

## НЕАВТОКЛАВНЫЙ ПЕНОБЕТОН НА СИНТЕТИЧЕСКИХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯХ

Марчик Е.В., Кузьменков М.И.

**Введение.** В последние годы пенобетону безавтоклавного твердения уделяется все большее внимание. Это обусловлено, прежде всего, необходимостью снижения энергозатрат при производстве теплоизоляционных материалов, во-вторых, возможностью приготовления пенобетонной смеси непосредственно на строительной площадке.

В настоящее время пенобетон в основном получают на основе портландцемента. Однако в связи с постоянным ростом топливно-энергетических затрат на его производство актуальным является вовлечение менее энергоемких минеральных вяжущих. Таким минеральным вяжущим является магнезиальный цемент, получаемый путем низкотемпературной технологии обжига доломита.

В УО «Белорусский государственный технологический университет» совместно с УП «Научно-исследовательский институт строительных материалов» проводятся исследования, направленные на разработку технологии комплексной переработки доломита на другие виды продукции, одним из которых является малоэнергоемкий каустический доломит, который планируется производить на ОАО «Доломит» путем обжига доломитовой муки в скоростном обжиговом агрегате.

Важным компонентом в производстве пенобетона является пенообразователь, формирующий ячеистую структуру на начальном этапе формирования бетона. Процесс пенообразования крайне сложен из-за совместного влияния многочисленных физико-технических, физико-химических и других факторов. Выбор пенообразователя обуславливает как технологию производства пенобетона, так технические и эксплуатационные характеристики получаемой продукции. До настоящего времени нет универсального подхода к оценке эффективности того или иного пенообразователя [1].

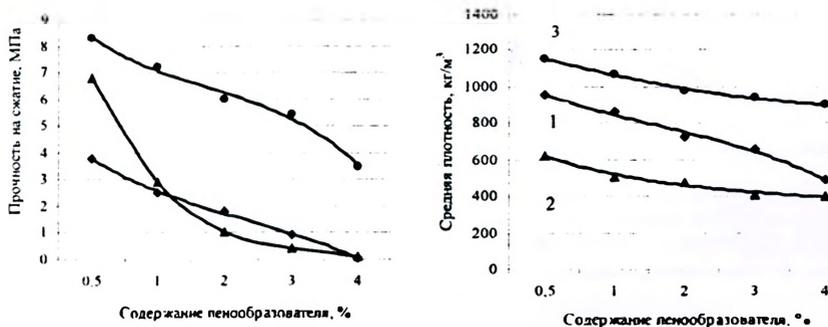
В то же время известно, что на свойства пенобетона влияет ряд факторов: свойства вяжущего, вид пенообразователя, его содержание, количество затворителя, скорость перемешивания пенобетонной смеси, время перемешивания и др.

Поэтому целью настоящей работы являлось изучение влияния синтетических пенообразователей и технологических параметров получения на свойства пенобетона на основе каустического доломита.

**Экспериментальные исследования и анализ результатов.** Для исследований использовался каустический доломит, полученный обжигом доломита месторождения «Руба» при температуре 825°C в течение 30 мин. Для затворения каустического доломита использовали раствор сульфата магния плотностью 1300 кг/м<sup>3</sup>, полученный сернокислотным разложением доломитовой муки. В качестве пенообразователей использовали синтетические «Унипор», «Пеностром», «Пионер». Пенобетон получали путем отдельного приготовления пены и доломитовой суспензии с последующим их смешиванием. Концентрация пенообразователей варьировалась от 0,5 до 4% от массы вяжущего при постоянном жидкот-

вердом отношении (Ж/Т) равном 0,45. Интенсивность перемешивания составляла 850 об/мин, время перемешивания пенобетонной смеси 50 сек.

Из результатов, представленных на рис. 1, видно, что для получения пенобетона плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> и ниже требуется введение более 3% пенообразователя «Унипор» и «Пионер», что с экономической точки зрения нецелесообразно. При этом получается пенобетон с достаточно низкими прочностными показателями. Наилучшие результаты получены с использованием пенообразователя «Пеностром» в количестве 0,5–1%.



1 – Пионер, 2 – Пеностром, 3 – Унипор

Рисунок 1 - Зависимость свойств неавтоклавного пенобетона от содержания пенообразователя

Исследование структуры пенобетонов показало (рис. 2), что использование пенообразователя «Пеностром» приводит к образованию равномерно распределенных мелких пор. Пенобетон на основе пенообразователей «Пионер» и «Унипор» характеризуется неоднородностью порового пространства, укрупнением пор, образованием сообщающихся каналов, что приводит к деградации цементной системы и уменьшению прочности конечного продукта.

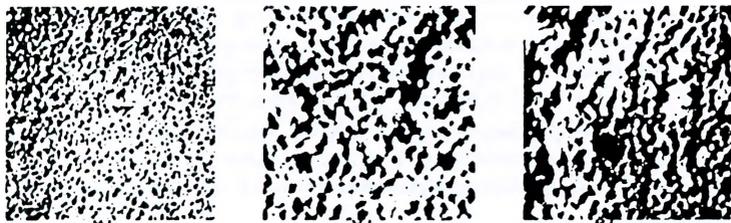
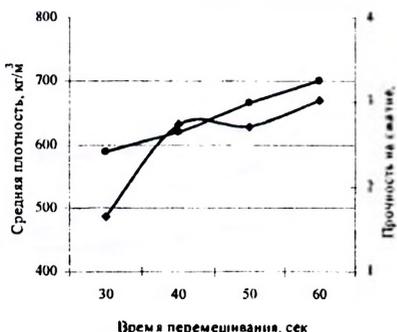


Рисунок 2 – Структура пенобетона с использованием пенообразователей  
а) Пеностром, б) Унипор, в) Пионер

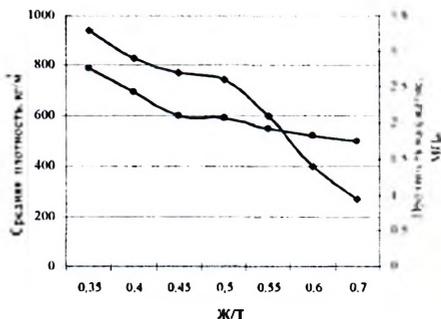
Влияние технологических параметров, таких как интенсивность и время перемешивания пенобетонной массы также оказывает существенное влияние на свойства получаемого ячеистого бетона (рис. 3).

Длительность перемешивания оказывает положительное влияние на характер распределения пор до определенного момента, затем происходит уплотнение структуры и уменьшение пористости бетона. Оптимальным временем перемешивания пенобетонной массы следует считать 40–50 сек.

Кроме того, важным фактором, определяющим свойства ячеистого бетона, является структура межпорового вещества (микроструктура), которая складывается из новообразований, «склеивающих» частицы вяжущего в одно целое, а также капиллярной пористости, пропорциональной количеству затворителя [2]. Поэтому в работе было исследовано влияние жидкотвердого отношения (Ж/Т) на свойства пенобетона (рис. 4).



1 – плотность пенобетона,  
2 – прочность на сжатие  
Рисунок 3 – Влияние времени перемешивания пенобетонной массы на свойства пенобетона



1 – плотность пенобетона,  
2 – прочность на сжатие  
Рисунок 4 – Влияние Ж/Т отношения на свойства пенобетона

Было установлено, что при значениях Ж/Т меньше 0,3 становится невозможным формирование пенобетонной смеси. При отношениях Ж/Т больше 0,6 снижается однородность исходной массы и значительно увеличивается расхождение пенобетона. Оптимальным является отношение Ж/Т равное 0,4-0,5.

**Заключение.** В результате проведенных исследований изучено влияние вида и количества синтетических пенообразователей на свойства неавтоклавно пенобетона на основе каустического доломита, затворяемого раствором сульфата магния; длительности перемешивания пенобетонной массы; отношения затворителя и каустического доломита. Установлено, что из рассмотренных видов синтетических пенообразователей наиболее высокой устойчивостью при контакте с магниезиальным цементом обладает «Пеностром». Получен пенобетон со следующими свойствами: средняя плотность  $590 \text{ кг/м}^3$ , прочность на сжатие 2,74 МПа.

#### Список цитированных источников

- Шахова, Л.Д. Роль пенообразователей в технологии пенобетона / Л.Д. Шахова // Строительные материалы. – 2007. – № 4. – С. 16–19.
- Чудновский, С.М. Показатель степени  $n$  в выражении прочности неавтоклавно пенобетона, его взаимосвязь с водосодержанием пенобетонной смеси и диаметром ячеек пор / С.М. Чудновский, В.С. Гудзий, А.А. Погорелак // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: сб. науч. трудов Вып. 3. – Севастополь – 2007. – С. 216–223.