

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДВЕРЖДЕНИЕ ЯВЛЕНИЙ САМООРГАНИЗАЦИЙ В ЗАТВЕРДЕВАЮЩЕЙ ПЕНОБЕТОНОЙ СМЕСИ.

Мартынов В.И., Ветох А. М., Орлов Д. А, Бойко Т. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Предложено затвердевающую пенобетонную смесь рассматривать в виде диссипативной структуры. Высказана гипотеза об возможности управления свойствами пенобетона за счет пространственно-временных энергетических воздействий. Экспериментально подтверждено наличие колебаний, вызванных флуктуациями в процессе структурообразования пенобетона, что свидетельствует о наличии явления самоорганизации.

В современном строительстве одним из наиболее востребованных материалов является пенобетон неавтоклавного твердения. Эта востребованность обусловлена, в первую очередь тем, что неавтоклавный пенобетон является ресурсосберегающим материалом. Источники ресурсосбережения заложены в сравнительно низких капиталовложениях, по сравнению с автоклавными ячеистыми бетонами, на оборудование, сроками его монтажа и пуска технологической линии, доступностью сырьевой базы. Кроме того, благодаря функциональным качествам в домах из ячеистых бетонов обеспечиваются достаточно комфортные условия проживания при экономии затрат на отопление зданий. Однако, по сравнению с автоклавными ячеистыми бетонами, неавтоклавный пенобетон обладает сравнительно низкой прочностью и высокой влажностной усадкой, что приводит к растрескиванию изделий.

Вместе с тем, в технологии неавтоклавного пенобетона существуют достаточные резервы повышения его свойств. Ещё П. А. Ребиндер [1] писал: «При равной степени гидратации и равном объёме и составе гидратных новообразований теоретическая прочность цементных ячеистых бетонов нормального твердения будет всегда выше прочности тех же бетонов автоклавного твердения».

В таблице 1. приведены физико-механические свойства материалов различной природы (природные, искусственные, композиционные и строительные). Как видно из таблицы, основные строительные материалы по коэффициенту конструктивного качества значительно

уступают природным материалам, как органическим, так и минеральным.

Таблица 1.

Наименование	Средняя Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Коэффициент констр. кач-ва
Природные материалы			
Алмаз	3250	2000	1893
Кварцит	2650	260	370
Дуб	760	52	900
Сосна	510	42	1615
Композиционные материалы			
Чугун	7500	1300	231
Сталь	7850	250	41
Стекло кварцевое	2200	650	1343
Строительные материалы			
Бетон М300	2350	30	54
Пенобетон Д400	400	1	63
Пенобетон Д1000	1000	6,5	65
Ячеистый бетон (неавтоклавный)	600	5	139

Многие современные исследователи и философы высказывают мнение, что в основе становления и развития материальных объектов заложено действие нескольких универсальных законов, которые в одинаковой степени справедливы, как для живой, так и неживой природы [2,3]. Присущи этим объектам явление самоорганизации, но с возможными некоторыми отличиями. Так, например Л. Б. Болдырева отмечает, что если в неживой природе самоорганизация происходит в сильнонеравновесных системах из хаоса, эволюция живой организации следует по принципу «порядок из порядка» и происходит в квазиравновесных условиях. Несколько обособлено в этом ряду следует рассматривать техногенные системы, отличающиеся сильнодействующим «человеческим фактором». При создании этих систем, к которым относятся и искусственные строительные композиты, решая зачастую субъективные задачи, пренебрегаются принципы самоорганизации.

Образование структур, сопровождающееся неравновесными условиями их организации по определению И. Р. Пригожина получили название диссипативных структур (от латинского *dissipatio*-рассеяние,

разрушение). К особенностям диссипативных структур относятся наличие флуктуаций (также от латинского fluctuatio-беспрерывное движение, колебание). Эти колебания вызваны различными градиентами. В композициях на основе минеральных вяжущих это градиенты концентраций новообразований, градиенты плотности, температуры, влажности и пр. Другой особенностью диссипативных структур является самопроизвольное образование организованных структур вдали от равновесного состояния (равновесия из хаоса), за счет внешних энергетических воздействий. Новые структуры качественно отличаются от первоначальных и образуются скачкообразно в т.н. точках (зонах) бифуркаций. В этих точках поведение системы из предсказуемого (детерминированного) становится вероятностным (стохастическим).

В работе [4] экспериментально подтверждено, что свойства пенобетона определяются его структурными параметрами, такими как размер и количество структурных блоков (кластеров), общей протяженностью и шириной трещин.

Вследствие выше изложенного высказана гипотеза о возможности повышения свойств неавтоклавного пенобетона, изменением его структуры за счет энергетических воздействий.

Цель работы: Повышение свойств пенобетона неавтоклавного твердения за счет «направленного» структурнообразования.

В работах А.Н.Бобрышева, В.И.Соломатова [5] приводятся результаты экспериментальных исследований, подтверждающие явление структурной самоорганизации в твердеющей цементной системе. Эти явления подтверждены измерением электрического сопротивления, которые имеют выраженный колебательный характер. Авторами показано, что параметры волнообразных изменений зависят от В/Ц, а процесс структурной самоорганизации цементных систем совпадает примерно со сроками схватывания цемента.

На первой стадии экспериментальных работ ставилась задача выявления бифуркаций в затвердевающей пенобетонной смеси. Для этого был использован указанный метод – измерение электрического сопротивления пенобетонной смеси. Пенобетонную смесь соответствующего состава помещали в изоляционный полиуретановый цилиндр высотой 100мм. и диаметром 45мм. Электрическое сопротивление измеряли при помощи прибора «MULTIMETER DT-830B». Замеры производили через каждые 5 минут.

В начале были произведены замеры электросопротивления воды и пены, а затем пенобетонной смеси, отличающейся В/Ц отношением. Результаты измерений приведены на рисунке 1.

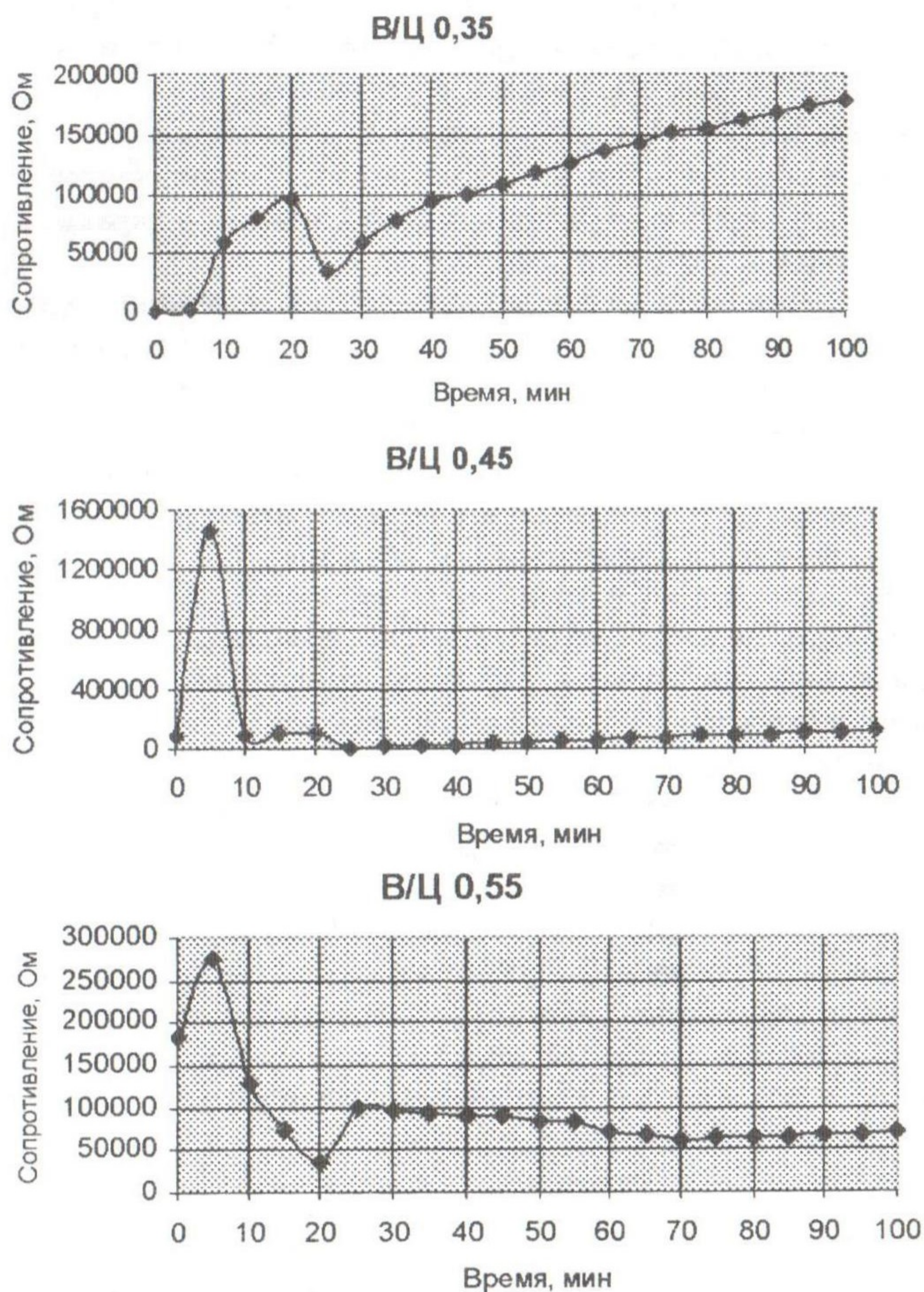


Рис. 1. Влияние водоцементного отношения на электросопротивление пенобетонной смеси.

На рисунке 1 приведены графики, отражающие кинетику изменения электрического сопротивления пенобетонной смеси. Из графиков видно, что общая величина сопротивления зависит от содержания компонентов. С увеличением количества воды сопротивление снижается. Однако наибольший интерес вызывает характер графиков. На характер кинетики электрического сопротивления, в особенности в начальный период оказывает влияние

В/Ц отношение. Если при В/Ц=0,35 происходит вначале плавный рост с последующей стабилизацией, то при В/Ц 0,45 и 0,55 вначале происходит резкое увеличение сопротивления, затем столь же резкое снижение и также плавная стабилизация. Подобные колебания могут свидетельствовать о том, что в формирующейся пенобетонной системе происходят некие качественные преобразования, а характерные точки рассматривать, как точки бифуркаций.

Для проверки высказанной гипотезы о влиянии энергетических воздействий в период структурообразования пенобетона на его свойства был проведен эксперимент. Пенобетонную смесь приготавливали из цемента и воды из условия получения пенобетон средней плотностью в сухом состоянии 600 кг/м^3 с водоцементным отношением – 0,45. Пенобетонную смесь помещали в пластмассовые формы-цилиндры диаметром и высотой 100 мм. Всего было отформовано 9 образцов. Три из них были определены, как контрольные и набирали структурную прочность без энергетических воздействий. Две другие партии в течение 60 минут с момента приготовления пенобетона подвергались воздействию звуковых волн. Для этого формы с пенобетоном помещали в акустическую камеру, представляющую собой закрытую и изолированную снаружи пенопластом емкость. В акустическую камеру были вмонтированы звуковые колонки и с их помощью от CD плеера пенобетонная смесь подвергалась воздействию звуковой энергии, как разновидности механической. В первом случае использовалась легкая классическая музыка Л.В.Бетховена, во втором тяжелый классический рок. После 28-ми суточной выдержки образцы испытывали на прочность при сжатии. Усредненные результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты испытаний

Вид обработки	Плотность, кг/м^3	Влажность, %	Прочность, МПа
Контрольный	640	28.1	1,4
Рок	580	33.8	0,5
Классическая	620	28.1	1,35

Результаты свидетельствуют о влиянии звуковой энергии, подводимой в течение периода структурообразования пенобетона на изменение его физико- механических свойств. Легкая классическая музыка, не оказывает влияния на свойства пенобетона, в то время, когда воздействие тяжелого рока значительно снижает прочность. Интересно также, что в этом случае также наблюдается повышенная влажность образцов, что также является подтверждением изменения структуры пенобетона.

Литература

1. П.А. Ребиндер, Н.В. Михайлив, Н.Б. Урьев. Некоторые вопросы оптимизации технологии приготовления ячеистых бетонов с позиций физико-химической механики дисперсных структур // Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. Приволжское книжное издательство Саратов-Пенза. 1969.- С.- 3-10.
2. Э.М. Сорорко. Структурная гармония систем. Минск. «Научная техника», 1984. С. 263.
3. Д.В. Куликов, Н.В. Мекалова, М.М. Закирничная. Физическая природа разрушений. Уфа. 1999.
4. В.И. Мартынов, В.Н. Выровой, Д.А., Орлов, А.М. Ветох Структурообразование и свойства ячеистых бетонов. Ресурсоекономні матеріали, конструкції будівлі та споруди. Збірник наукових праць. Рівне. 2006. С. 90-96.
5. А. Н. Бобрышев, Н.И. Макридин, В.И. Соломатов. Явление самоорганизации в твердеющих цементных системах. Методический материал в помощь лектору. Пенза. 1989. С. 35.