

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 синергизма. // 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-

щиеся на его периферии, будут притягиваться друг к другу и участвуют в создании кластера или уносятся в поток свободной жидкости. Частицы, не вошедшие в кластер, связывают малое количество воды. Увеличение доли сверхтонкой твердой фазы приводит к резкому возрастанию вязкости. Поэтому на предшествующих смешиванию компонентов пенобетонной смеси переделах возрастают технологические трудности, и для повышения “объемной” текучести смеси необходимо либо применение пластификаторов (которые, однако, могут отрицательно сказываться на гидратации цемента – замедлять ее), либо введение избыточной жидкой фазы.

Работа выполнена в рамках тематического плана, финансируемого Федеральным агентством по образованию РФ в 2006 г., тема НИИР: “Теоретические основы формирования пористой структуры в наполненных ячеистых бетонах”.

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

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ “ЛЕГКИХ”
ПЕНОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
(ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ
УСТОЙЧИВОСТИ
“ЛЕГКОЙ” ПЕНОБЕТОННОЙ СМЕСИ В
ИНДУКЦИОННОМ ПЕРИОДЕ)**

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

*Самарский государственный архитектурно-
строительный университет, Самара*

В настоящее время в строительстве большое внимание уделяется созданию и применению эффективных утеплителей, что связано с повышением требований к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций зданий, установленных СНиП II-3-79^{**}. К числу наиболее перспективных утеплителей относится, в частности, неавтоклавный теплоизоляционный пенобетон, отличающийся эксплуатационной совместимостью с конструкционными материалами, относительно простой технологией производства и распространенностью применяемого (чаще всего – местного) сырья, экологической и пожарной безопасностью, долговечностью и т.д. Его применение особенно востребовано в малоэтажном и сельском строительстве (коттеджи, “теплые” гаражи), для устройства межкомнатных перегородок, наружных стен с использованием керамического кирпича, сайдинга и кругляка (брёвна), чердачных перекрытий и т.п.

Однако часто производимый “легкий” пенобетон (марок D400 и ниже) характеризуется низким уровнем стабильности основных характе-

ристик. Водная составляющая (в цементном тесте и в пене) существенно влияет на формирование структуры пенобетона низкой плотности уже на стадии заливки пенобетонной смеси в форму (индукционный период). Именно для “легких” смесей актуальны вопросы неустойчивости, потери устойчивости при укладке их в формы, расслоение фаз. Очевидно, что совершенствованием одного технологического процесса не решить проблему стабильности параметров качества пенобетона. В частности, в научных разработках специалистов все еще остаются открытыми вопросы, затрагивающие теоретическое обоснование механизма потери устойчивости “легких” пенобетонных смесей с учетом гидродинамических факторов. Трудность решения подобной задачи связана с многофазностью рассматриваемой пенобетонной системы, высокой степенью неустойчивости пенной структуры, полидисперсностью твердой и газовой фаз, коллективными явлениями, происходящими в системе, ее стохастичностью и другими факторами. Таким образом, разработка предложений для решения проблемы неустойчивости “легкой” пенобетонной смеси, а, следовательно, и мероприятий по оптимизации неавтоклавной технологии производства теплоизоляционного пенобетона приобретают в настоящее время особую важность и актуальность.

Работы [1-14 и др.] по потере устойчивости пенной структуры показывают, что главная причина этого явления заключается в синергизме свободной жидкости, происходящем под действием массовых сил. В частности, в [3, 4] 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 каналам Плато.

Потерю устойчивости легкого пенобетона можно рассматривать как на микроуровне (т.е. отдельной межпоровой перемычке), так и на макроуровне (по отношению к выделенному единичному объему). Решение второй задачи позволило бы, на наш взгляд, определить количественную теоретическую скорость расслоения пенобетонной смеси и выявить влияние на нее различных факторов.

Ценность постановки задачи моделирования устойчивости “легкой” пенобетонной смеси связана с получением модели, которая призвана помочь в прогнозировании поведения пенобетонной системы во время индукционного периода и уточнить технологические рекомендации по ее производству. Следует отметить, что к эффективным методам моделирования многофазных систем является применение механики взаимопроникающих континуумов.