



Лаповская С. Д.



Демченко Т. Н.

Лаповская С. Д., доктор технических наук,
зам. директора по научной работе,

Демченко Т. Н., старший научный сотрудник,
Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов и изделий «НИИСМИ»

Украина, г. Киев, ул. Константиновская, 68,
✉ mit@kievweb.com.ua ☎ +38 (044) 425-37-75

Svetlana Lapovska, Ph.D.,
Deputy Director for Research,

Demchenko Tatyana, Senior Resercher,
State Enterprise "Ukrainian research,
project planning and design inststute of building materials and product"
Kostyantynovskaya str.,68, Kiev, 04080

✉ mit@kievweb.com.ua ☎ +38 (044) 425-37-75

ВЛИЯНИЯ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

ВПЛИВИ КРЕМНІЙОРГАНІЧНИХ ГІДРОФОБІЗУЮЧИХ ДОБАВОК НА ДОВГОВІЧНІСТЬ НІЗДРЮВАТОГО БЕТОНУ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ

INFLUENCE OF SILICONORGANIC HYDROPHOBIZING ADDITIVES ON THE DURABILITY OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

Анотация. В статье приведены результаты исследования влияния кремнийорганических гидрофобизирующих добавок на основные физико-механические свойства автоклавного газобетона марки по средней плотности D400.

Ключевые слова: бетон, водопоглощение, добавка, гидрофобизация, морозостойкость, плотность, прочность, ячеистый бетон.

Анотація. У статті наведені результати дослідження впливу кремнійорганічних гідрофобізуючих добавок на основні фізико-механічних властивостей автоклавного газобетону марки за середньою густиною D400.

Ключові слова: бетон, водопоглинання, добавка, гідрофобізація, морозостійкість, густина, міцність, ніздрюватий бетон.

Annotation. The results of investigation of silicone waterproofing additives on physical and mechanical properties of AAC average density D400 are given.

Keywords: concrete, водопоглощение, addition, hydrophobization, frost-resistance, closeness, durability, aerated concrete.

Ячеистые бетоны автоклавного твердения относятся к строительным материалам, структура которых характеризуется высокой пористостью и значительной гидрофильностью. Поэтому вопрос снижения сорбционного влагосодержания и водопоглощения ячеистого бетона являются актуальными, учитывая необходимость расширения сферы применения этого прогрессивного строительного материала. Снизить показатели сорбционного влагосодержания и водопоглощения ячеистого бетона до определенного оптимального значения возможно путем оптимизации его структуры.

Одним из направлений оптимизации структуры строительных материалов является их гидрофобизация – поверхностная или объемная – с помощью различных органических соединений, способных придать поверхности материала водоотталкивающие свойства.

Известная [1] технология объемной гидрофобизации автоклавного газобетона кремнийорганической соединением ПМС-100 позволяет получить материал с водопоглощением от 2 до 12 % по массе. Однако жидкость ПМС-100 имеет достаточно высокую кинематическую вязкость – (95-105)·10⁻⁶ м²/с при +20 °С, что затрудняет равномерное распределение гидрофобизатора по объему смеси, а следовательно, требует больших затрат энергии на приготовление ячеистобетонной смеси.

В Украине производится целый ряд продуктов на основе полисилоксанов, которые имеют теплостойкость свыше 200 °С и более низкую по сравнению с ПМС-100 кинематическую вязкость, что теоретически позволит использовать их для объемной гидрофобизации ячеистого бетона автоклавного твердения. Характеристики продуктов приведены в табл. 1-3.

Как видно из табл. 1, жидкости ПМС-40 и ПМС-50 имеют значительно более низкие значения кинематической вязкости при температуре вспышки в открытом тигле более 200 °С, что превышает температуру автоклавной обработки. ГКЖ 136-157

М характеризуется еще более низким показателем кинематической вязкости, но температура вспышки составляет 151 °С.

Исследование возможности использования вышеуказанных кремнийорганических соединений выполняли для конструкционно-теплоизоляционного газобетона марки по средней плотности D400.

Добавки кремнийорганических жидкостей вводили в ячеистобетонные смеси с водой затворения. Расход гидрофобизатора варьировали от 0,5 до 3% по массе от массы сухих компонентов для полиметилсилоксана ПМС, и от 0,5 до 5 % – для олигометилгидросилоксана ГКЖ 136-157 М и метилсиликоната натрия Аквапрок Н.

Кинетика вспучивания ячеистобетонных смесей, содержащих добавки приведена на (рис. 1-5).

После завершения процесса вспучивания высота массивов, содержащих добавки ПМС-50, ПМС-40 и ГКЖ 136-157 М была выше, чем в массивах, содержащих добавку ПМС-100 и Аквапрок Н.

Также было исследовано влияние добавок на процесс набора пластической прочности ячеистобетонного сырца.

Было установлено, что введение добавок ПМС-50, ПМС-40 и метилсиликоната натрия в состав ячеистобетонных смесей не вызывает заметного негативного влияния на кинетику набора пластической прочности сырца по сравнению с добавкой ПМС-100.

Физико-механические свойства разработанных газобетонов (прочность при сжатии, средняя плотность в сухом состоянии, водопоглощение, морозостойкость) были исследованы в соответствии с требованиями действующих в Украине нормативных документов и приведены в табл.4-5.

Также был проведен анализ влияния добавки полиметилсилоксана на процессы синтеза гидросилоклатов. Исследуемая добавка ПМС фактически реагирует уже на стадии

Таблица 1.

Характеристики гидрофобизаторов на основе полиметилсилоксана

№п/п	Показатель	ПМС-100	ПМС-50	ПМС-40
1	2	3	4	5
1	Вязкость кинематическая при +20 °С, м²/с	(95-105).10-6	(45-55) .10-6	(36-44) .10-6
2	Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	305	220	200
3	Плотность при 20 °С, г/см³	0,91 - 0,98	0,91 - 0,98	0,91 - 0,98

Таблица 2.

Характеристики гидрофобизатора на основе олигометилгидросилоксана

№ п/п	Наименование показателей	ГКЖ 136-157 М
1	Вязкость кинематическая при +20 °С, м²/с	29,9.10-6
2	Температура вспышки в открытом тигле, °С	151
3	Плотность при температуре (25±0,5) °С, г/см³	0,998
4	Реакция среды (рН водной вытяжки)	6,72

Таблица 3.

Характеристики гидрофобизаторов на основе метилсиликоната

№ п/п	Наименование показателей	ГКЖ 136-157 М
1	Плотность при температуре (20±0,5) °С, г/см³	1,217
2	Щелочность в пересчете на NaOH, %	15,0
3	Массовая доля нелетучих веществ, %	26,9

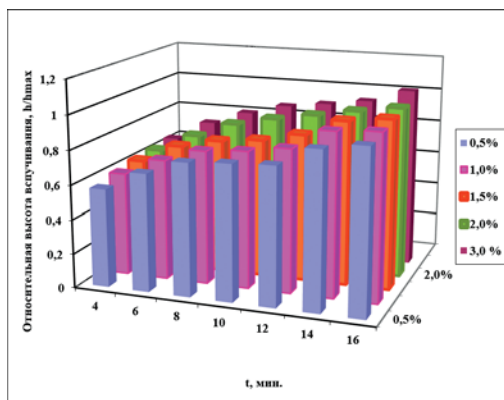


Рис. 1. Кинетика впитывания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-100

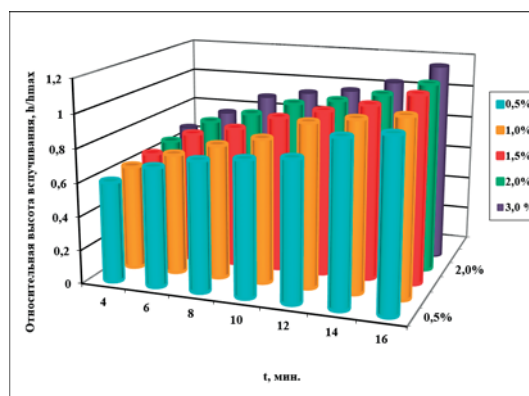


Рис. 2. Кинетика впитывания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-50

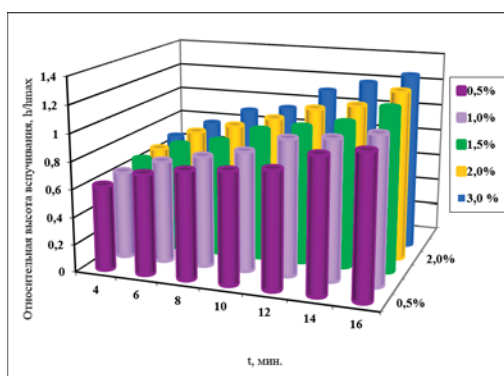


Рис. 3. Кинетика впитывания ячеистобетонных смесей с добавкой ПМС-40

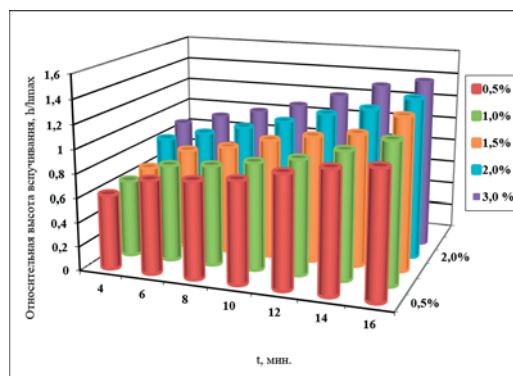


Рис. 4. Кинетика впитывания ячеистобетонных смесей с добавкой ГКЖ 136-157 М

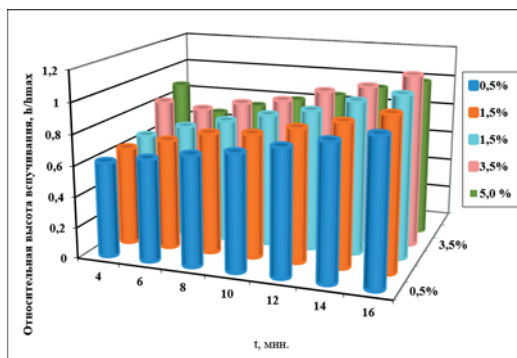


Рис. 5. Кинетика впитывания ячеистобетонных смесей с добавкой метилсиликоната натрия Аквапрок N

смешивания, формирования и доавтоклавной выдержки. Увеличение содержания добавки полиметилсилоксана свыше 2% приводит к снижению прочности готовых изделий. Одной из возможных причин снижения прочности при содержании добавки более 2% является перекристаллизация новообразований и их укрупнение в процес се автоклавной обработки, что вызывает нарушение структуры. Другой причиной является образование линз гидрофобизатора, оказывающих расклинивающего действие и вызывающее нарушение связей между новообразованиями.

В результате проведенных физико-химических методов исследований (рис. 6-8). зафиксированы новообра-

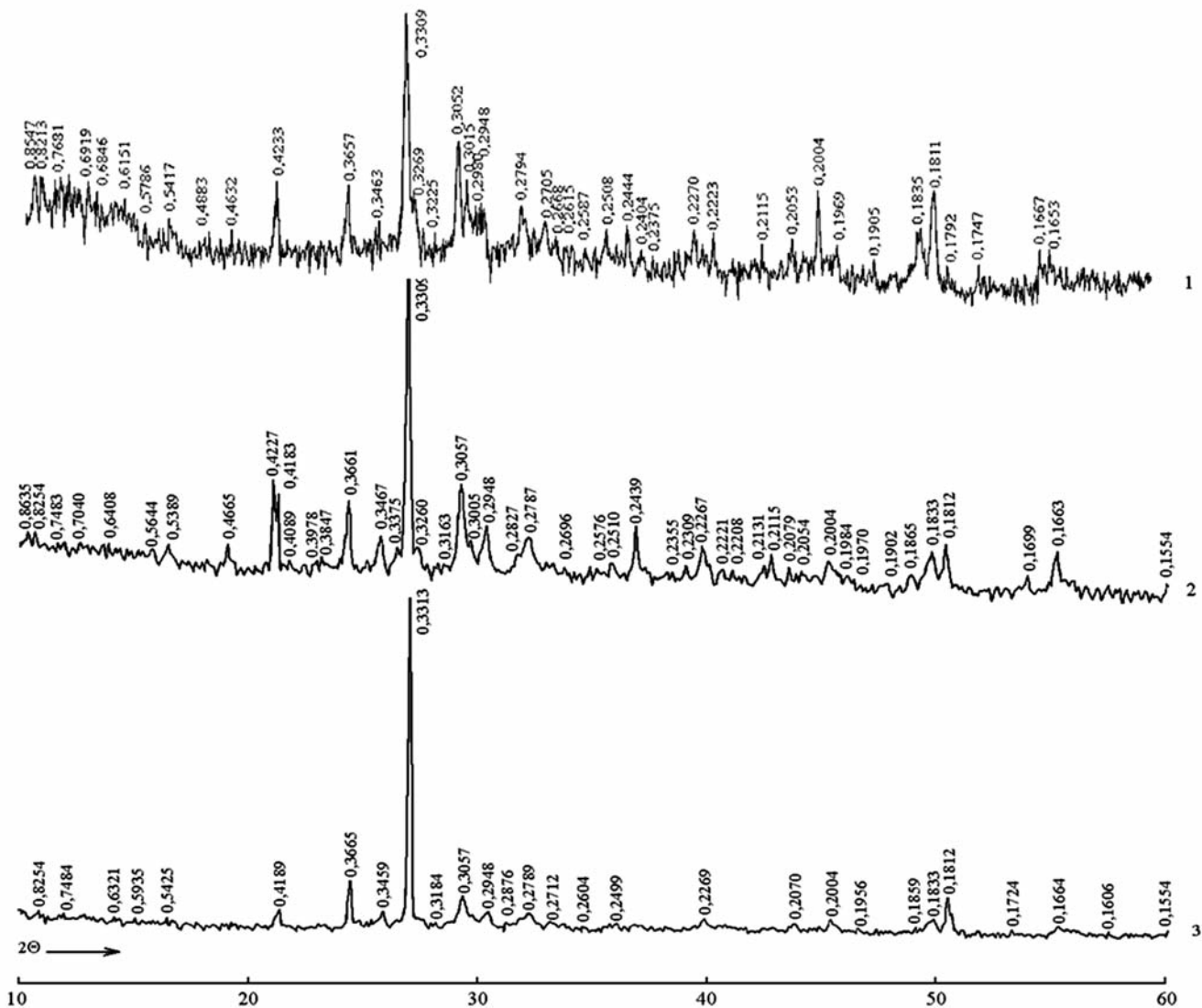


Рис. 6. Рентгенограммы образцов гидрофобизированного ячеистого бетона автоклавного твердения:

- 1) - без добавки; 2) при содержании 2 % ПМС-100;
3) при содержании 10 % ПМС-100 [1]

зования в гидрофобизированных ячеистых бетонах аналогичные новообразования бездобавочного автоклавного газобетона. При использовании добавки ПМС (рис. 6, кр. 2) более четко проявляются дифракционные отражения основных низкоосновных гидросиликатных фаз, причем увеличение ввода добавки полиметилсилоксана приводит к блокированию процессов гидратообразования в условиях автоклавной обработки, интенсивность фаз уменьшается (рис. 6. кр. 3).

На кривой ДТА (рис. 7, кр. 2) выделение физически связанной воды фиксируется в более широких пределах: от 110 до 250 °С, другие эндо- и экзоэффекты смещаются в сторону увеличения температур примерно на 18 ... 60 °С.

Использование в составе ячеистобетонных смеси добавки ПМС в количестве до 2% способствует повышению влагостойкости газобетона после его автоклавной обработки (объемная гидрофобизация) до 12,8 раз (для ПМС-100 [1]) по сравнению с бездобавочным составом и формированию сфероидальных ячеек меньшего диаметра и меньшей толщины межпоровых перегородок (рис. 8, б, ж) по сравнению с бездобавочный составом (рис. 8, а, е).

Термодеструкция добавки ПМС происходит при температуре 300 °С, а в интервале температур от 700 до 990 °С фиксируется α-кварц с переходом его в α-тридимит. Добавка ПМС инициирует образование на внутренних поверхностях пор удлиненных призматических кристаллов афвилита (рис. 9, б).

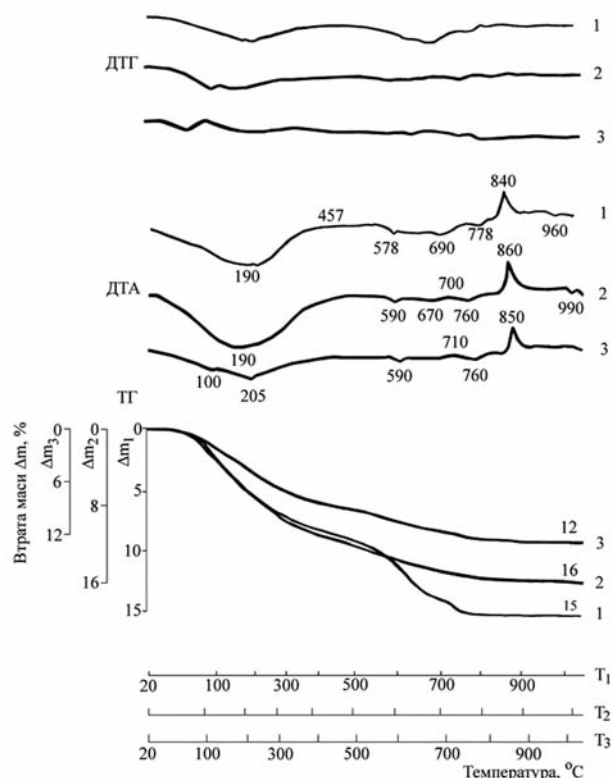


Рис. 7. Термограммы образцов гидрофобизированного ячеистого бетона автоклавного твердения:

- 1) - без добавки; 2) при добавлении 2% ПМС-100;
3) при добавлении 10% ПМС-100

Физико-механические характеристики разработанных автоклавных газобетонов марки по средней плотности D400, модифицированных полиметилсилоксаном

Показатели	Состав автоклавных газобетонов									
	без до- бавки	с добавкой в кол-ве, % по массе сухих компонентов								
		2% ПМС-100			ПМС-50			ПМС-40		
		1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	3,0	1,5	2,0	3,0
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м ³	410	394	390	396	387	383	380	378	382	385
Прочность при сжатии, МПа	2,9	3,0	3,7	3,3	3,1	3,8	3,5	3,0	3,7	3,4
Водопоглощение, % по массе, за 24 ч.	49,6	6,2	2,6	2,0	7,0	4,2	3,0	8,4	5,1	4,8
Морозостойкость, марка	F25	F35	F50	F35	F35	F50	F50	F35	F50	F50

Таблица 5.

Физико-механические характеристики разработанных автоклавных газобетонов марки по средней плотности D400, модифицированных добавками олигометилгидросилоксана и метилсиликоната натрия

Показатели	Состав автоклавных газобетонов							
	без до- бавки	с добавкой в кол-ве, % по массе сухих компонентов						
		ГКЖ 136-157 М			Аквапрок Н			
		2,5	3,5	5,0	2,5	3,5	5,0	
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м ³	410	402	396	390	408	413	419	
Прочность при сжатии, МПа	2,9	3,2	3,5	3,0	3,3	3,0	2,7	
Водопоглощение, % по массе, за 24 ч.	49,6	31,0	29,8	31,7	30,3	30,8	32,6	
Морозостойкость, циклы	F25	F25	F35	F25	F35	F25	F25	

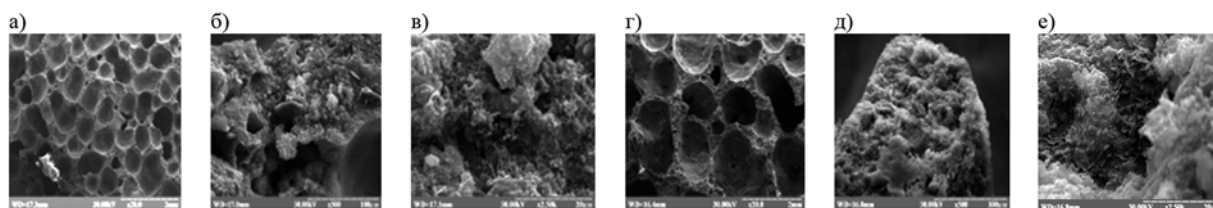


Рис. 8. Электронные микрофотографии поверхности скола образца гидрофобизированные ячеистого бетона автоклавного твердения: (а, б, в) модифицированного полиметилсилоксаном в количестве 2 %, (г, д, е) без добавки

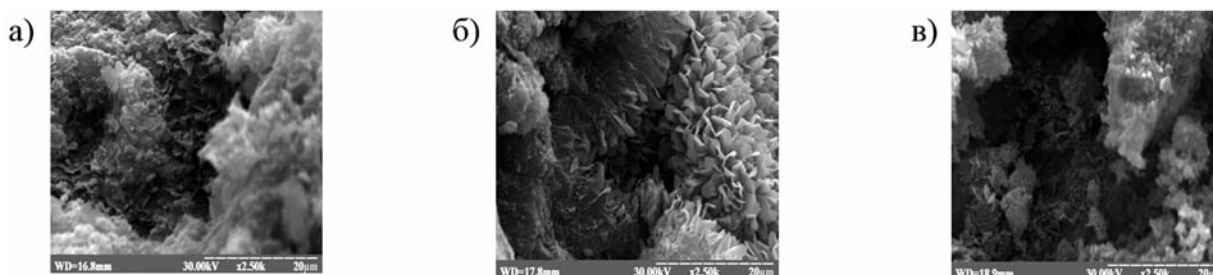


Рис. 9. Фотографии поверхности гидрофобизированного ячеистого бетона автоклавного твердения: а) - без добавки; б) при добавлении 2% ПМС-100; в) при добавлении 10% ПМС-100

Вывод

По результатам проведенных исследований установлено, что для повышения основных физико-механических и эксплуатационных характеристик газобетонов марки по средней плотности D400 оптимальным является введение в состав ячеистобетонных смесей добавки кремнийорганической жидкости ПМС-50 в количестве 1,5-2 % от массы сухих компонентов. При этом прочность материала при сжатии повышается с 2,9 МПа до 3,8 МПа; водопоглощение снижается с 49,6 % до 4,2 % по массе, морозостойкость повышается на 2 марки. Составы, содержащие добавки ПМС-50 и ПМС-40 характеризовались пониженной на 3-5 % средней плотностью в сухом состоянии при равнозначных значениях прочности на сжатие (3,7 МПа и 3,8 МПа соответственно). Образцы автоклавных газобетонов, модифицированных добавками олигометилгидросилоксана и метилсилико-

ната натрия показали повышение прочности и морозостойкости при количестве добавок 3,5 % и 2,5 % соответственно.

Прочность ячеистого гидрофобизированные бетона автоклавного твердения обеспечивается основными низкоосновный гидросиликатными фазами и увеличенным количеством удлиненных призматических кристаллов афвилита.

Литература:

1. Лаповська С.Д. Автоклавний газобетон з покращеними експлуатаційними властивостями: дис. ... докт. техн. наук / Світлана Давидівна Лаповська; КНУБА.- К., 2013. – 387 с.