

*Технические науки***О МОДЕЛИРОВАНИИ КОНТАКТНО-КОНДЕНСАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА МЕЗОУРОВНЕ НЕСТАБИЛЬНОЙ СИЛИКАТНОЙ СИСТЕМЫ**

Сидоренко Ю.В.

Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара

Формирование композиционных материалов с регулируемой структурой и, в частности, силикатных материалов, изготовленных по безавтоклавной (контактно-конденсационной) технологии, является актуальной задачей современного строительного материаловедения. Научно-исследовательские работы по контактно-конденсационному твердению силикатных материалов указывают на целесообразность развития данной технологии [1, 2 и др.]. Однако сложность практической реализации, связанная с процессами, происходящими в области высокодисперсных фаз, требует проведения детальных исследований в вопросах подготовки “капсул” с нестабильными гидросиликатами кальция, поддержания их нестабильных свойств на технологических переделах до окончательного формирования прочного водостойкого сырца изделия. Несмотря на имеющийся научный материал, недостаточно изучены физико-химические процессы в деформируемой нестабильной системе. Данная работа ставит задачей разработку модели образования силовой связи между структурными элементами в нестабильной системе гидросиликатного типа, что позволит:

получить теоретическое обоснование выбранных технологических параметров в процессе прессования рассматриваемой системы;

выявить закономерности и пути оптимизации формирования структуры материала известково-кремнеземистого типа.

Формирование необратимого контакта в сырце силикатного изделия по контактно-конденсационной технологии ранее было представлено, как процесс перераспределения нестабильной фазы по объему деформируемой системы [2]. Ключевыми элементами рассматриваемого процесса являются “капсулы” с нестабильным вяжущим, которые формируются на стадии смешивания нестабильной известково-кремнеземистой смеси с кварцевым наполнителем, и перед деформацией располагаются в объемных областях системы. Классификация межчастичных областей (“горл”) между структурными элементами (СЭ) позволила выявить подмножество размеров “горл”, при прохождении через которое образуется необратимый силовой контакт. На уровне макромодели силовой необратимый каркас рассматривается с точки зрения синергетики как процесс образования бесконечного кластера из силовых звеньев конденсационного

типа. Конкурирующим процессом является поточное распределение вяжущего из узлов - истоков по сетке Бете. Ранее была предложена математическая модель описания деформируемой системы на макроуровне с привлечением уравнений гидродинамики, как к многофазному континууму [2]. Предварительный анализ указывает на возникновение гидродинамической неустойчивости в межчастичной зоне, что связано с различной скоростью возникновения конденсационной фазы в критическом сечении между СЭ. Здесь просматривается аналогия с устойчивостью тонких пленок по моделям В.Г. Бабака и др. В некотором диапазоне перепадов давлений возможно существование разных расходов вяжущей фазы. Критический случай в виде нулевого расхода соответствует запертию “горла” и возникновению конденсационного мостика между СЭ. Механизм формирования контактно-конденсационной перемычки можно рассматривать на:

- начальном периоде, отличающемся случайностью и многообразием факторов, влияющих на зарождение перемычки;

- квазистационарном периоде, связанном с продвижением фронта перколяции по длине “горла”;

- заключительном периоде, связанном с уменьшением расхода несущей фазы в связи с ростом гидравлического сопротивления.

Новизна предлагаемых решений заключается в том, что зона формирования контакта рассматривается по длине, как многослойная система с различными реологическими характеристиками. Данные математической модели позволят обосновать методику выбора технологических параметров (время прессования, величина и динамика набора прочности сырца силикатного изделия) в инженерном проектировании безавтоклавных силикатных материалов, в частности, возможность определить скорость перемещения подвижного фронта перколяции, оценить ширину контактирующей зоны между СЭ.

В рамках гранта, финансируемого Министерством образования и науки Самарской области в 2006 г., наименование НИР: “Моделирование механизма твердения нестабильного силикатного вяжущего на мезоуровне системы” (раздел - 364Т3.13 П).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунов С.Е. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения. // Киев: Вища школа, 1991.

2. Сидоренко Ю.В. Моделирование процессов контактно-конденсационного твердения низкоосновных гидросиликатов кальция: Дисс. ... канд. техн. наук. - Самара, 2003. - 217 с.

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

**О МЕХАНИЗМЕ ТВЕРДЕНИЯ
НЕСТАБИЛЬНОГО СИЛИКАТНОГО
ВЯЖУЩЕГО НА МЕЗОУРОВНЕ СИСТЕМЫ
(МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОНЫ СЖИМАЕМОГО
ОСАДКА)**

Сидоренко Ю.В.

*Самарский государственный архитектурно-
строительный университет, Самара*

Вопросы механики многокомпонентных систем рассматривались в трудах Ф.И. Франкля, Н.А. Слѣзкина, Х.А. Рахматулина, Р.И. Нигматулина и др. исследователей. Так, в основе механики многоскоростных континуумов, по данным Х.А. Рахматулина [1], для твёрдых и жидких фаз находится переход от дискретных пространств к их непрерывным взаимопроникающим аналогам – континуумам, причём гидродинамические параметры статистически усредняются по объѐму.

Для постановки задачи моделирования зоны сжимаемого осадка [2] вводим ряд упрощений и допущений:

- полагаем, что рассматриваемая область находится в достаточном удалении от порога перколяции и влияние тепловых факторов на неё незначительно; поэтому режим принимаем изотермическим и ламинарным;
- рассматриваем двухфазную среду, пренебрегая газовой составляющей и твёрдыми остаточными фазами;
- не учитываем гравитационную составляющую в уравнениях импульсов;
- пренебрегаем поверхностными микроэффектами, считая размеры агрегатов больше 1 мкм;

$$\begin{aligned} r_1 &= r_i^0 \cdot j_i, & r_{см} &= \sum j_i \cdot r_i^0, & \sum j_i &= 1, & (i = 1, 2) \\ j_2 &= \int_0^R f(r) \cdot r \cdot dr, & r_2 &= \int_0^R r_2^0 \cdot f(r) \cdot r dr, \end{aligned} \quad (1),$$

где ρ_i^0 – истинная плотность i -й фазы; j_i – объѐмное содержание i -й фазы; j – твёрдой фазы, $(1-j)$ – жидкой среды.

Уравнения сохранения масс

Для жидкой фазы:

$$\frac{\partial(1-j)}{\partial t} + \text{div}((1-j) \cdot V_1) = 0, \quad (2)$$

Для твёрдой фазы уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial j}{\partial t} + \text{div}(j \cdot V_2) = 0. \quad (3)$$

Уравнения импульсов.

Для жидкой несущей фазы:

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + V_1 \nabla \right) \cdot r_1^0 \cdot (1-j) \cdot V_1 = -\nabla((1-j) \cdot P_1) + m \text{div}(1-j) \nabla V_1 + F_{21}, \quad (4)$$

- пренебрегаем вторичным гидратообразованием в вяжущем, так как, например, по данным [3], их количество незначительно и они слабо влияют на прочность сырца;

- частицы твёрдой фазы рассматриваем сферическими, несжимаемыми;

- принимаем стационарный режим, считая, что фильтровальная перегородка возникает внезапно при $t=0$;

- перколяционный переход осуществляется в бесконечно-тонком слое при концентрации твёрдой нестабильной фазы $\varphi = \varphi_r^*$;

- предполагаем, что движение агрегатов в рассматриваемой области происходит без процессов агрегации и дробления.

Основы теории коагуляции были заложены М. Смолуховским; В.Г. Левич решал подобную задачу с учётом турбулентных пульсаций, М.Я. Фукс - с учётом преодоления энергетического барьера. А.Н. Крайко и А.А. Шрайбер рассматривали проблему коагуляции с учётом перехода энергии частицам или несущей фазы, В.В. Кафаров с сотрудниками - с учётом вторичного зародышеобразования, истирания кристаллов и их роста. Вероятностное агрегирование на уровне двух частиц рассматривалось Н.Б. Урьевым [4, 5]. В практической плоскости разработанный механизм агрегации реализован только для процесса осаждения частиц. Б.М. Долгонос [6, 7] считает, что в сдвиговых потоках размер агрегата (частицы) поддерживается равновесным.

Рассмотрим элементарный объѐм в рассматриваемой области и применим к нему осреднённые уравнения механики взаимопроникающих скоростных континуумов с учётом вышеприведённых допущений.

Для каждой из фаз: