы цемента с оптимальной дозировкой побочного продукта верхнего слоя «горбушки» (А1) позволило повысить прочность газобетона на 30% относительно контрольного состава и на 15% относительно состава ГБ4 без сульфата натрия. Коэффициент конструктивного качества у состава А1 на 17% выше чем у ГБ2, что позволило принять его за базовый при производстве газобетонных изделий на действующем предприятии.

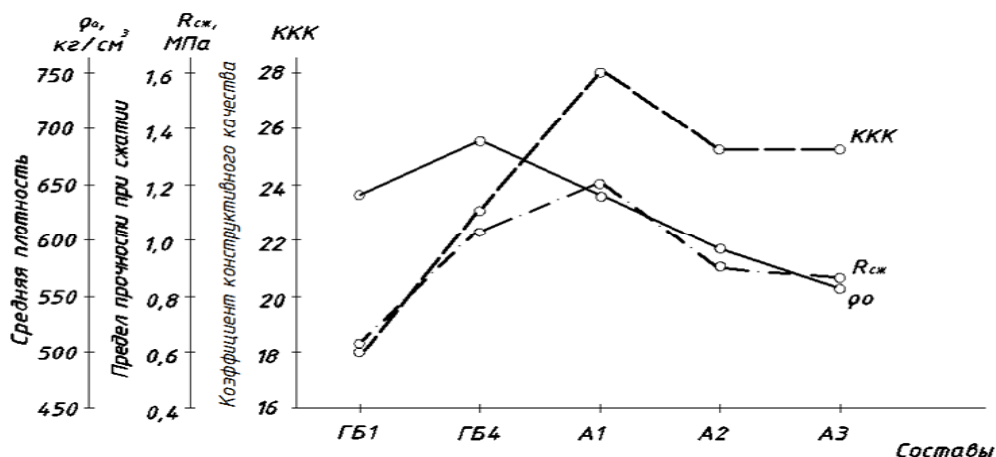


Рис. 1. Результаты физико-механических испытаний образцов газобетона с различным содержанием добавок

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лотов В.А., Митина Н.А. Влияние добавок на формирование межпоровой перегородки в газобетоне неавтоклавного твердения // Строительные материалы. 2003. № 1. С. 2–6.

2. Мартыненко В.А. Влияние характеристик межпоровой перегородки на физико-технические свойства ячеистого бетона // Строительные материалы и изделия. 2003. № 4(18). С. 35–38.

3. Баранов А.Т., Макаричев В.В. Вопросы технологии ячеистых бетонов и конструкций из них. М.: Стройиздат, 1972. 84 с.

4. Кривицкий М.Я., Левин Н.И., Макаричев В.В. Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции). М.: Стройиздат, 1972. 137 с.

5. Кришенников А.Н. Автоклавный термоизоляционный газобетон. М.: Госэнергоиздат, 1959. С. 74–87.

6. Сахаров Г.П., Скориков Е.П. Неавтоклавный энергоэффективный поробетон естественного твердения // Известия вузов. Строительство. 2005. № 7. С. 48–54.

7. Лотов В.А., Митина Н.А. Особенности технологических процессов производства газобетона // Строительные материалы. 2000. №4. С. 21–22.

8. Сахаров Г.П. Ячеистый бетон: новый этап развития // Технологии бетонов. 2006. №6. С. 12–13.

9. Урьев Н.Б., Дубинин И.С. Коллоидные цементные растворы. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1980. 192 с.

10. Ушеров-Маршак А.В. Добавки в бетон: прогресс и проблемы // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 8–12.

11. Долотова Р.Г., Верещагин В.И., Смирнская В.Н. Процессы фазообразования и формирования пористой структуры газобетона на основе

портландцемента с использованием полевошпатово-кварцевого песка и волокон асбеста // Известия Томского политехнического университета. 2011. №3. С. 47–51.

12. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.

13. Моргун Л.В. Влияние дисперсного армирования на агрегативную устойчивость пенобетонных смесей // Строительные материалы. 2003. № 1. С. 33–35.

14. Сицина М.С., Лаукайтис А.А. Исследование влияния армирования на свойства пенобетона // Строительные материалы. 2003. № 2. С. 8–9.

15. Моргун Л.В. Теоретическое обоснование и экспериментальная разработка технологии высокопрочных фибробетонов // Строительные материалы. 2005. № 6. С. 59–63.

16. Явруян Х.С., Холодняк М.Г., Шуйский А.И., Стельмах С.А., Щербань Е.М. Влияние некоторых рецептурно-технологических факторов на свойства неавтоклавного газобетона // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4 [Электронный ресурс]. Систем. требования: AdobeAcrobatReader. URL:

ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3431

17. Cabrillac R., Fiorio B., Beaucour A., Dumontet H., Ortola S. Experimental study of the mechanical anisotropy of aerated concretes and of the adjustment parameters of the introduced porosity // Construction and Building Materials. 2006. №5. P. 286–295.

18. Nelson R.L., Ronald E., Barnett P.E. Autoclaved aerated concrete // Council for Masonry Research. 1997. Vol. 9. № 1.

19. Ronald E., Barnett P.E. Autoclaved aerated concrete: a lime-based technology // Proc. of International Building Lime Symposium. 2005. Orlando (Florida). P. 1–8.

Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Lotoshnikova E.O., Yanovskaya A.V., Dotsenko N.A.
INFLUENCE OF COMPLEX ADDITIVE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NON-AUTOCCLAVED AERATED CONCRETE

This article considers the effect of a complex additive on the physical and mechanical properties of aerated concrete. As a complex additive, a by-product was introduced into the composition of the aerated concrete mix while cutting the top layer of the "crust" in an amount of 20 %. A comparative analysis of the results of physical and mechanical tests of aerated concrete samples showed that the introduction of a sodium carbonate mixture in an amount of 1.23 % of cement mass with an optimal dosage of the by-product of the upper layer of the "crust" (A1) made it possible to increase the strength of aerated concrete by 30 % relative to a control composition and 15 % relative to the composition of AC4 without sodium sulfate. At the same time, the value of the constructive quality factor for A1 is 17 % higher than for AC2, which allowed it to be taken as the base factor in the production of aerated concrete products at the operating enterprise.

Keywords: "crust," the formation of aerated concrete, non-autoclaved aerated concrete, a complex additive, a by-product in cutting the upper layer of the "crust", the constructive quality factor, the average density in the dry state.

Стельмах Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

Донской государственный технический университет.

Адрес: Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Щербань Евгений Михайлович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

Донской государственный технический университет.

Адрес: Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

E-mail: au-geen@mail.ru

Лотошникова Елизавета Ованесовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

Донской государственный технический университет.

Адрес: Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

E-mail: lotoshnikovaeo@mail.ru

Яновская Алина Вадимовна, студент кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

Донской государственный технический университет.

Адрес: Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

E-mail: kgweny@gmail.com

Доценко Наталья Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики.

Донской государственный технический университет.

Адрес: Россия, 344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162.

E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru