

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ЯЧЕСТОГО БЕТОНА

В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: доцент к.т.н А.Б.Стешенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пр. Соляная, 2, 634003

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

THE STUDY OF CELLULAR CONCRETE POROSITY

V.V. Konusheva, O.O. Syrkin, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: ., A/Prof. A.B. Steshenko

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

***Abstract.** The unique thermal properties of cellular concrete based materials is related to their porosity. The process of predetermined foam concrete structure formation is considered to be a crucial issue from the point of process control and it is currently understudied thus defining the need for additional research. One of the effective ways of structure formation control in naturally hardening foam concrete is reinforcement with dispersed fibers or introduction of plasticizers.*

Значительную часть себестоимости объектов строительства составляют материалы. Для снижения стоимости жилья при малоэтажном строительстве и повышения качества и комфортности зданий необходимо использовать эффективные ресурсосберегающие и экологически чистые строительные материалы. Уникальность теплотехнических свойств ячеистых материалов связана с их пористостью.

Ячеистый бетон - это искусственный пористый строительный материал с равномерно распределенной мелкопористой ячеистой структурой, получаемый в результате поризации и гидратационного твердения, тщательно перемешанной растворной смеси.

Характерной особенностью ячеистого бетона является его пористая структура, представленная различными видами пор и в первую очередь ячеистыми.

Ячеистые поры – это пузырьки полученный путем вовлеченного или заземленного воздуха при формовании изделий. Ячеистая пористость характеризует собой долю воздуха в объеме бетонной матрицы. Ячеистые поры обычно имеют правильную геометрическую форму и характеризуются величиной их диаметра. Большая часть ячеистых и капиллярных пор в межпоровых перегородках не имеющая, выхода на поверхность изделий, характеризует закрытую пористость затвердевшего бетона[1].

Согласно классификации проф. К.Э. Горайнова и С.К. Горайновой [2] поры разделяют по размерам: ячеистые – 10^{-4} - 0,2 см, капиллярные - 10^{-5} - 10^{-4} см, гелевые - менее 10^{-6} см.

В соответствии с этим газовая пористость ячеистого бетона складывается из суммы объемов этих пор:

$$P_{пор} = P_{яч} + P_{кан} + P_{гел} , \quad (1)$$

Газовая пористость – это долевая часть объема ячеистого бетона, занимаемая воздушными порами различных видов и выражается в долях или в процентах по отношению к общему объему материала, которая характеризует пористость ячеистого бетона.

В таблице 1 представлены данные по пористости ячеистого бетона не зависимо от ее способа создания [3].

Таблица 1

Характеристика пористости ячеистого бетона

Средняя плотность ячеистого бетона, кг/м ³	Общий объем пористости P _{общ} , %	Объем твердой фазы, V _т , %	Ячеистые поры, P _я		Капиллярные поры, P _{кап}		Гелевые поры, P _г	
			размер, м	объем, %	размер, м	объем, %	размер, м	объем, %
200	92	8	10 ⁻⁶ - 0,25·10 ⁻²	83	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	7,5	<10 ⁻⁸	1,5
300	88	12	10 ⁻⁶ - 0,2·10 ⁻²	76	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	9	<10 ⁻⁸	3
400	84	16	10 ⁻⁶ - 0,15·10 ⁻²	70	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	10,5	<10 ⁻⁸	3,5

Капиллярная пористость ячеистого бетона зависит от исходного значения В/Т отношения бетонной смеси и может изменяться в процессе последующей гидратации цемента. Величина гелевой пористости в бетоне зависит от количества цемента и степени его гидратации. При одинаковой величине общей пористости, но при различном соотношении ее видов ячеистый бетон имеет различные физико-механические свойства.

В литературных источниках отсутствуют сведения о детальном изучении зависимости размеров диаметров пор и их взаимосвязи с физико-техническими свойствами. Распределение ячеистых пор по размерам описывают их количественным соотношением. Оценку о распределении пор по размерам в технологии пенобетонов дают по двум параметрам:

- среднему диаметру пор (D_{пор})
- среднеквадратическому отклонению от среднего значения диаметра пор ($\sigma\{D_{пор}\}$).

Последний показатель характеризует полидисперсность пор, т.е., количественное распределение их по размерам. Анализ этих показателей ячеистых макроструктур бетонов показывает, что чем ниже средняя плотность бетона, тем больше полидисперсное распределение пор в нем по размерам, что и снижает физико-технические свойства пенобетона.

Прочностные свойства ячеистых бетонов связаны не только с характеристиками межпорового материала, но и с геометрическими параметрами межпоровых перегородок, их конфигурацией, толщиной, поверхностью внутренних стенок ячеек.

Проблема управления процессами получения ячеистого бетона естественного твердения с заданной структурой очень актуальна и до сих пор в полном объеме не решена.

Для обеспечения требуемых параметров эксплуатационных свойств необходимо обеспечить оптимальную ячеистую структуру. «Оптимальной следует считать ячеистую структуру с равномерно распределенными порами, в виде полидисперсных по размеру, замкнутых, деформированных в правильные многогранники с глянцевой поверхностью припорового слоя, разделенных тонкими плотными, одинаковыми по сечению межпоровыми перегородками» Для получения такой оптимальной ячеистой структуры необходимо оптимизировать однородность распределения пористости в объеме материала.

Эффективным способом управления структурообразованием пенобетонов естественного твердения может быть дисперсное армирование бетонов волокнами с введением пластифицирующих добавок [4].

В настоящее время в технологиях производства бетона используется множество видов микроармирующих волокон: стальные, полипропиленовые, полиуретановые, базальтовые, стекловолоконные, асбестовые, хлопковые и другие. Каждый вид микроармирующих добавок имеет свои особенности, достоинства и недостатки, отличается своей структурой, длиной и толщиной волокна.

По результатам исследований [5] для повышения качества пенобетона наибольшей эффективностью обладают следующие микроармирующие волокна: полипропиленовая фибра, базальтовое волокно и хризотил-асбестовое волокно. Добавление микроармирующих волокон и пластифицирующих добавок способствует дополнительному воздухоовлечению, за счет чего образуются замкнутые мелкодисперсные поры.

Минеральные волокна, обладая рыхлой веретенообразной структурой, взаимодействуют с цементной системой, вызывая в зоне контакта рост новообразований, что упрочняет структуру матрицы за счет сцепления. Установлено, что введение исследуемых добавок повышает площадь контактов цементной матрицы и ее плотность. По результатам электронно-микроскопических исследований установлено, что основным отличительным признаком образцов пенобетона с добавками является более однородная структура, поры равномерно заполняют все пространство. Наличие неукрепленных пор пенобетона с перфорированными стенками приводит к уменьшению прочностных и увеличению усадочных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартыненко, В.А. Влияние характеристик межпоровой перегородки на физико-технические свойства ячеистого бетона // Строительные материалы и изделия. – 2003. – №4. – С. 35-37.
2. Горайнов К.Э., Горайнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 326 с.
3. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов - М.: Стройиздат, 1980. –399 с.
4. Моргун, Л.В. К вопросу о закономерностях формирования структуры бетонов при дисперсном армировании их волокнами // Известия ВУЗов. Строительство. – 2003. – №8. – С.58-62.
5. Steshenko A.B., Kudyakov A.I. and Konusheva V.V. Physico-chemical studies of hardened cement paste structure with micro-reinforcing fibers // AIP Conference Proceedings. – 2016. –1698. – 070017. – doi: 10.1063/1.4937887