

# 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, г. 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 пузырька 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 пузырьке. Аналогично для газовых пузырьков – диаметр пузыря, его плотность, вероятность отрыва (отлипания) частицы от поверхности пузырька. 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, находящиеся 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 НИР: “Теоретические основы формирования пористой структуры в наполненных ячеистых бетонах”.

