

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СОСТАВОВ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Столевич А. С., Макарова С. С. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Применяемый комплексный подход для исследования физико-механических характеристик и подбора составов ячеистого бетона на основе пенообразователя «Неопор», заключающийся в использовании методов планирования экспериментальных исследований и обработки полученных данных, позволил решить поставленные задачи в рамках одного эксперимента.

Ячеистый бетон, порообразующей частью которого является пена на основе пеноконцентрата «Неопор» (Германия) используется в строительстве дальнего и ближнего зарубежья для ограждающих и несущих конструкций.

Материал был испытан рядом научно-исследовательских организаций, в том числе, в Одесской государственной академии строительства и архитектуры и лаборатории комбината ССК Одесского Агростроя.

Целью подбора составов было получение изделий с заданными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками при рациональном использовании исходных материалов.

Подобранные составы неопорбетонной смеси должны в требуемые сроки обеспечить получение заданных характеристик самого бетона и изделий по назначению, прочности, средней плотности и морозостойкости, теплопроводности, деформативных свойств, условий твердения.

Подбор составов включал в себя:

- определение физико-механических свойств исходных материалов: цемента, песка, пеноконцентрата и пены с целью соответствия их требованиям стандартов и технических условий;
- приготовление пробных замесов неопорбетонной смеси;
- уточнение составов неопорбетона по данным пробных замесов и испытание контрольных образцов.

В экспериментах использовался портландцемент марки 400, при-

родный песок с модулем крупности 2,0. В качестве пенообразователя применялся пеноконцентрат «Неопор» марки 400.

Перед затворением смеси, пеноконцентрат смешивался с водой в соотношении 1:40. Масса одного литра пеноконцентрата составляла 1,1 кг, которая при разведении водой дает 500..560 литров пены. Масса 1 литра пены находилась в пределах 75...85 г.

На первом этапе производился расчет состава для ограждающих конструкций со средней плотностью 600...800 кг/м³. Отношение массы песка к массе цемента «С» принимали для $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3 - 0,2; 0,4; 0,6;$ для $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3 - 0,6; 0,8; 1,0;$ «С» определялось на основании серии образцов на прочность из 3...5 замесов при оптимальном водотвердом отношении В/Т – отношении воды к песку и цементу.

Для $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3 - \text{В/Т} = 0,21$, для $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3 - \text{В/Т} = 0,17$. Оптимальное значение В/Т получено экспериментально из трех замесов. Расход материалов на замес смеси: цемента, песка, пеноконцентрата, воды определялся по формулам.

Средняя плотность свежеприготовленной смеси составляла для бетона при $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3 - 720 \text{ кг}$, при $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3 - 920 \text{ кг}$.

Исследования проводили, используя математические методы планированного эксперимента, обработки экспериментальных данных и принятия решений по полученным результатам. С учетом результатов проведенных ранее исследований, имеющих в литературе, а также проведенных предварительно пробных опытов, были отобраны такие факторы и назначения уровней их варьирования:

X_1 – расход цемента, Ц, кг/м³

X_2 – расход пены, л

X_3 – расход песка, кг

X_4 – расход воды, л.

Уровни варьирования факторов при $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ и $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$ приведены в табл. 1 и 2.

Контролируемыми параметрами были назначены:

1. $R_{(28)}, R_{(90)}, R_{(180)}$ – прочность пенобетона на кварцевом песке в возрасте, равном 28, 90 и 180 суток.

2. $E_{(28)}, E_{(90)}, E_{(180)}$ – модуль упругости после пропарки в тех же возрастах.

3. ρ – плотность бетона в высушенном до постоянной массы состоянии.

Таблица 1

Уровень и его кодированные значения	Обозначение	Факторы при $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$			
		$X_1 = \rho$ кг/м ³	X_2 , пена, л	X_3 , песок, кг	X_4 , вода, л
Нижний (-1)	x_{\min}	300	590	210	115
Нулевой (0)	x_0	350	645	265	170
Верхний (+1)	x_{\max}	400	700	320	225
Интервал варьирования	Δx	± 50	± 55	± 55	± 55

Таблица 2

Уровень и его кодированные значения	Обозначение	Факторы при $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$			
		$X_1 = \rho$ кг/м ³	X_2 , пена, л	X_3 , песок, кг	X_4 , вода, л
Нижний (-1)	x_{\min}	410	500	360	120
Нулевой (0)	x_0	465	540	415	150
Верхний (+1)	x_{\max}	520	580	470	150
Интервал варьирования	Δx	± 55	± 40	± 55	± 30

Значения величин контролируемых параметров в каждом опыте определяли в соответствии с действующими нормативными документами по результатам испытаний опытных образцов – кубов и призм. Обработка полученных результатов, проведенная по стандартной методике, позволила получить уравнение регрессии второй степени, связывающее контролируемые параметры с варьируемыми факторами.

Помимо составов конструктивно-теплоизоляционного бетона марок по средней плотности Д600 и Д800 подбирались составы для конструкционного бетона марок Д1000 и Д1200.

На основе проведенных опытов и обработки их результатов по под-

бору составов неопорбетона рекомендованы оптимальные составы для теплоизоляционно-конструкционного и конструкционного бетона, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Средняя плотность	Расход материалов на 1 м ³ , кг				Пена, л
	цемент	песок	вода	пенконцентрат	
600	340	210	115	1,23	700
800	400	320	124	1,06	590
1000	420	560	144	1,0	560
1200	460	640	150	0,8	540

Как видно из табл. 3, с увеличением количества песка повышается средняя плотность, при этом уменьшается количество воды, пенконцентрата и пены.

Плотность ячеистого бетона определялась при сжатии стандартных образцов-кубов с ребром 10 и 15 см в 28-суточном возрасте при твердении в нормальных тепло-влажностных условиях согласно требований нормативных документов.

Проведенные исследования позволили получить оптимальные составы конструкционно-теплоизоляционного бетона для ограждающих конструкций и конструкционного бетона – для несущих конструкций.

Экспериментами как собственными, так и других исследователей, установлено, что наибольшее влияние на физико-механические характеристики ячеистого бетона оказывает состав.

Плотность бетона следует определять в зависимости от назначения изделий. На основе полученных результатов разработаны технические условия на бетон.

Литература

1. Александров Г. Г. Повышение эксплуатационных качеств ячеистобетонных ограждающих конструкций. В кн.: Качество и долговечность ограждающих конструкций из ячеистого бетона. Харьков, Вища школа, 1978. С. 183 – 196.
2. Инструкция по изготовлению изделий из неопорбетона. СН Казахстана, 1995.
3. Кривицкий М. Я., Левин Н. И., Макаричев В. В. Ячеистые бетоны (технология, свойства и конструкции). М., Стройиздат, 1972.