

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

Елькин В.В., инженер, Мартынов В.И., к.т.н., доц.,
Зелинский Д.В., аспирант

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

Введение. В стройиндустрии в последнее время все чаще поднимается вопрос энергоэффективности. Поэтому в значительной степени начали широко применять конструкции и изделия из ячеистых бетонов, в том числе и из пенобетона [1,2]. К преимуществам ячеистобетонных конструкций по сравнению с обычными бетонными конструкциями можно отнести их небольшой вес, хорошие теплофизические характеристики, достаточно распространенную сырьевую базу, легкость в монтаже, и экологичность.

Тем не менее, в технологии ячеистых бетонов имеется еще ряд нерешенных вопросов. Например, основным недостатком неавтоклавного пенобетона, независимо от применяемого технологического процесса получения, является недостаточная физико-механическая прочность, а именно низкая сопротивляемость растягивающим напряжениям и повышенная хрупкость, а также высокие деформации усадки [3].

Для повышения прочности снижают водотвердое отношение, за счет применения пластификаторов. Кроме этого применяют тонкодисперстные минеральные модификаторы (микрокремнезем, зола, метакаолин), повышают активность вяжущего, применяют дисперсно-волоконистые добавки, ускорители схватывания. Для снижения усадки уменьшают расход вяжущего и увеличивают количество наполнителя. Воздействуя на поверхностные явления и микроструктуру смеси, добавки позволяют управлять свойствами бетонной смеси и способствовать получению ее оптимальной структуры [4].

Для решения поставленных задач, а именно анализа влияния органических минеральных добавок, был реализован трехфакторный эксперимент с применением математических методов планирования эксперимента.

Выбор переменных факторов, а также уровней их варьирования базировался на основании априорной информации [5,6,7,8]. Из множества добавок и влияния различных способов активации, оказывающих

влияние на качество пенобетона, были выбраны факторы, в наибольшей степени влияющие на структуру пенобетона и повышающие эффективность вяжущего вещества, ускоряющие и повышающие степень гидратации цемента.

Цель и задачи. Повышение прочности пенобетона неавтоклавного твердения за счет применения различных добавок и активации растворной смеси.

Материалы и методики проведения исследований. В качестве вяжущего, при проведении экспериментов, был использован бездобавочный цемент Д0 марки М500. В виде наполнителя использовался карбонатный и кварцевый песок. Соотношение между цементом и наполнителем было постоянным и составляло 70 и 30% соответственно. Пластифицирующей добавкой служил Sika® ViscoCrete®225 - суперпластификатор третьего поколения для бетона и строительных растворов. В качестве активной минеральной добавки использовали высокодисперсный микрокремнезем.

Вначале приготавливали сухие компоненты, в соответствии с требуемым составом.. Далее необходимое количество воды, перемешивали с компонентами сухой смеси. Водопотребность смеси контролировали по показателю диаметра расплыва раствора по вискозиметру Суттарда.. Полученную смесь активировали в трибоактиваторе и вновь определяли изменение диаметра расплыва раствора. После этого в лабораторном пеногенераторе механического действия – диспергационным способом получали техническую пену, плотностью $65 \pm 5 \text{ кг/м}^3$. Затем пену добавляли в растворную смесь, до получения пенобетонной смеси плотностью $780 \pm 10 \text{ кг/м}^3$, что обеспечивает получение пенобетона марки D600. После приобретения разопалубочной прочности образцы извлекали из форм и помещали в камеру нормального твердения.

Контролируемые параметры: водопотребность растворной смеси по В/Т (водотвердое отношение), активность вяжущего и прочность пенобетона при сжатии в различные сроки твердения. При обработке результатов экспериментов на ЭВМ использовали расчетно-графическую систему СОМПЕХ, а для построения однофакторных зависимостей расчетно-графическую программу EXEL.

В качестве переменных факторов были выбраны: X_1 – диаметр расплыва раствора по Суттарду; X_2 – содержание пластифицирующей добавки; X_3 – содержание активной минеральной добавки. Полные сведения об этих факторах приведены в таблице.

Таблица. Факторы, уровни интервалы варьирования

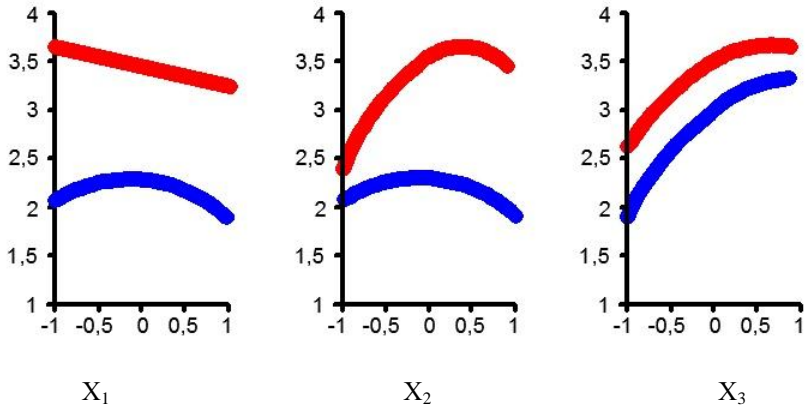
№п/п	Наименование факторов	Уровни фактора			Интервал варьирования
		-1	0	+1	
1	X ₁ - диаметр расплыва раствора, мм	240	280	320	40
2	X ₂ -кол-во пластифицирующей добавки, %.	0	0,1	0,2	0,1
3	X ₃ - кол-во высокоактивной минеральной добавки, %.	0	5	10	5

На основании экспериментальных результатов рассчитаны коэффициенты и получен комплекс полиномиальных моделей исследуемых свойств растворной смеси и пенобетона. По полиномиальным моделям построены различные графические зависимости. В настоящей статье приводятся фрагменты графо-аналитической интерпретации результатов влияния исследуемых факторов на прочность пенобетона на кварцевом наполнителе на 28-е сутки нормально-влажностного твердения.

На рисунке 1 изображены однофакторные зависимости прочности пенобетона от исследуемых факторов. Влияние фактора X₁ – изменение диаметра расплыва раствора до активации растворной смеси. Характер влияния этого фактора неоднозначен. В зоне минимальных значений прочности зависимость носит параболический характер с максимумом в пределах -0,3, что соответствует диаметру расплыва раствора по вискозиметру Суттарда 265 мм. При этом прочность пенобетона составляет 2,3 МПа. С дальнейшим повышением пластичности растворной смеси происходит резкое снижение прочности. В зоне максимальных значений прочности увеличение диаметра расплыва раствора приводит к линейному снижению прочности.

Влияние пластифицирующей добавки – X₂. Введение пластифицирующей добавки также оказывает влияние на прочность пенобетона. Наибольшее влияние проявляется в зоне минимальных значений прочности. Введение пластифицирующей добавки приводит к повышению прочности на 1,0 МПа. Максимальная прочность достигается при содержании добавки 0,15% от массы цемента.

Влияние фактора X₃ (активная минеральная добавка). Этот фактор имеет наибольшую степень влияния. Как в зоне максимальных, так и минимальных значений введение активного кремнезема повышает прочность пенобетона.



X_1 X_2 X_3
 Рис.1. Однофакторные зависимости прочности при сжатии пенобетона на 28-е сутки

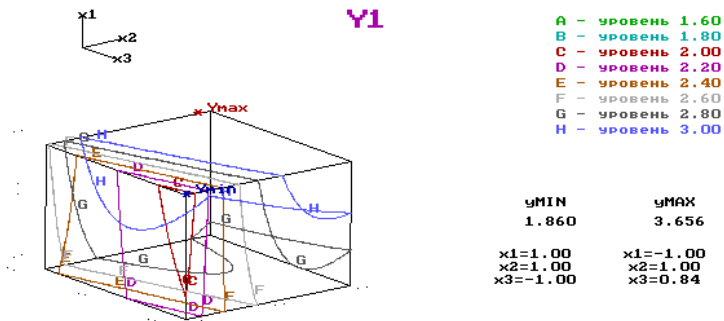


Рис. 2. Ипоповерхности прочности пенобетона на кварцевом наполнителе на 28-е сутки

Общая картина влияния исследуемых факторов на прочность пенобетона наглядно проиллюстрирована на рисунке 2, где изображены ипоповерхности прочности пенобетона. Так же на рисунке приведены условия получения неавтоклавного пенобетона с максимальной и минимальной прочностью.

Выводы

За счет введения добавок различного функционального предназначения, а также активации растворной смеси удалось получить пенобетон неавтоклавного твердения с прочностью 3,6 МПа при марке по плотности D600. Имеются также возможности повышения прочности пенобетона за счет оптимизации водопотребности растворной смеси.

Summary

The analysis of influence organo-mineral additives on the properties of non-autoclaved aerated concrete. Selection of process parameters was done improving the properties of non-autoclaved aerated concrete.

Литература

1. Руденко Д.Г. Модернизация завода автоклавного ячеистого бетона на примере ОАО «Аэрок-Обухов»/ Д.Г. Рудченко // Сборн. Докл. 6-й межд. научн.-практ конф. «Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения»//Минск, 2010.-С32-35.
2. Мартыненко В.А. Производство изделий из гахобетона автоклавного твердения в Украине и в европейских странах/ В.А. Мартыненко // Вісник ДонНАБА «Сучасні будівельні матеріали конструкції та інноваційні технології зведення будівель і споруд»-вип. 2010. - №5. – С.213-220.
3. Ю.К. Резникова, Пенобетон повышенной прочности, Москва 1956г.;
4. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1978.-454с.
5. Выровой В.Н. Бетон в условиях ударных воздействий / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев ,С.Фиц.-Одесса: Внешрекламсервис, 2004.-271с.
6. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций / В.С. Дорофеев ,В.Н. Выровой. – Одесса: Місто майстрів, 1998.-168с.
7. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Высшая школа, 1978.-454с.
8. Молчанов В.И., Селезнева О.Г., Жирнов Е.Н. Активация минералов при измельчении. М.: Недра, 1988.-208с.