

## ТЕХНОЛОГИЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

А.С.Сушкевич

Лаборатория технологии модифицированного бетона, БелНИИС.

И.И.Тулупов,

Строительный факультет, БГПА

Минск, Беларусь

В статье представлены результаты научных исследований и опытно-промышленной апробации технологии получения неавтоклавных пенобетонов плотностью  $4001000 \text{ кг/м}^3$ .

Ключевые слова: неавтоклавный пенобетон, пенообразователь, химические модификаторы, стойкость пены, кратность пены.

В условиях экономического кризиса важное значение имеет внедрение прогрессивных технологий производства строительных изделий и конструкций. Мировая практика показала высокую техническую и экономическую эффективность ячеистых бетонов. Объемы их производства и применения целесообразно значительно увеличить.

В настоящее время в Республике Беларусь изготовление изделий из ячеистого бетона осуществляется, в основном, по автоклавной технологии, которая требует больших затрат энергии. Удельный расход пара в автоклаве составляет  $300\text{--}400 \text{ кг/м}^3$ , расход электроэнергии на домол заполнителей –  $40\text{--}50 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^3$ , что соответствует около 53 кг условного топлива.

В этой связи несомненный интерес представляют неавтоклавные пенобетоны, способные набирать прочность как в условиях обычной термообработки, так и в естественных условиях, а самой технологией не предъявляются столь высокие требования к компонентам бетона, допускается применение более грубодисперсного (не тонкого помола) заполнителя по сравнению с автоклавными бетонами. Таким образом, наряду с существенной экономией тепловой энергии, неавтоклавные пенобетоны более технологичны. Кроме того, сама по себе пенная технология и пенобетоны обладают рядом преимуществ по сравнению с газобетонами.

Ячеистая структура пенобетона формируется в более благоприятных условиях, в связи с чем она качественнее по сравнению с газобетоном: поры меньшего размера, отсутствуют контактные дырки и трещины в перегородках, поверхность пор плотная и гладкая.

К преимуществам пенной технологии относится возможность направленно регулировать объем и характер пористой структуры материала. Это достигается регулированием расхода ПАВ, изменением частоты вращения смесительного вала, применением мешалок с несколькими смесительными валами и другими гидродинамическими параметрами перемешивания [1].

Следовательно, получение ячеистой структуры бетона с помощью пенообразователей, является более технологичным и рациональным, чем за счет применения газообразователей.

В то же время технология изготовления пенобетонов не лишена недостатков. При смешивании пены с бетонной смесью происходит механическое разрушение части пены. Чтобы предотвратить это разрушение используют смеси с высоким водотвердым отношением (В/Т), однако это решение приводит к перерасходу материалов и ухудшению качества готовой продукции (усадка).

Разработки последних лет избавляют технологию получения пенобетонов от этих недостатков, например, использование новых пенообразователей (НЕОПОР, КОНФОАМ и др.), гарантирующих значительную пенообразующую способность и стабильность получаемых пен, технологии, основанные на применении метода сухой минерализации пены.

Лабораторией технологии модифицированного бетона совместно с ЗАО "Завод Промстройиндустрия" Производственной ассоциации "Белстройиндустрия" проведен комплекс работ по разработке и опытно-промышленной апробации технологии получения неавтоклавных пенобетонов.

Основными задачами исследований являлись:

- разработка оптимальных составов композиций для пенобетонов различной плотности (от 400 до 1000 кг/м<sup>3</sup>), обеспечивающих прочность при сжатии от 1,0 до 8,0 МПа;
- исследование эффективности использования отходов промышленных производств и попутных продуктов в качестве тонкодисперсного заполнителя и химических модификаторов бетона;
- обеспечение набора прочности и получения изделий без применения тепловой обработки;

Для разработки оптимальных составов пенобетонов потребовалось проведение экспериментальных исследований по изучению влияния на свойства бетона:

- содержания цемента;

- вида, содержания кремнеземистого компонента и соотношения "цемент: кремнеземистый компонент";
- водотвердого отношения;
- вида и содержания химических добавок - модификаторов;
- вида пенообразователя и его характеристик, обеспечивающих получение пены с требуемыми свойствами.

Изучение влияния вышеупомянутых факторов осуществляли в лабораторных условиях на смесителе объемом 25 л с частотой вращения смесительного вала 45 об/мин. и пеногенераторе рамочного типа объемом 35 л с числом оборотов рамки 350 об/мин.

В экспериментах использовали портландцемент ПЦ 400–Д0 и ПЦ 500–Д20 ПО "Волковскцементношифер" с  $K_{нг}=0,28$  и три вида кремнеземистого компонента – Заславский песок с  $M_{кр}=2,2$ , молотый шлак БМЗ ТУоп РБ-05891370-34-94 с  $\rho_o^н=880 \text{ кг/м}^3$ ,  $S_{уд}=160 \text{ м}^2/\text{кг}$  и сланцевая зола Прибалтийской ГРЭС с  $\rho_o^н=1140 \text{ кг/м}^3$ ,  $S_{уд}=220 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Для приготовления пены использовали пенообразователь на основе СДО по ТУ 13-05-02-83.

В качестве химических модификаторов - ускорителей твердения бетона применяли суперпластификатор С-3, хлористый кальций и полиметаллический водный концентрат (ПВК), являющийся попутным продуктом нефтедобычи.

Содержание цемента варьировали в пределах 280–400 кг/м<sup>3</sup>, значение В/Т – от 0,21 до 0,44, содержание пенообразователя – от 96 до 150 кг/м<sup>3</sup>. Расход химических модификаторов бетона составлял: С-3 – 0,8%, CaCl<sub>2</sub> – 1,2–5% от массы цемента, ПВК – 12% от количества воды затворения.

На рис. 1 представлены результаты экспериментов по установлению оптимального В/Т, обеспечивающего максимальную стойкость пены, на рис. 2 – кинетика набора прочности неавтоклавных пенобетонов исследованных составов.

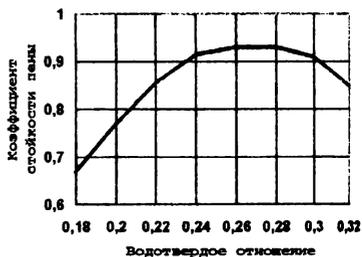


Рис.1 Влияние водотвердого отношения на стойкость пены

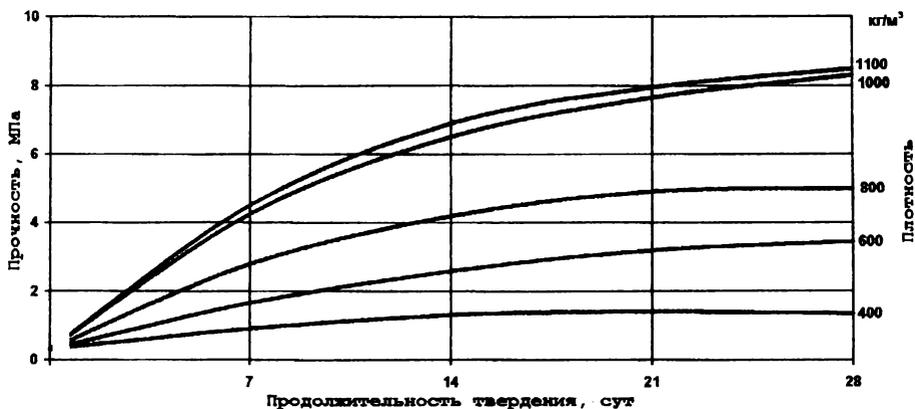


Рис. 2 Зависимость набора прочности пенобетона в естественных условиях ( $t=18-20\text{ C}$ )

Опытно-промышленную апробацию разработанных составов и технологических режимов получения неавтоклавного пенобетона различной плотности осуществляли на промышленной пеноустановке 1МН - 28 на производственной базе ЗАО "Завод Промстройиндустрия". Пенобетонную смесь приготавливали по двухстадийной технологии, после чего подавали в кассетные формы блоков. Через 18-24 ч производили распалубку изделий и их складирование на стеллажи для дальнейшего вызревания.

Опытно-промышленная апробация подтвердила результаты лабораторных экспериментальных исследований. Получены пенобетоны безавтоклавного твердения со средней плотностью от 400 до 1100 кг/м<sup>3</sup>, основные характеристики которых представлены в табл. 1.

На основании выполненных исследований разработаны "Технологический регламент на приготовление пенобетонной смеси для производства изделий и конструкций неавтоклавного твердения" и "Рекомендации по технологии изготовления изделий из неавтоклавного пенобетона".

#### Литература.

Меркин А.П., Кобидзе Т.Е. Особенности структуры и основы технологии получения эффективных пенобетонных материалов. //Строит. Материалы. 1988, №3, с. 16-18.

Таблица 1

## Основные характеристики неавтоклавных пенобетонов

№№ п/п	Наименование характеристик	Един. измер.	Величины характеристик для пенобетона			
			400	600	800	1000
1.	Плотность в сухом состоянии	кг/м <sup>3</sup>	400	600	800	1000
2.	Теплопроводность в сухом состоянии	Вт/м°С	0,1	0,14	0,2	0,25
3.	Морозостойкость после 25 циклов	--	не разрушается			
4.	Прочность при сжатии в возрасте:	МПа				
	7 сут		0,7	1,4	2,5	4,1
	14 сут		0,9	3,0	4,1	6,2
	28 сут		1,2	3,7	5,1	8,1