

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОСИЛИКАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЯ

Сушицкий Э.Б., Мартынов В.И., Мартынова Е.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Проведен анализ и показаны пути снижения энергозатрат при производстве ячеистых бетонов. Приведены результаты экспериментов, направленных на изучение возможности снижения технологической влажности при производстве газосиликата за счет эффективности использования газообразователя.

При производстве ячеистых бетонов основная часть тепла расходуется на автоклавную обработку изделий. В связи с необходимостью нагрева изделий, форм, вагонеток и стен автоклава до температуры 170...180°C фактический расход пара на автоклавную обработку составляет в среднем 600 кг/м³ при средней продолжительности цикла 17-20 часов и при коэффициенте использования объема автоклава 15...25%. Переход на пропаривание при температуре 85...95°C позволяет снизить расход пара до 150...250 кг/м³, т.е. в 3...4 раза. В связи с этим замена автоклавирования пропариванием при атмосферном давлении является одним из радикальных путей снижения энергозатрат при производстве изделий из ячеистых бетонов. В работах [1,2] показано, что значительное количество тепла расходуется на нагрев и испарение влаги из ячеистых бетонов. Снижение В/Т с 0,5 до 0,32 при неизменной плотности материала позволяет уменьшить энергозатраты на автоклавирование в среднем на 25%. Проблема снижения В/Т отношения при производстве ячеистого бетона решается двумя способами: переходом от литьевой технологии к вибрационному и ударному способам формования изделий, а также применением добавок, обеспечивающих снижение содержания технологической влаги в формовочной смеси.

С другой стороны, в работах [3,4] показано, что начальные реологические условия, в которых формируется структура пористых строительных композитов, оказывает решающее значение на характер твердой фазы и, следовательно, на их свойства. На примере пенобетона неавтоклавно твердения установлено, что при постоянной рецептуре и соотношении твердой и газовой фаз характер влияния В/Т зависит от степени насыщения материала газовой фазой. При пониженных плотностях пенобетона (примерно до 800 кг/м³) повышение В/Т приводит к росту прочности. Однако, при дальнейшем увеличении плотности пенобетона характер влияния В/Т изменяется на противоположный. Подобное явление объясняется влиянием вязкости растворной смеси на формоизменение межпоровой перегородки. Другими словами, сформировавшаяся частица газовой фазы чувствует себя более "комфортно" в разжиженной смеси и ее форма близка к естественной, т.е. сферической или многогранной. Эту же форму после затвердевания вяжущего вещества наследует межпоровая перегородка. Далее, в процессе гидратации вяжущего вещества, сопровождающегося уменьшением общего объема системы (контракция), в ней повышается плотность потенциальной энергии. Система стремится самопроизвольно избавиться от излишка энергии путем образования внутренних поверхностей раздела (ВПП). Из этих поверхностей в материале образовывается некая сеть. Подобные структуры Ф.Капра назвал паттернами, узорами [5]. На физических моделях материалов пористой и плотной структуры изучено влияние В/Т на общую протяженность ВПП. Полученные результаты свидетельствуют, что в материалах макропористой структуры повышение В/Т приводит к увеличению протяженности ВПП, а в плотных материалах наоборот. Кроме того, в пористом материале

на характер его паттерна влияет форма межпоровой перегородки. Чем ближе форма к сферической тем больше протяженность ВПР[4].

В статье приводятся результаты экспериментов, целью которых являлось изучение влияния начальных реологических условий на показатели эффективности газообразователя в газосиликате. Реологические характеристики растворной смеси регулировали за счет изменения V/T , а также введения суперпластификатора С-3 (0,8% от массы вяжущего). В качестве критериев оптимизации были приняты условия, обеспечивающие получение требуемой плотности ГЗС при максимальном коэффициенте вспучивания и максимальном использовании алюминиевой пудры.

В экспериментах использовали вяжущее на основе золы Ладыженской ГРЭС и негашеной извести активностью по CaO 70%. Вяжущее состоящее из 80% золы и 20% извести с добавкой 1% двуводного гипса размалывали в лабораторной вибромельнице до удельной поверхности $5000 \text{ см}^2/\text{г}$. Алюминиевую суспензию готовили из пудры ПАП-1 с добавлением ПАВ.

Газосиликат приготавливали по литьевой технологии. Температура ячеистой массы при заливке ее в формы-кубы поддерживалась на уровне $36-40^\circ\text{C}$, что достигалось регулированием температуры воды затворения. После окончания процесса вспучивания и достижения требуемой структурной прочности производили срезку горбушки и определяли плотность свежееотформованного газосиликата.

Вначале был проведен эксперимент по изучению влияния величины V/T отношения на изменение пластичности растворной смеси, которую оценивали по величине диаметра расплыва раствора на вискозиметре Суттарда. Результаты приведены на рис. 1

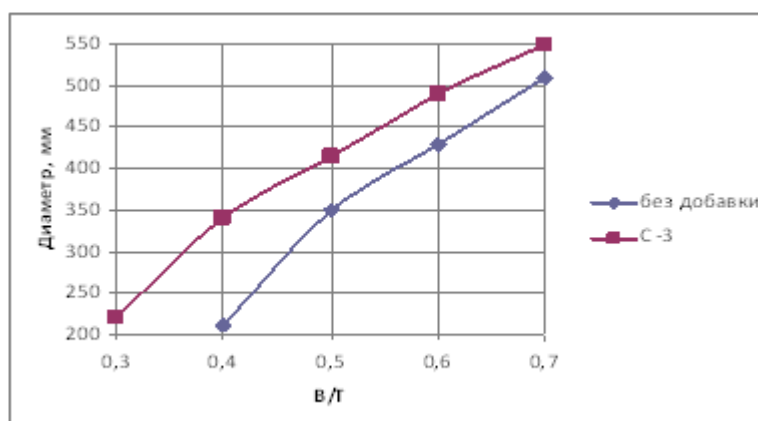


Рис.1 Влияние V/T на пластичность смеси по Суттарду

Как видно из графика при введении добавки С-3 реализуется пластифицирующий эффект, в особенности в области низких V/T ($0,3 \dots 0,5$), где достигается снижение V/T на $0,1$ или на $20 \dots 25\%$.

Для изучения влияния реологических условий растворной смеси на эффективность использования газообразователя для получения ГЗС требуемой плотности были реализованы два двухфакторных эксперимента. В экспериментах первым фактором служила величина V/T , а вторым содержание газообразователя – АП (в % от массы вяжущего). За счет второго фактора изменяли, плотность ячеистой смеси, а, следовательно, плотность ГЗС. Уровни варьирования этого фактора по трехуровневому плану – $0,04$; $0,1$; $0,16$. В первом эксперименте растворную смесь затворяли обычной водой, во втором раствором суперпластификатора С-3. В первом эксперименте водотвердое отношение изменялось от $0,4$ до $0,7$, а во втором от $0,3$ до $0,6$ с шагом $0,15$. Определялись следующие характеристики: плотность ячеистой смеси после вспучивания

(ρ_w) и в сухом состоянии (ρ_c), коэффициент вспучивания (K_v), коэффициент использования газообразователя (K_i).

Результаты экспериментов приведены в таблице. В числителе – ГЗС без добавки, в знаменателе с добавкой С-3. По полученным результатам построены адекватные математические модели этих свойств, на основании которых произведена оценка влияния каждого фактора на эффективность использования газообразователя и построены изолинии свойств.

Таблица. Результаты экспериментов.

Факторы		Свойства				
X1 (В/Т)	X2 (АП)	Ø распыла, мм	ρ_w , кг/м ³	ρ_c , кг/м ³	K_v	K_i
-	-	165	1120	880	1,69	85
		230	1595	1350	1,27	29
+	-	408	1100	760	1,95	85
		450	1310	900	1,29	46
-	+	140	650	510	2,9	59
		230	1240	1050	1,63	16
+	+	385	570	390	2,98	78
		450	945	650	1,79	31
-	0	163	810	640	2,33	65
		230	1380	1170	1,46	19
+	0	390	780	540	2,18	74
		450	1120	770	1,51	33
0	-	290	1050	770	1,7	98
		370	1344	1020	1,38	48
0	+	283	530	390	3,36	83
		370	949	720	1,84	31
0	0	305	710	520	2,5	85
		370	1125	850	1,62	32

Табличные данные свидетельствуют, что характер зависимостей коэффициента использования газообразователя от В/Т и АП при введении суперпластификатора такой же как и без добавки. Однако введение добавки сопровождается значительным повышением плотности ГЗС и уменьшением коэффициента использования газообразователя. При оптимальном В/Т, обеспечивающем максимальный коэффициент использования АП составляет всего 32...48%, т.е. в 2...2,5 раза меньше, чем без добавки. Уменьшение коэффициента использования АП при введении С-3 приводит к тому, что при расходе АП в количестве 0,16% от массы сухих компонентов минимальная плотность газосиликата составляет 650 кг/м³ при В/Т 0,5...0,55, в то время как без добавки в тех же условиях плотность в сухом состоянии равна 370...380 кг/м³. Результаты экспериментов показали, что несмотря на повышение пластичности смеси за счет введения С-3, получение равноплотного ГЗС с добавкой требует повышения В/Т по сравнению с бетоном без добавки. Причинами снижения коэффициента использования АП при введении суперпластификатора является с одной стороны уменьшение газодерживающей способности ячеистобетонной смеси, а с другой – ухудшение процессов газообразования за счет снижения pH среды, а также за счет замедления гидратации извести. Можно предположить, что молекулы ПАВ адсорбируются как на зернах СаО, так и на поверхности новообразований, а также на поверхности частиц алюминиевой пудры, что замедляет процесс газообразования и снижает коэффициент использования АП. В конечном итоге, введение пластифицирующих добавок не только не улучшает, но и ухудшает эффективность использования газообразователя.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования свидетельствуют о нецелесообразности использования С-3 при изготовлении газосиликата по литьевой технологии.

Литература

1. Меркин А.П., Румянцев В.М. Экономия топлива путем уменьшения расхода воды// Строительные материалы. – 1985.-№8.С.15...16.
2. Эйре А.Х. Возможности уменьшения расхода тепловой энергии при производстве газобетона//Строительные материалы.-1986. №2. с.22...23.
3. Мартынов В.И., Выровой В.Н., Мартынов Е.В., Ветох А.М. Анализ структурообразования, структуры и свойств пористых строительных композитов. Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник №32, 2009. С.82...88.
4. Мартынов В.И., Выровой В.Н. Структурная организация и свойства пористых строительных композитов. Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: “Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве”. Выпуск 4, Днепропетровск, ПГАСА, 2009. С. 256...261.
5. Капра Фритьоф. Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем. Перев. с англ. под ред. В.Г.Трилиса. - К.: "София", М.: ИД "Гелиос", 2002. - 336 с.