

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕЖПОРОВЫХ ПЕРЕГОРОДОК В ЯЧЕИСТОМ БЕТОНЕ

Мартынов В.И., к.т.н., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ogasa_psk@ukr.net

Аннотация. Показана поэтапная организация структуры межпоровых перегородок и влияние характера распределений твердой составляющей на прочность ячеистого бетона. Под характером распределений твердой составляющей подразумевается сеть внутренних поверхностей раздела, образующихся в межпоровой перегородке.

Ключевые слова: пенобетон, ячеистый бетон, структура, межпоровая перегородка.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ МІЖПОРОВИХ ПЕРЕГОРОДОК В НІЗДРЮВАТОМУ БЕТОНІ

Мартинов В.І., к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури

ogasa_psk@ukr.net

Анотація. Показана поетапна організація структури міжпорових перегородок і вплив характеру розподілів твердої складової на міцність ніздрюватого бетону. Під характером розподілів твердої складової мається на увазі мережа внутрішніх поверхонь розділу, що утворюються в міжпоровій перегородці.

Ключові слова: пінобетон, ніздрюватий бетон, структура, міжпорова перегородка.

SEQUENCE OF FORMING STRUCTURE INTERPOROUS PARTITIONS IN THE CELLULAR CONCRETE

Martinov V.I., PhD., Assistant Professor

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

ogasa_psk@ukr.net

Abstract. It is shown phased organization structure interporous partitions and the effect of the nature of the distributions of solids on the strength of cellular concrete. Under the nature of the distributions of the solid component means the network internal interfaces between pores formed in the partition wall. Proposed to reduce solid component of cellular concrete (interporous partitions) the following building elements – particles (blocks, clusters, elements) of the solid phase and the inner surfaces of the partition. It is shown that the formation of internal boundary surfaces of the cement stone due to the objective processes of contraction caused by hydration of cement stone.

The results confirm that the properties of cellular concrete are determined by "the nature of the distributions of the solid phase", which refers to the network of internal boundary surfaces that are formed in the interpore partition. The place of occurrence and development of the IBS depends on the configuration of interporous partitions, which results from the introduction into the mixture of air inclusions (foam or gas). In turn, the shape of the air inclusions is determined by the rheological characteristics of soluble mixtures. Thus, the initial rheological conditions are decisive in shaping the properties of cellular concrete.

Key words: foam concrete, cellular concrete, structure.

Введение. В работах [1,2] высказана гипотеза о том, что свойства ячеистых бетонов определяются характером распределений твердой составляющей. Новизна и отличие этого предположения заключается в том, что практически все специалисты и исследователи ячеистых бетонов ассоциируют их свойства с пористостью и характеристиками пористости. По первому утверждению сомнений не возникает, так как общая пористость напрямую связана с насыщением объема материала твердой фазой, которая является несущим каркасом в ячеистых бетонах. Следовательно, чем больше насыщение твердым веществом, тем большей несущей способностью будет обладать материал. Множество экспериментальных результатов свидетельствуют, что при постоянной плотности прочность ячеистых бетонов изменяется в достаточно большом диапазоне [3], что также объясняют изменением характеристик пористости материала. Однако в цепочке причинно-следственных связей характер пористости материала не является первопричиной его свойств. Сомнительно также, что пора, которая, по сути, является пустотой, заполненной воздухом как-то может влиять на прочность, или на другие свойства материала. Например, теплопроводность. Ведь скорость распространения теплового потока на порядок выше в твердой среде, чем в воздухе. Таким образом, логичнее связывать свойства материалов высокопористого строения с характером его твердой фазы.

Для подтверждения, высказанной гипотезы пенобетон на всех стадиях организации структуры представлен в виде открытой самоорганизующейся системы. Открытость системы обеспечивается ее возможностью обмениваться энергией, веществом и информацией с окружающими системами. Пенобетон также можно отнести к самоорганизующейся системе, способной к организации структур. Для этого в организующейся системе присутствует создающее «начало», в качестве которого выступает затвердевающее вяжущее вещество. Вторым обязательным условием для формирования структур является наличие диссипации – рассеивания. Рассеивающее «начало» обеспечивается открытостью системы. Кроме того, подтверждением, что пенобетон можно отнести к самоорганизующимся системам является наличие автоколебаний, которые возникают в диссипативных системах [4].

В затвердевшем состоянии ячеистый бетон можно рассматривать как хорошо организованную систему. А.П. Меркин впервые попытался увязать свойства ячеистых бетонов со структурными характеристиками [5]. В ячеистом бетоне он выделяет два структурообразующих элемента – „поры” и „межпоровые перегородки”. В каждом из элементов дополнительно выделены качественные характеристики. Так поры, характеризуются формой пор, размером и распределением пор по размерам. Межпоровые перегородки – толщиной, плотностью и прочностью. Для определения количественных показателей этих характеристик были разработаны различные методы. В результате обработки полученной информации по взаимосвязи этих характеристик с физико-механическими свойствами ячеистых бетонов автором дано определение: „Оптимальной ячеистой структурой следует считать равномерно распределенную в объеме материала пористость в виде полидисперсных по размеру, замкнутых, деформированных в правильные многогранники пор, разделенных тонкими и плотными, одинаковыми по сечению межпоровыми перегородками с глянцевой поверхностью пор. Форма пор должна приближаться к правильному додекаэдру (двенадцатигранник)”. Выделенные слова свидетельствуют, что свойства ячеистых бетонов связываются, преимущественно с характером пористости.

Основной материал. Нами предложено свести твердую составляющую ячеистого бетона (межпоровые перегородки) к следующим структурообразующим элементам – частицам (блокам, кластерам, элементам) твердой фазы и внутренним поверхностям раздела. Показано, что образование внутренних поверхностей раздела в цементном камне связано с объективными процессами контракции, вызванной гидратацией цементного камня. Элементы твердой фазы и ВПР в структуре материала представляют собой диалектическую взаимозависимую пару противоположностей. Их взаимосвязь и неразрывность обеспечивают целостность объекту. В таком виде «цементный камень» или «ячеистый бетон» отвечают

всем критериям систем, что позволяет рассматривать их в виде объект-системы. А свойства материала свести к количественным и качественным характеристикам связей системы в роли, которых выступают внутренние поверхности раздела фаз. В цементном камне или в межпоровых перегородках ячеистого бетона внутренние поверхности раздела образуются на ранних стадиях формирования структуры материала.

Например, в пенобетоне система начинает зарождаться после введения пены в растворную смесь. С этого момента пузырек пены начинает выполнять активную функцию в формировании будущей конфигурации межпоровой перегородки. Геометрия межпоровых перегородок, в свою очередь, зависит от формы воздушных включений. В естественных условиях пенный пузырек стремится к сферической форме, обладающей минимальной поверхностью. Попадая в растворную смесь, которая является «чуждой и не комфортной» для него из-за разности в плотности он вынужден изменять свою форму. В этот период, период самоорганизации системы, происходят спонтанные процессы изменения формы воздушных включений с динамическим изменением характера пористости системы. Процесс замедляется по мере гидратации вяжущего и нарастания вязкости растворной смеси. Продолжительность периода зависит от устойчивости пены и времени нарастания пластической прочности растворной смеси. При достижении растворной смесью состояния, когда воздушные включения не в состоянии изменять свою форму заканчивается период образования т.н. первичной структуры пенобетона. На этом структурообразующая роль воздушных включений заканчивается. Эта роль сводится к формированию геометрии межпоровой перегородки. Следующий этап структурообразования пенобетона происходит в период интенсивной гидратации вяжущего и роста прочности структурообразующего каркаса. Это процесс происходит непосредственно в межпоровых перегородках. В этот период в межпоровых перегородках начинают появляться первые трещины, которые, развиваясь, замыкаются, друг на друга образуют внутренние поверхности раздела. Места появления первых трещин определяются конфигурацией межпоровой перегородки. Образовавшаяся внутри межпоровых перегородок сеть ВПР, подразумевается как «характер распределений твердой фазы».

На рисунке 1 приведены столбчатые диаграммы, отражающие влияние формы пор на протяженность внутренних поверхностей раздела, подтверждающие влияние формы пор на характер структуры межпоровых перегородок. Протяженность ВПР измерялась в пикселях. Результаты получены на физических моделях, имитирующих материалы макропористого строения.

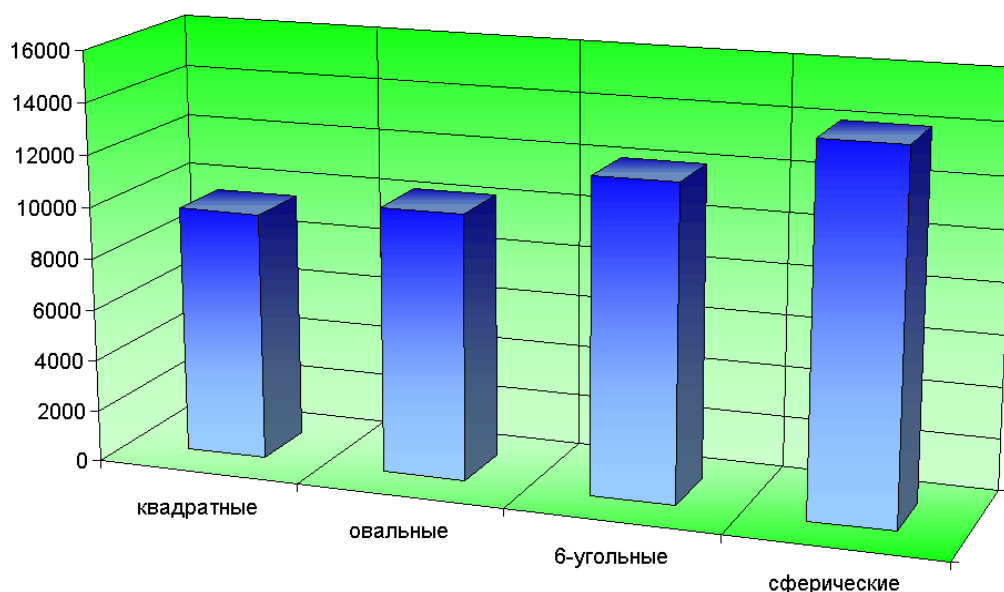


Рис. 1. Влияние формы газовых включений на общую протяженность внутренних поверхностей раздела

На рисунке 2 приведены фото фиксации структур пенобетона равной плотности (600кг/м^3), увеличенные в 50 раз. Пенобетон получен при различных начальных реологических условиях структурообразования, при водотвердом отношении 0,35 и 0,55. На фотографиях видно, что форма пор при более высоком В/Т ближе к сферической. Межпоровые перегородки имеют гладкую поверхность. Прочность пенобетона в первом случае составила 1,1 МПа, а во втором – 2,3 МПа.

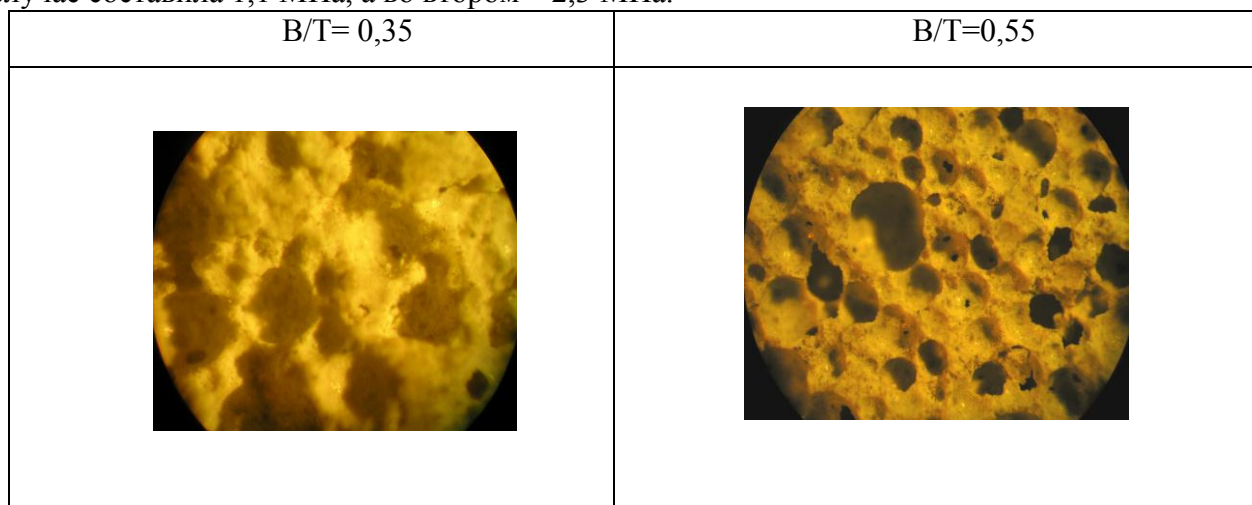


Рис. 2. Фото фиксации структур пенобетона

Результаты подтверждают, что свойства ячеистых бетонов определяются «характером распределений твердой фазы», под которым имеется в виду сеть внутренних поверхностей раздела, что образуются в межпоровой перегородке. Место появления и развитие направления ВПР зависит от конфигурации межпоровой перегородки, которая формируется в результате введения в растворную смесь воздушного включения (пены или газа). В свою очередь форма воздушных включений определяется реологическими характеристиками растворимой смеси. Таким образом, начальные реологические условия являются определяющими в формировании свойств ячеистого бетона.

Литература

1. Мартынов В.И. Анализ структурообразования, структуры и свойств пористых строительных композитов / В.И. Мартынов, В.Н. Выровой, Е.В. Мартынов, А.М. Ветох, Т.В. Бойко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – К: ТОВ «Знання» України. – 2009. – №32. – С. 82-88.
2. Мартынов В.И. Анализ структурообразования и свойств неавтоклавно пенобетона / В.И. Мартынов, В.Н. Выровой, Д.А. Орлов // М.: Строительные материалы. №1, 2005. – С. 25-26.
3. ДСТУ Б В.2.7-45-96. Бетони ніздрюваті. Технічні умови. К.: Держком містобудування України. – 1997. – 21 с.
4. Мартынов В.И. Исследование процесса структурообразования пенобетона и разработка способов управления его структурой и свойствами / В.И. Мартынов, А.М. Ветох // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2008. – Вип. 31. – С. 64-71.
5. Меркин А.П. Научные и практические основы улучшения структуры и свойств поризованных бетонов / А.П. Меркин // Автореф. дис. д-ра техн. наук. – М., 1972. – 35с.