

INTERNATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING

МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

ODESSA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Материалы к 47-му международному семинару
по моделированию и оптимизации композитов – МОС'47
Одесса, 21-22 апреля 2008

Научный руководитель – заслуженный деятель науки и техники Украины,
действительный член Международной инженерной академии,
д. т. н., профессор В. А. ВОЗНЕСЕНСКИЙ

COMPUTATIONAL MATERIALS SCIENCE AND ADVANCED TECHNOLOGIES

Proceedings of the 47th International Seminar
on Modelling and Optimisation of Composites – MOC'47
Odessa, 21-22 April 2008

Chairman – Honoured scientist of Ukraine,
Member of international Academy of Engineering
D. Sc., Professor Vitaly VOZNESENSKY

Одесса
«Астропринт»
2008

ским сопротивлением твердой части. При уменьшении размеров ячеек обшивки путь тела A/B , увеличивается, а толщина межпоровых перегородок (т. е. площадь сечения теплопроводящего канала) уменьшается, что ведет к повышению термического сопротивления ячеистого материала.

Влияние распределения твердой составляющей в объеме материала на теплопроводность изучено на физических моделях с мягкой обшивкой пор полистирольными гранулами. При одинаковой общей псевдоячеистой пористости (50 % по объему) распределение твердой части в материале (и связанное с ним изменение толщины межпоровых перегородок) регулировалось варьированием размеров гранул (2 и 4 мм). Пониженная теплопроводность образца с гранулами 2 мм соответствует наименьшей толщине перегородок.

Перейдем от рассмотрения идеализированного материала межпоровых перегородок как сплошной среды к реальному вяжущему, с учетом его многокомпонентности и многофазности. Для равноплотных образцов с одинаковым количеством твердой составляющей и сходным характером её распределения в материале основным фактором, определяющим теплопроводность, является минеральный состав межпоровых перегородок.

Введение в цементные композиции минеральных наполнителей с теплопроводностью, существенно отличающейся от теплопроводности цементного камня, вызывает изменения как в траектории линий тока, так и в формировании теплового фронта. Например, при введении более теплопроводного, по сравнению с цементным камнем, кварцевого наполнителя создаются предпосылки для преимущественного распространения тепла по зернам наполнителя. Линия теплового фронта искажается, вытягиваясь в сторону более теплопроводных частиц. Скорость теплопередачи при этом возрастает, соответственно снижается термическое сопротивление материала.

Другой эффект наблюдается в случае применения наполнителей с теплопроводностью меньшей, по сравнению с теплопроводностью цементного камня. Менее теплопроводные частицы наполнителя замедляют передачу тепловой энергии в локальных участках теплового фронта, то есть являются своеобразными барьерами, тормозящими его продвижение. Снижение скорости продвижения теплового фронта приводит к существенному уменьшению теплопроводности материала межпоровых перегородок и, в целом, ячеистого бетона.

Приведенные рассуждения подтверждены наблюдениями на прозрачных моделях с фотофиксацией и прямыми измерениями теплопроводности модельных образцов. Оптимальные составы пенобетона установлены методами экспериментально-статистического моделирования.

Литература.

1. Керш В.Я., Чабаненко П.Н. Влияние структурных элементов ячеистого бетона на его теплопроводность // Сб. науч. трудов «Вестник ОГАСА», вып. 21 - Одесса: ОГАСА, 2006. - С. 109-115.
2. Современные методы оптимизации композиционных материалов / Вознесенский В.А., Выровой В.Н., Керш В.Я. и др. - К.: Будівельник, 1983. - 144 с.
3. Керш В.Я., Чабаненко П.Н. Оптимизация структуры и теплозащитных свойств пенобетона // Сб. науч. трудов пятой международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие городов и новации жилищно - коммунального комплекса», Москва, 2007. - С. 59-62.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИИ ФАЗОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНОВ

Т.В. Бойко, В.И. Мартынов, А.А. Богачев, В.С. Кишилин (Одесса)

Многие композиционные строительные материалы в процессе их создания проходят стадию структурной самоорганизации.

По мнению [1] «...структурная самоорганизация обеспечивает структурную стабильность системы, поиск соразмерности, самоорганизационности, гармоничности состава противоречивых, различающихся между собой компонентов. Гармония в отличие от красоты, является явлением объективным и подразумевает единство многообразия, согласия разногласного, соотношения частей между собой и целым в определенных сочетаниях. Подобное сочетание получило название принципа (закона) кратных отношений, более известном под названием «золотого сечения» или «золотой пропорции» [2]. В ячеистых бетонах в качестве противоречивых компонентов могут рассматриваться твердая, жидкая и газовая фаза. Кроме того, процессы организации структур многочисленных материальных объектов носит нелинейный характер. Причиной нелинейности являются волновые процессы, которые возникают в структурах, находящихся в сильно неравновесном состоянии [2]. Такие процессы происходят как на стадии структурной самоорганизации, так и в «застывших» структурах, например, в затвердевших композиционных строительных материалах, в том числе и в ячеистых бетонах [3].

Ниже приводятся результаты эксперимента, в котором ставилась задача определения влияния соотношений фаз на разных стадиях структурообразования пенобетона на его прочностные свойства.

Содержание твердой фазы в пенобетонной смеси и в затвердевшем пенобетоне регулировали за счет изменения плотности пенобетонной смеси (ПБС), которую, в свою очередь, изменяли количеством вводной в растворную смесь пены. Было приготовлено восемь составов с плотностью пенобетонной смеси, $кг/м^3$: 790, 820, 850, 880, 910, 940, 970, 1000. В начальный период система (строительный раствор) состояла из двух фаз – твердой (цемент) и жидкой (вода). На этой стадии приготовления пенобетона соотношение между твердым веществом и жидкостью составляло 0,5 по массе. Содержание по объему твердая фаза – 0,392, жидкая – 0,608. После введения в раствор пены система трансформируется в трехфазную (ПБС), состоящую из твердой, жидкой и газовой фаз. Изменение плотности пенобетонной смеси за счет введения пены и с учетом жидкости, содержащейся в пене, приводит к изменению содержания фаз, а также соотношений между ними. Затвердевший пенобетон испытывали на прочность при сжатии в высушенном до постоянной массы состоянии. Таким образом, на заключительной стадии эксперимента пенобетон представлял собой двухфазную систему, состоящую из твердой и газовой фаз.

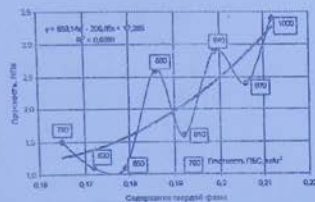
Объем твердой фазы вычисляли через экспериментальное определение истинной плотности (прибор Ле-Шателье). Вначале определяли истинную плотность вяжущего – цемента. Истинную плотность затвердевшего пенобетона определяли после испытания его на прочность при сжатии. Для чего отобранные и высушенные до постоянной массы пробы измельчали и просеивали через сито с размером ячейки 1,25 мм.

Результаты эксперимента приведены в таблице и в графической интерпретации на рисунках. Табличные данные свидетельствуют, что при изменении плотности пенобетонной смеси на $210 кг/м^3$ плотность пенобетона в сухом состоянии изменяется на $225 кг/м^3$. В начальный период структурообразования разность в содержании твердой составляющей в пенобетонной смеси составляет 4,7%. В результате процессов, сопровождающих затвердевание пенобетонной смеси происходит перераспределение фаз и в затвердевшем пенобетоне разница в содержании твердой фазы составляет уже 9,7%. Однако, при столь незначительном изменении фазовых соотношений прочность пенобетона изменяется более чем в три раза (от 1,1 до 3,4 МПа).

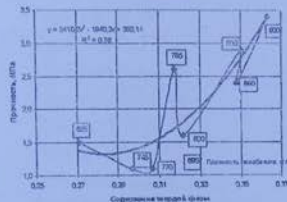
Таблица. Результаты эксперимента

Плотность ПБС, кг/м ³	Плотность пенобетона, кг/м ³	Прочность пенобетона, МПа	Содержание фаз:				
			в пенобетонной смеси:			в пенобетоне:	
			твердая	жидкая	газовая	твердая	газовая
1000	920	3,4	0,212	0,341	0,447	0,163	0,617
970	910	2,4	0,206	0,332	0,162	0,348	0,652
940	890	2,2	0,199	0,323	0,478	0,350	0,65
910	800	1,6	0,192	0,312	0,496	0,322	0,678
880	785	2,6	0,186	0,305	0,509	0,318	0,682
850	770	1,1	0,179	0,296	0,525	0,307	0,693
820	745	1,1	0,172	0,286	0,542	0,297	0,703
790	695	1,5	0,165	0,278	0,557	0,271	0,729

Влияние содержания твердой фазы в ПБС на прочность пенобетона



Влияние структуры твердой фазы в пенобетоне на прочность пенобетона при сжатии



На рисунках, приведенные графики отражающие влияние содержания твердой составляющей в пенобетонной смеси и в пенобетоне на его прочность. Графики свидетельствуют, что прочность пенобетона не имеет монотонной зависимости от содержания твердой фазы, как показано на линиях тренда, а носит волновой, колебательный характер. Пиковые точки, отражают состояние системы, при которых она максимально реализует свои внутренние ресурсы. Причем пики на левом и правом графиках совпадают, что является подтверждением того, что начальные условия структурообразования являются определяющими в формировании конечных свойств системы.

Исследования влияния соотношений фазовых составляющих на физико-механические свойства ячеистых бетонов, позволяют определить наиболее благоприятные условия организации структур, а выявленные закономерности и эмпирические зависимости могут быть использованы при проектировании составов ячеистых бетонов с требуемыми свойствами, что значительно сократит процесс подбора составов.

Литература.

1. Сороко Э.М. Структурная гармония систем. Минск, Наука и техника, 1984, 263 с.
2. Николаев Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979, 51 с.
3. Соловьев В.И., Фадель И., Аннас С.М. Авторольные процессы в композиционных строительных материалах. Известия высших учебных заведений, Строительство, №11, 1992 г. с. 50-57.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ АКТИВАЦИИ РАСТВОРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ ПЕНОБЕТОНА

А.М. Ветюх, В.И. Мартынов, Т.А. Раихерт, А.В. Мартынов (Одесса)

Свойства композиционных строительных материалов имеют непосредственную причинно-следственную связь со структурой. В связи с этим высказана гипотеза, что свойства материалов высокопористого строения (ячеистые бетоны) определяются характером распределений твердой составляющей, которые в свою очередь зависят от начальных условий структурообразования. В ранние сроки твердения высококонцентрированные дисперсные системы (цементно-песочный строительный раствор) представляют собой так называемые диссипативные структуры [1]. Отличительной особенностью диссипативных структур является наличие точек бифуркации, а также их способность к спонтанной переориентации при незначительных внешних энергетических воздействиях. В статье приведены результаты исследования влияния времени энергетического воздействия (механохимическая активация) на растворную смесь в реакторе скоростного смесителя при приготовлении пенобетона.

Пенобетон приготавливали по двухстадийной технологии. Кроме пенобетонных образцов отбирали пробы растворной составляющей и формовали образцы - балочки - 40x40x160 мм.

Изготовленные образцы выдерживали в естественных условиях при температуре 18±2°С и испытывали на 28-е сутки после изготовления. Результаты приведены в таблице. В первой строке таблицы приведены результаты неактивированной растворной составляющей, что позволяет судить об эффективности способа изготовления пенобетона. На рисунках 1 и 2 приведены графики, отражающие графическую интерпретацию результатов.

Таблица. Результаты эксперимента

Время активации	Диаметр распылителя раствора, мм	Плотность пенобетона в сухом состоянии, кг/м ³	Прочность, МПа		
			Пенобетона		Растворной составляющей
			Прочность при сжатии	Прочность при сжатии	Прочность при изгибе
Б	250	646	1,1	6,5	28,9
10	390	655	2,7	8,0	32,6
15	360	673	3,7	6,5	41,5
20	380	677	3,1	6,8	35,9
25	390	703	3,1	5,3	40,1
30	390	638	2,2	8,4	33,9
35	400	707	2,8	7,9	36,3
40	300	725	3,2	8,5	40,6

Авраменко В.В. 179, 181, 183

Альсов А.А. 185

Антонюк Н.Р. 84, 220

Ассакунова Б.Т. 89

Бабаевская Т.В. 81

Бабий И.Н. 195

Бабиченко В.Я. 213

Бакалещ А.В. 56

Барабаш И.В. 134

Бахтин А.С. 130

Беспалов В.Л. 69

Бессмертный А.Ф. 199

Богацкая А.А. 159

Богацкая Е.А. 163

Бойко Т.В. 159

Бойко Ш.М. 18, 22

Болатова Е.И. 134

Большаков В.И. 13

Бондаренко О.П. 111

Братчун В.И. 69

Быков Р.А. 96

Васильев А.О. 60

Васьків Н.О. 189

Ветох А.М. 161

Вилге Б.И. 18, 22

Вознесенский В.А. 3, 84, 97, 200

Возний Б.В. 218

Волошина Т.М. 153

Волчук В.Н. 13

Воронов Ю.Н. 150

Выровой В.Н. 14, 200, 201

Высоцкий Ю.Б. 60

Гаврилюк В.П. 97

Гапанович В.Г. 218, 219

Гапоненко Е.А. 64

Гара А.А. 79

Гара Ан. А. 79

Гарбуз А.О. 170

Гарькина И.А. 10

Герсга А.Н. 14, 16

Гладышук А.А. 79

Гончар О.А. 111

Гофман Е.П. 145

Гребенников Д.А. 8

Губанов Д.А. 43

Гузенко С.В. 8

Гусев Б.В. 32

Данелюк В.И. 213

Данилевич А. 47

Данилов А.М. 10

Данченко Ю.М. 96

Денисов А.С. 181

Деревянко В.Н. 93

Деркач М.В. 69

Джусупова М.А. 89

Дзю И.М. 185, 187

Добшиц Л.М. 138

Довгань И.В. 139

Дорофеев В.С. 140, 200

Дубницкий В.Ю. 30

Дубров Ю.И. 13

Дюженко М.Г. 213

Ерастов А.В. 38, 41

Ерастов В.В. 38, 41

Ерофеев В.Т. 38, 41, 43

Жданий В.К. 141

Жданий К.В. 141

Заволока М.В. 163, 216

Запальский С.А. 115

Золотов М.С. 168, 170, 172, 211

Золотов С.М. 174

Зубанкова Н.О. 35

Ибрагим Р.С. 213

Иванов Б.К. 8

Казмирчук Н.В. 196

Кендок А.В. 8

Керепко В.Н. 216

Керш В.Я. 97, 155, 157

Кириленко Г.А. 139

Киричок О.Л. 121

Коваль П.М. 204

Коваль С.В. 75, 81, 143, 145, 149

Колесникова Л.И. 8

Комбохов П.Г. 26

Кондратьева Н.В. 93

Кондращенко В.И. 8

Кононенко В.А. 187

Коробко О.А. 196

Кровяков С.А. 61, 64

Кропивницька Т.П. 94

Крюковская С.А. 134

Ксеншкович Л.Н. 134

Кудряшов А.Ю. 179

Кушнір О.В. 204

Кшиякин В.С. 159

Лапина О.И. 47

Лаповська С.Д. 153

Лаптев Г.А. 43

Левадная С.И. 53

Лисенко В.А. 203

Локтионова Т.А. 130

Любомирский Н.В. 130

Любченко М.А. 172

Ляшенко Т.В. 3, 97, 220

Маврін О.І. 218, 219

Макогон Д.А. 168

Мартынов А.В. 161

Мартынов В.И. 159, 161, 204

Мартынов Е.В. 72

Мартынова Е.А. 58

Митина Л.А. 187

Мишутин А.В. 64, 105

Москалева К.М. 84