

6. Власов В.К. Закономерности оптимизации состава бетона с дисперсными минеральными добавками. // Бетон и железобетон. -1993. - №4. -С.10-12.

7. Гусенков С.А., Удачкин В.И., Галкин С.Д. и др. Теплоизоляционные и стеновые изделия из безавтоклавного пенобетона. // Строительные материалы. - 1999. - № 4. - С. 10-11.

8. Красный И.М. О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителей. // Бетон и железобетон. -1987. -№5. - С.10-11.

9. Феклистов В.Н. К оценке формирования пенобетонной структуры различной плотности. // Строительные материалы. – 2002.- №10.- С.16.

10. Сидоренко Ю.В. Строительно-технологическая производственная система как объект моделирования. // Фундаментальные исследования. - М.: Академия естествознания. - 2006. - № 4. – С. 35-37.

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Новые технологии, инновации, изобретения», 15-20 июля 2006 г.

МЕХАНИЗМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ “ЛЕГКОЙ” ПЕНОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Сидоренко Ю.В.

Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара

Индукционный период играет наиболее важную роль в процессе создания “легкой” пенобетонной структуры, поскольку именно в этот промежуток времени может происходить расслоение смеси (как на локальном уровне, то есть на перемычках, так и на макроуровне – во всем объеме), находящейся в форме, по причине оттока свободной воды по капиллярно-пористой системе. Индукционный период можно условно разделить на 2 этапа: этап, когда гидратация цемента в перемычках еще не проявляется (период схватывания); период твердения, когда происходит интенсивный набор прочности системы.

Механизм потери устойчивости легкой пенобетонной смеси можно объяснить на основе модели бронирования, предложенной А.П. Меркиным [1], а также наших данных [2 и др.]. Пена (газожидкостная фаза) является упругим каркасом, на котором концентрируются твердые мелкодисперсные частица наполнителя. Их малое количество не достаточно для полного покрытия газового пузырька, поэтому вероятность пробоя его пленки возрастает. С другой стороны, избыточное количество таких частиц заставляет их концентрироваться в кластер с равновесным диаметром. Частицы, не присоединившиеся к кластеру, будут выполнять роль своеобразного ультратонкого наполнителя в системе. Так как, согласно [1], плотность кластера изменяется как: $a /$

γ_k^n , межчастичные пленки будут толще, а их устойчивость удерживания более крупными частицами будет ниже. Таким образом, это приводит к расслоению цементной перегородки и возникновению стока свободной жидкости. Так, по данным В.Н. Феклистова [3], при $V_T / \Sigma V_{ж} < 0,5$, то возникают проблемы неустойчивости системы.

Работы [4 - 6 и др.] по потере устойчивости пенной структуры показывают, что главная причина этого явления заключается в синергизме свободной жидкости (под действием массовых сил). В частности, в [5] рассмотрены частные случаи подобных систем (в основном для вертикального столба пены) и получены математические зависимости по синергизму. Однако реальная пенобетонная структура существенно отличается от классической пенной и, прежде всего - наличием твердой фазы, которая существенно меняет картину и замедляет синергизм по каналу Плато. Как отмечалось ранее, в процессе создания пенобетонной смеси формируется комбинированные газотвердожидкостные кластеры и несущая фаза (свободная жидкость и твердые частицы). В начальный момент времени (после прекращения действия инерционных сил) система будет находиться в равновесии. Синергизм жидкости по каналам отсутствует, так как в капиллярно-пористой системе должна быть создана критическая концентрация кластеров жидкой фазы, чтобы произошло образование бесконечного кластера. Как после образования таких кластеров начинается синергизм. Дальнейшее развитие процесса будет зависеть от ряда факторов, в частности: от интенсивности расслоения перемычек; от способности твердой фазы в каналах Плато кольматировать капилляры и замедлять процесс. При создании условия $F_1 > \Sigma F_c^*$, в системе происходит отрыв частицы от газотвердого кластера и освобождение некоторого объема связанной жидкости, которая перейдет в свободный объем жидкости. Этот процесс будет ослаблять минерализованная часть газового пузырька. Нельзя исключить и обратный процесс дополнительного бронирования пузырька. Но, очевидно, в случае потери устойчивости уменьшение прочности минерализованной оболочки нарушит условие равновесия, что и приведет к разрушению пенобетонной структуры сверху вниз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркин А.П. Научные и практические основы улучшения структуры и свойств поризованных бетонов: Дисс.....докт. техн. наук. – М., 1971. – 270 с.
2. Сидоренко Ю.В. О подходах к задаче математического моделирования процессов структурообразования пенобетонов. // Моделирование. Теория, методы и средства: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции.- Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ (НПИ), 2005. – Ч.1.- С.33-39.

3. Феклистов В.Н. К оценке формирования пенобетонной структуры различной плотности. // Строительные материалы. – 2002. - №10. - С.16.

4. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. М.: Химия, 1983.

5. Кротов В.В. Обобщенные уравнения синерезиса. // Коллоидный журнал.- 1984.- т. 4 – с. 14.

6. Хисматуллин Д.Б. Математическое моделирование резонансных явлений в динамике пузырьковых жидкостей: Автореферат дисс..... канд. физ.-мат. наук: 05.13.16. -Уфа, 1998. - 23 с.

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Новые технологии, инновации, изобретения», 15-20 июля 2006 г.

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ “ЛЕГКОЙ” ПЕНОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Сидоренко Ю.В., Коренькова С.Ф.,
Стрелкин Е.В.

*Самарский государственный архитектурно-
строительный университет, Самара*

Процесс формирования капиллярно-пористой системы при смешивании компонентов “легкой” пенобетонной смеси является нестационарным и связан с явлениями перераспределения фаз, их агрегацией, дроблением, межфазным взаимодействием. Отдельные фазы имеют сильно развитую поверхность. Поступление воздуха в систему при смешивании компонентов чаще всего осуществляется за счет барботажа смеси перемешивающим устройством (лопастной мешалкой) и вдуванием пенной струи в смеситель. В первом случае вовлечение воздуха происходит за счет вихрей, образующихся в процессе перемешивания. В результате падения давления к центру вихря и замыкания его на свободных поверхностях происходит подсос воздушной массы и вовлечение ее в толщу среды. Вторым фактором являются кавитационные процессы, происходящие на лопастях при больших угловых скоростях движения мешалки; происходит дробление воздушных объемов на более мелкие. К основным факторам процесса смешения компонентов можно отнести: пространственную неоднородность полей скоростей и концентраций всех фаз; неоднородность твердой фазы по скорости осаждения и смачиваемости; интенсивные переходы твердых частиц из состояния “в потоке” в состояние “на пузырьки” и назад; интенсивный обмен между газовой и жидкой фазами (межфазное трение); стесненность гидродинамических процессов и, прежде всего, по газовой фазе (в условиях высокой кратности пены).

В процессе формирования пенобетонной структуры можно выделить несколько видов агрегации:

- агрегат образуется из частиц твердой фазы, если кинетической энергии достаточно, чтобы частицы преодолели энергетический барьер и перешли в область дальней или ближней потенциальной ямы. Следует отметить, что эффективность агрегации будет зависеть не только от вероятностного фактора столкновения, но и от состояния поверхности (наличие адсорбционных слоев ПАВ, степень гидратации частиц цемента и т.д.). В дальнейшем (поскольку размеры частиц фаз чрезвычайно малы) непосредственным взаимодействием между частицами твердой фазы можно пренебречь;

- агрегат образуется из пузырька газовой фазы и твердой частицы, то есть происходит минерализация газового пузырька. В зависимости от состояния поверхности пузыря возможны: отскок частицы от поверхности; прилипание частицы к поверхности, что означает образование единой газотвердой фазы; пробой частицей пузырька и дробление последнего на еще более мелкие объемы. Считаем, что присоединение твердых частиц к пузырьку образует газотвердый кластер и последующие частицы уже прилипают не к соседнему газовому пузырьку, а к окружающим его частицам. При этом под “пробоем” такого кластера понимаем возникновение напряжений, превышающих критические, или возникновение критических деформаций в формирующейся перемычке;

- агрегат образуется из двух газовых фаз за счет: объединения двух пузырьков при потере устойчивости цементной перемычки; диффузии газовой фазы при ее перетекании из одного объема в другой.

Частицы твердой фазы и газовых пузырьков можно разделить на классы. Каждый класс твердых частиц характеризуется диаметром, плотностью, вероятностью закрепления частицы на пузыре. Аналогично для газовых пузырьков – диаметр пузыря, его плотность, вероятность отрыва (отлипания) частицы от поверхности пузыря. Совокупность классов позволяют построить гистограмму распределения фаз. Каждое сочетание классов частиц и пузырьков позволяет определить интенсивность переходов и удельные потоки. Очевидно, что в таком массообмене основную роль будут играть частицы с более развитой поверхностью (диаметр менее 10 мкм), в этом случае основным механизмом минерализации (коагуляции) частицы на пузырьке будет не инерционный, а безинерционный. Анализ работ, рассматривающих роль наполнителей в многофазных системах, подтверждает данную гипотезу. Частицы такого класса связывают большое количество жидкой фазы. По мере формирования газотвердого минерализованного кластера создается его равновесный диаметр. Частицы, находя-