

**К. С. Сенатова, Л. П. Олецкая,
И. И. Фоменок, Л. А. Чернякевич**
(Государственное предприятие «Институт НИИСМ»)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Высокая эффективность применения изделий из ячеистого бетона в качестве строительных материалов исходит из его преимуществ по технико-экономическим показателям в сравнении с другими традиционными материалами. Применение ячеистых бетонов в сборном строительстве дает большой экономический эффект, что, в первую очередь, связано с физико-техническими особенностями материала, сочетающего конструктивные и теплоизоляционные свойства. Особое значение приобретает совершенствование технологии производства, снижение его энергоемкости, повышение качества и долговечности газосиликатных материалов автоклавного твердения. Одним из путей достижения данной цели является направленный поиск и применение химических добавок, позволяющих экономить первичные сырьевые компоненты, в первую очередь цемент, известь, алюминиевую пасту, а также получить продукцию с повышенными эксплуатационными свойствами.

В производстве автоклавных ячеистых бетонов, в отличие от тяжелых бетонов, модифицирующие добавки практически не используются. Это связано с тем, что опыт их промышленного применения в производстве легких конструкционно-теплоизоляционных бетонов еще слишком мал, а известные добавки-модификаторы, эффективные в тяжелых цементных бетонах, в пористых системах работают плохо или не работают.

Специалистами Государственного предприятия «Институт НИИСМ» в рамках исследовательской работы была собрана, структурирована и проанализирована информация по модифицирующим добавкам для ячеистого бетона.

Совместно с представителями филиала №3 «Минский комбинат силикатных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод» для проведения испытаний в производственных условиях выбран ряд добавок производства Республики Беларусь: добавка S-Drill™CL марки А производства компании СООО «Синерджиком»; «Стахемент 2000М» производства СООО «Стахема-М»; армирующая добавка – базальтовая фибра производства ООО «БелМинералГрупп».

Выпуск опытных образцов осуществлялся на существующей технологической линии «Маза-Хенке» в цехе производства ячеистого бетона филиала №3 «Минский комбинат строительных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод».

С целью снижения расхода алюминиевой пасты и увеличения пластичности ячеистобетонной смеси добавки дозировались непосредственно в бетоносмеситель. По ходу заливки анализировались технологические свойства и параметры поведения смеси и в ее рецептуру вносились изменения.

При исследовании технологических параметров сырьевой смеси регистрировали температуру смеси при выливке, температуру окончания роста массива, конечную температуру, температуру разогрева смеси, растекаемость смеси по Суттарду, время вспучивания массива, пластическую прочность через 2 часа после заливки. Снижение расхода алюминиевой пасты составило от 5 до 7,5 %, снижение расхода цемента составило от 3,5 до 5 %.

Дозировки добавок и технологические свойства ячеистобетонной смеси приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Дозировки добавок и технологические свойства ячеистобетонной смеси

№ состава	Наименование и дозировка добавок, мл/м ³	Растекаемость по Суттарду, мм	Температура смеси при выливке, °С	Время вспучивания, с	Температура окончания роста массива, °С	Температура конечная, °С	Пластическая прочность через 2 ч после заливки, кгс/см ²	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
К	-	185	39,3	450	59	82	2,0	
1	S-Drill™CL марки А (СООО «СинерджиКом») 150	210	39,3	490	57	79	2,2	Снижение расхода Al-пасты на 5%
2	S-Drill™CL марки А (СООО «СинерджиКом») 150	215	39,3	640	59	78	2,0	Снижение расхода Al-пасты на 5% и снижение расхода цемента на 3,5%

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	S-Drill™CL марки А (ООО «СинерджиКом») 150	210	39,2	560	52	80	2,5	Снижение расхода АІ- пасты на 7,5% и снижение расхода це- мента на 5%
4	«Стахемент 2000М» 90	195	39,0	510	60	78	1,9	–
5	«Стахемент 2000М» 150	205	38,3	500	55	74	2,3	Снижение расхода АІ- пасты на 5%
6	«Стахемент 2000М» 150	200	39,0	490	58	78	2,0	Снижение расхода АІ- пасты на 5% и снижение расхода це- мента на 3,5%
7	«Стахемент 2000М» 90	190	39,2	590	55	80	1,9	Снижение расхода АІ- пасты на 7,5% Снижение расхода це- мента на 5%
8	«Стахемент 2000М» 150	205	38,7	600	59	79	2,2	Снижение расхода АІ- пасты на 7,5% Снижение расхода це- мента на 5%

На основании оценки результатов испытаний добавок S-Drill™CL марки А и Стахемент 2000М можно сделать вывод о том, что добавки обладают пластифицирующим эффектом: расплыв по Суттарду увеличился по сравнению с контрольным образцом на 5,4–16,2 %.

Введение данных добавок непосредственно в бетоносмеситель позволяет снизить расход алюминиевой пасты до 7,5 % и цемента до 5 %, при этом наблюдается небольшое замедление роста массивов на 40 – 190 с и снижение на 2–8 °С температуры вспучивания. Для исследования физико-механических свойств были изготовлены образцы автоклавного газобетона марки по средней плотности Д500 контрольного состава и с добавками. Физико-механические характеристики полученных образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики образцов автоклавного бетона

№ состава	Наименование и дозировка добавок, мл/м ³	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	ККК	Примечание
1	2	3	4	5	6
К	-	499	2,4	4,80	-
1	S-Drill™CL марки А (СООО «СинерджиКом») 150	496	2,6	5,24	Снижение расхода Al-пасты на 5%
2	S-Drill™CL марки А (СООО «СинерджиКом») 150	580	2,6	4,48	Снижение расхода Al-пасты на 5% Снижение расхода цемента на 3,5%
3	S-Drill™CL марки А (СООО «СинерджиКом») 150	504	2,5	4,96	Снижение расхода Al-пасты на 7,5% Снижение расхода цемента на 5%
4	«Стахемент 2000М» 90	513	2,2	4,29	-
5	«Стахемент 2000М» 150	504	2,8	5,55	Снижение расхода Al-пасты на 5%
6	«Стахемент 2000М» 150	504	2,8	5,55	Снижение расхода Al-пасты на 5% Снижение расхода цемента на 3,5%
7	«Стахемент 2000М» 90	515	2,4	4,66	Снижение расхода Al-пасты на 7,5% Снижение расхода цемента на 5%
8	«Стахемент 2000М» 150	525	2,5	4,96	Снижение расхода Al-пасты на 7,5% Снижение расхода цемента на 5%

Полученные результаты использования добавки S-Drill™CL марки А (составы 1–3) в количестве 150 мл/м³ свидетельствуют о возможности снижения расхода алюминиевой пасты до 7,5 %, цемента до 5 % без изменения марки ячеистого бетона по плотности и снижения его прочности.

Введение добавки Стахемент 2000М в количестве 90–150 мл/м³ позволило снизить расход алюминиевой пасты на 5 %, расход цемента

на 3,5 % и привело к увеличению прочности ячеистого бетона на 16,7 % (составы 5, 6). При снижении расхода цемента на 5 % и одновременном снижении расхода алюминиевой пасты на 7,5 % прочность зафиксировали на уровне контрольного состава (составы 7, 8).

Одним из способов решения повышения конкурентоспособности ячеистых бетонов пониженной плотности является использование дисперсного армирования, улучшающего механические и физико-технические свойства газобетона – долговечность, прочностные и эксплуатационные свойства [1].

Специалистами государственного предприятия «Институт НИИСМ» при поддержке филиала №3 «Минский комбинат силикатных изделий» ОАО «Белорусский цементный завод» были проведены исследования по определению возможности применения молотой базальтовой фибры из сверхтонкого базальтового волокна ООО «БелМинералГрупп» при производстве автоклавного газобетона марки по средней плотности Д400.

Физико-механические свойства ячеистого бетона приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства ячеистого бетона с использованием базальтового волокна

№ состава	Кол-во добавки, % от Р сух.	Влажность, %	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	ККК	Теплопроводность, Вт/(м·К)
1	2	3	4	5	6	7
Контр.	-	18,8	421	1,8	4,27	0,101
	0,37	22,0	415	2,1	5,06	0,103

Анализ данных, представленных в таблице 3, подтверждает перспективность использования базальтовой фибры для армирования автоклавного газобетона. В сравнении с контрольным образцом увеличение прочности при сжатии составило 16,7 %.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о целесообразности использования модифицирующих и армирующих добавок в технологии автоклавного ячеистого бетона. Результаты промышленных испытаний показали эффективность их применения с целью экономии ресурсов и улучшения физико-механических свойств строительных блоков из газобетона.

Литература

1. Применение дисперсного армирования в конструкциях из ячеистого бетона / В.Ф. Степанова [и др.] // Современный автоклавный газобетон: сборник докладов науч.- практ. конференции, 22–24 ноября 2017 г., г. Екатеринбург. – С.63–68.