

а структурным, топологическим. Ему соответствует скачок вязкости / модуля упругости, теплопроводности в связи с переходом от дискретной совокупности к связанной. Таким образом, рассматривается процесс создания контактно-конденсационной перемычки как уплотняющееся движение многофазной среды по длинному сужающемуся каналу.

Объёмная область и область входа в капилляр характерны явлениями разупрочнения как на межагрегатном, так и внутриагрегатном уровнях, что связано с поступлением свободной воды в область из мелких капилляров при их деформации. Поступающая свободная жидкость оказывает различное действие на агрегат:

на первоначальном этапе возникает химический градиент давления между дисперсионной средой внутри кластерных частиц и внешней средой, что приводит к оттоку жидкости из кластера и сближению его частиц;

позднее кластер будет пронизываться свободной жидкостью, что приведёт к возникновению гидродинамической составляющей, стремящейся раздвинуть частицы кластера.

Знак суммарной расклинивающей компоненты для области дальней энергетической ямы будет определяться тремя составляющими - молекулярной, ионно-электростатической и гидродинамической.

Гетерогенный поток, проходя ряд последовательных зон, под действием силовых деформаций претерпевает существенные реологические изменения, которые имеют как эволюционирующий, так и пороговый характер. Поэтому оправдано применение подхода, когда процесс расчленяется на элементарные области и моделируется каждая из них в отдельности со стыковкой граничных условий по каждой из зон.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Духин С.С., Рулев Н.Н., Димитров Д.С. Коагуляция и динамика тонких пленок.- Киев: Наук. думка, 1986. - 229 с.
2. Старов В.М., Голубев В.В. Формирование динамической мембраны в условиях тангенциального потока // Коллоидный журнал.- 1995.- Т.57, №6. - С.857-861.
3. Дьяконов Г.С. Физико-химические основы применения жидких мембран в процессах разделения веществ: Дис. ... д-ра хим. наук: - Казань, 1994. - 399 с.
4. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 292 с.

5. Хванг С.Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения.- М.: Химия, 1981.- 463 с.

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

7. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин. – М.: Машиностроение, 1976. - 304 с.

8. Федоткин И.М. Интенсификация технологических процессов. – Киев: Вища школа, 1979. - 342 с.

9. Федоткин И.М., Воробьев Е.И., Вьюн В.И. Гидродинамическая теория фильтрования суспензий. – Киев: Вища школа, 1986. - 166 с.

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

О МЕТОДАХ, УЛУЧШАЮЩИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И СТРУКТУРУ «ЛЕГКИХ» ПЕНОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Сидоренко Ю.В., Стрелкин Е.В.

Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара

Как было отмечено ранее [1-4], в индукционном периоде подготовки «легкой» пенобетонной смеси она представляет собой 3-х фазную гетерогенную систему взаимодействующих континуумов – газового, жидкого и твердого. При плотности менее 500 кг/м³ в процессе подготовки смеси система может терять устойчивость, т.е. расслаиваться на отдельные фазы. Причина заключается в наличии свободной жидкости (воды), которая выполняет важную роль в технологическом процессе. Под действием гравитационного синерезиса [5] свободная вода стекает по стохастической системе капилляров. Чем больше стеkanie, тем система быстрее расслаивается.

В процессе движения свободной воды перемычки между газовыми порами теряют прочность, и происходит объединение пузырей, как на принципах коалесценции, так и ковалуции. Имеющиеся мелкие твердые частицы не в состоянии связать всю жидкую фазу, т.к. количество пустот между ними будет ограничено. При уходе воды из перемычки за счет явлений экстракции микрокластеры начнут уплотняться и ослаблять воздушные поры.

В технологии легких пенобетонов предложено немало методов стабилизации структуры – применение пластификаторов, введение армирующих элементов, предварительная гидратация цемента; наиболее эффективным и простым способом является применение микронаполнителей и уменьшение дисперсности твердой фазы, что приводит к повышению упруго-вязких свойств межпоровой перегородки [6, 7, 8 и др.].

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

Наш анализ влияния гидродинамических факторов на процесс устойчивости смеси (в индукционном периоде) указывает на малое количество работ в этой области. Трудность моделирования 3-х фазных систем связана с оценкой межфазных взаимодействий по границам фаз. Учитывая это, мы предлагаем рассматривать 2-х фазную модель, состоящую из твердожидкостной несущей фазы и газотвердожидкостной фазы. Действительно, при формировании структуры легкого пенобетона газовая фаза является тем каркасом, на котором концентрируется твердая фаза (явление “бронирования”). Твердая фаза, кроме того, удерживается в области газовой поры связанной водой. Так образуется комбинированный кластер из газовой поры (пузыря), твердых частиц и связанной воды. Подобные кластеры и образуют пористую систему, по каналам Плато которой и будет стекать свободная жидкость на поддон формы.

Присоединение твердых частиц к кластеру будет определяться балансом Ван-дер-ваальсовой, электростатической, расклинивающей составляющими межчастичного взаимодействия, кинетической энергией присоединенной частицы. При значительной кинетической энергии частица может разрушить кластер или под действием свободной воды покинуть его зону. Частицы, не вошедшие в такие кластеры, будут утолщать переемычку, т.е. тем самым способствовать увеличению плотности пенобетона или кольматировать поры. Кстати, правомерность перехода к двухфазной системе находит подтверждение, например, в работах В.Н. Феклистова [9] по оценке формирования пенобетонной структуры различной плотности.

Предложенная схема позволяет применить традиционный подход к разрушению пены – движение фронтов по жидкой и газовой фазам, и сформировать математическую модель процесса для изотермических условий.

Как известно, для повышения устойчивости сложной системы требуется комплекс управляющих воздействий [10]. Отметим, что процессы, происходящие в подобных системах, теоретически изучаются на локальном уровне, по отношению к отдельному капилляру, пленке, пузырю и т.п. Между тем, необходимо рассматривать такую систему как целостную структуру и формировать ее устойчивость, исходя из принципов синергетики. Применение синергетического подхода к пеноминеральным системам (“легкого”

пенобетона, в частности) практически не освещалось в технической литературе.

По нашему мнению, синерзис жидкости – это синергетический процесс, связанный с ее переходом через систему разветвляющихся каналов. При нарушении гидростатического равновесия в отдельном канале он становится заполненной жидкостью, и своей гравитационной составляющей приводит к заполнению и соседний канал. Постепенно формируется бесконечный кластер, и при его окончательном заполнении свободная вода начинает стекать на дно формы. Очевидно, на время заполнения бесконечного кластера влияет высота столба пены – чем он больше, тем раньше наступает потеря устойчивости. Таким образом, начало стока жидкости – это точка перколяции, спонтанный процесс. С увеличением времени мощность перколяционного кластера становится больше, то есть образуются новые параллельные линии стока, и процесс синерзиса ускоряется. Истечение свободной жидкости по бесконечному кластеру приводит к утонению переемычек и образованию фронта разрушения газовых пузырей. Практически необходимо стремиться к тому, чтобы величина h_c была больше по времени (т.е. столб пены устойчив). Свойства пен и их характеристики необходимо вводить, как технологические параметры, в инженерные расчеты производства “легких” пенобетонных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. 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.
2. Сидоренко Ю.В., Стрелкин Е.В. К вопросу о теоретических основах структурообразования пенобетонов с учетом влияния гидродинамических и поверхностных процессов. // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Науковий потенціал світу-2005”. Том 10.- Дніпропетровськ: Наука і освіта. – Україна. – 2005.- С. 21 – 26.
3. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Возможности моделирования поризованных систем // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: Материалы 62-й Всероссийской научно - технической конференции. Самара. 2005. Ч.1. С. 269 - 270.
4. Коренькова С.Ф., Сидоренко Ю.В. Моделирование процессов структурообразования пенобетонов // Успехи современного естествознания.- М.: Академия естествознания. -2005. -№ 5.- С. 51 – 52.
5. Канн К.Б. Капиллярная гидродинамика пен. - Новосибирск: Наука, 1989.

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 синергизе 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 синергизису. Однако реальная пенобетонная структура существенно отличается от классической пенной и, прежде всего - наличием твердой фазы, которая существенно меняет картину и замедляет синергизис 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. Синергизис 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 синергизис. 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 $F_1 > \Sigma F_c^k$, 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.