

ЯВЛЕНИЯ САМООРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

*Мартынов В.И., Ветох А.М., Урсулян И.П., (Одесская государственная академия строительства и архитектуры),
Мартынова Е.Б. (Одесский государственный аграрный университет)*

Приходится постоянно удивляться, когда задумываешься над поразительным отличием систем, созданных природой, от тех, что созданы человеком. Для первых характерны устойчивость относительно внешних воздействий, самообновляемость, возможность к самоусложнению, росту, развитию, согласованность всех составных частей. Для вторых резкое ухудшение функционирования даже при сравнительно небольшом изменении внешних воздействий или ошибках в управлении.

В таблице 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. Свойства материалов

| 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 |

Расхождение в свойствах материалов природного и искусственного происхождения следует искать в явлениях самоорганизации, которые изучаются в рамках такой дисциплины как синергетика [1]. Синергетика - наука о процессах самоорганизации, стойкости и распада структур разной природы, которые формируются в системах, далеких от равновесия. Интегрирующая роль синергетики состоит в признании и использовании того факта, что вышперечисленные процессы сознаются общими как для живой, так и неживой природы. Общность заключается в том, что и биологическим, и химическим, и физическим, и другим неуравновешенным процессам присущи неравновесные фазовые переходы, которые отвечают особым точкам - точкам бифуркаций, по достижению которых спонтанно изменяются свойства среды за счет самоорганизации диссипативных структур.

Диссипативные структуры проявляют характерное свойство: в состояниях неустойчивости они могут оказаться чувствительными к малейшим случайным отклонениям в среде. Краткий момент неустойчивости, балансирования системы на острие выбора между будущими состояниями, когда судьба всей системы может зависеть от вторжения одной случайной флуктуации [2].

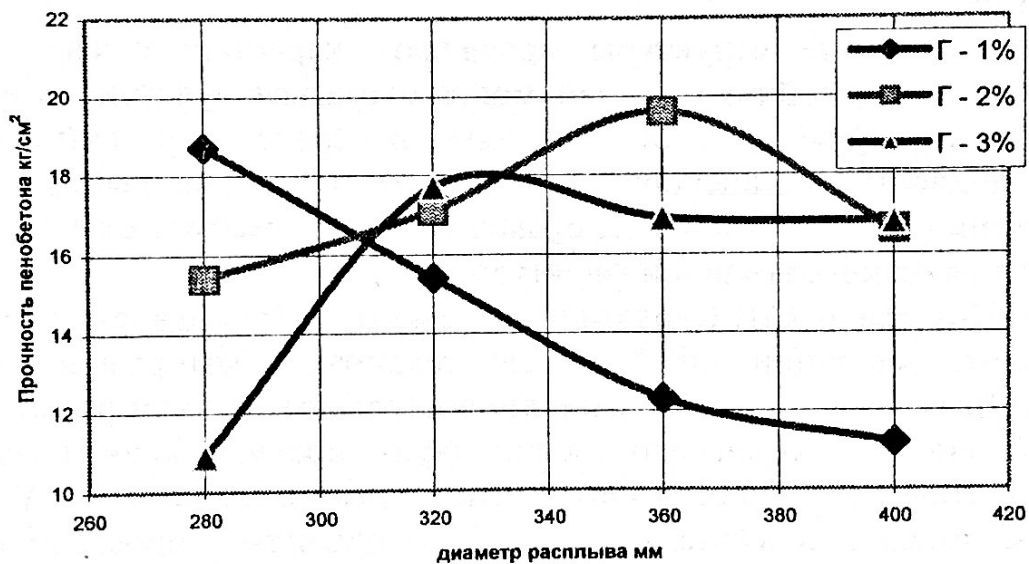
Е.Н.Князева и С.П.Курдюмов отмечают: «Природа выработала в результате эволюции определенные механизмы, которые в простых нелинейных моделях преднамеренно воссоздаются путем резонансных воздействий на открытую нелинейную среду. Надо правильно «укалывать» среду, т.е. производить малые воздействия на нее в нужное время и в нужном месте. Надо правильно пространственно распределять эти воздействия. Ибо важна не сила (величина, длительность, всеохватность и т.п.) управляющего воздействия, а его «архитектура», пространственная конфигурация, топология, в частности пространственная симметрия. Если воздействовать на среду конфигурационно согласованно с ее собственными структурами, то она будет разворачивать перед нами скрытые в ней разнообразные формы. Будет происходить самоорганизация, раскрытие сокровенного, реализация потенциального.» [3].

Другой особенностью диссипативных структур является наличие автоматических колебаний.

В работах А.Н.Бобрышева, В.И.Соломатова [4] 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 рисунке 1 приведены результаты эксперимента, в котором изучалось влияние времени, отведенного на организацию начальных структур, а также реологических условий на изменение структуры и прочности пенобетона. Время регулировалось сроками схватывания цементного теста, за счет различного количества полуводного гипса (замедлитель схватывания), который вводили при помоле цементного клинкера. Реологические условия изменяли расходом воды, который контролировали по диаметру расплыва раствора по вискозиметру Суттарда.

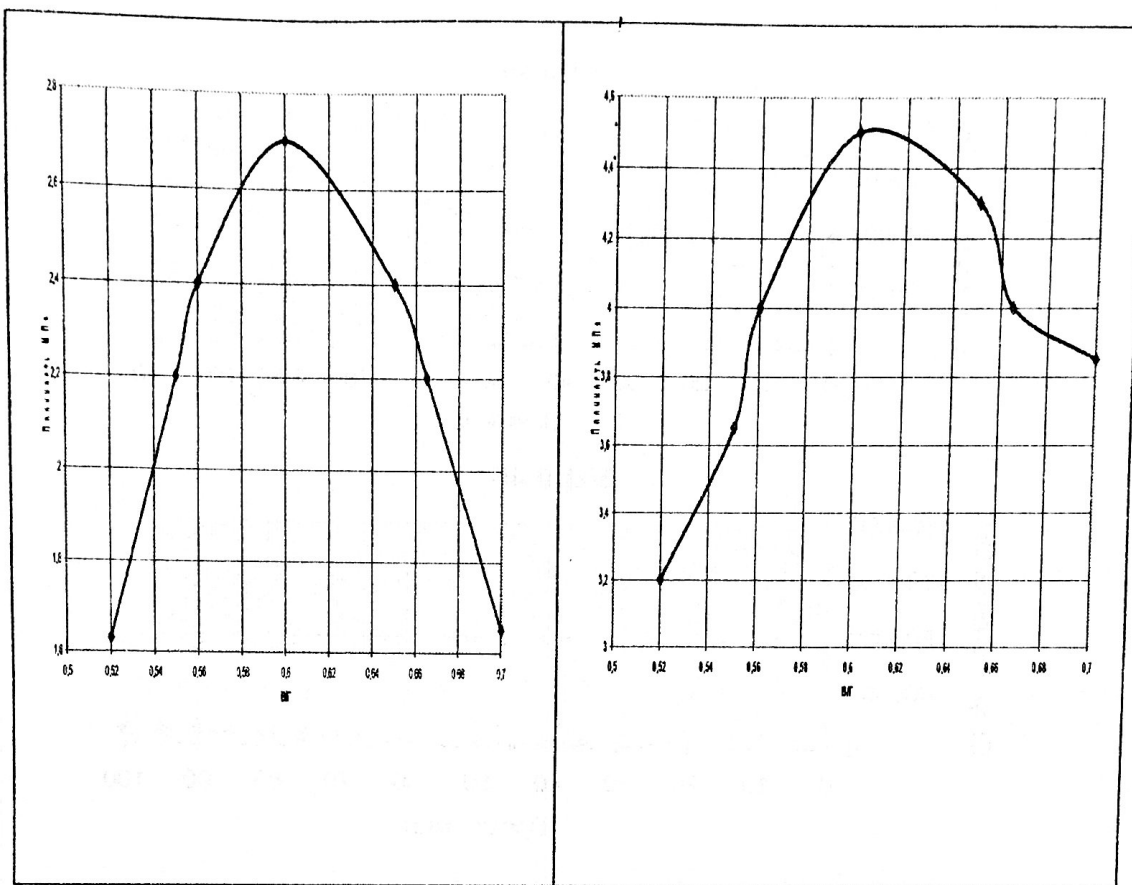


Р

ис.1 Влияние реологических условий и сроков схватывания цементного теста на прочность пенобетона

Эксперимент показал, что содержание гипса в цементе, как регулятора скорости схватывания, оказывает существенное влияние на прочность пенобетона и изменяет характер зависимости. При содержании гипса 2 и 3% при увеличении диаметра расплыва раствора прочность пенобетона возрастает. В то же время, при содержании гипса 1% при увеличении количества воды прочность пенобетона снижается.

Аналогичные результаты получены также при изучении влияния водогипсового отношения на изменение предела прочности на растяжение при изгибе и сжатии лозолита на гипсовом связующем (рис.2) [5].



а)

б)

Рис.2 Влияние водогипсового отношения на предел прочност при изгибе (а) и сжатии (б)

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о том, что только изменением начальных реологических условий структурообразования искусственных строительных композитов возможно в достаточно широких пределах изменять их свойства.

Другой путь управления свойствами композиционных строительных материалов основан на способности диссипативных структур, переорганизовываться при энергетических воздействиях в точках бифуркаций. Измерение электросопротивления, затвердевающих пенобетонных смесей показало наличие автоколебаний с характерными точкам перегиба, которые могут рассматриваться как бифуркации (рис 3).

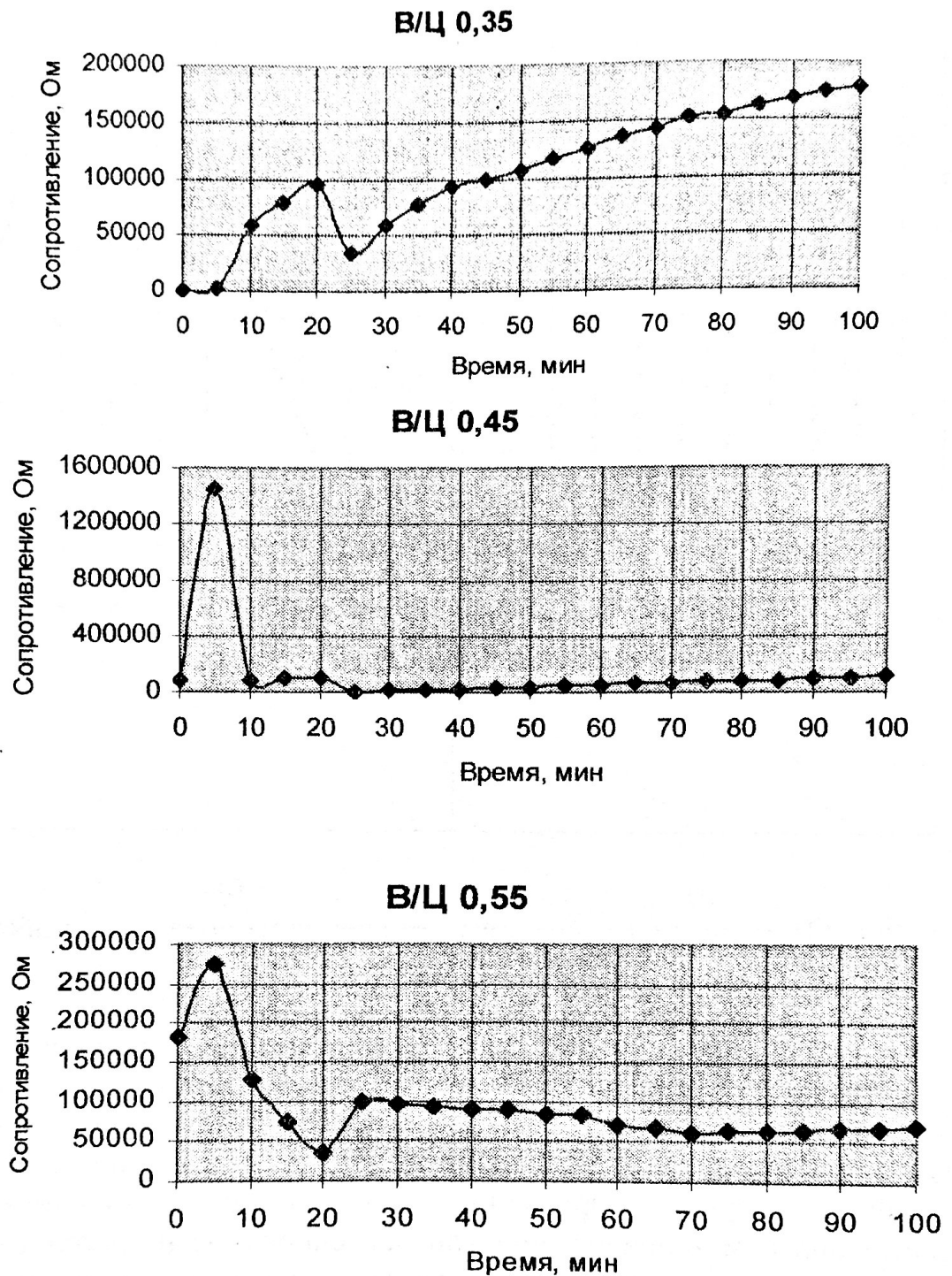


Рис.3. Изменение электрического сопротивления пенобетонной смеси

На примере пенобетона выявлено влияние воздействия механической энергии, прилагаемой в начальные сроки твердения пенобетона (в течение 120 минут с момента приготовления пенобетонной смеси) на изменение предела прочности при сжатии. В качестве механической

энергии была выбрана звуковая энергия, отличающаяся частотой и амплитудой колебаний. Для этого образцы из пенобетона в изолированных формах из полиуретана помещались в акустическую камеру с воздействием на затвердевающую пенобетонную смесь музыки различного стиля. Результаты 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.

Таким образом, проведенный анализ, а также результаты исследований свидетельствуют о значительном влиянии явлений самоорганизации на свойства строительных композиционных материалов, а также о возможностях управления этими процессами с целью повышения их строительно-эксплуатационных свойств материалов.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 312 с.
2. Николас Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979. 512 с.
3. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994. 236 с.
4. А. Н. Бобрышев, Н.И. Макридин, В.И. Соломатов. Явление самоорганизации в твердеющих цементных системах. Методический материал в помощь лектору. Пенза. 1989. С. 35.
5. В.В.Стоянов. Лозолитовые материалы и конструкции. Одесса, «Город мастеров», 2001. С.133.