

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ UNIX-ПОДОБНЫХ СИСТЕМ И МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ. АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

УДК 519.876:544.77.022:691.32

АНАЛИЗ СВЯЗНОСТИ ОБОЛОЧЕК В СЛУЧАЙНОМ РАЗМЕЩЕНИИ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

Дивинец А.А.

*Брестский государственный технический университет, г. Брест
Научный руководитель: Разумейчик В. С., к.т.н.*

Рассмотрим систему сферических частиц, случайно размещенных в ограниченном пространстве с плотностью заполнения (упаковки) k . Возникает вопрос в определении «максимально допустимой» плотности заполнения: насколько плотной может быть такая упаковка частиц, в которой отсутствует бесконечный кластер связанных частиц?

Анализ связности отдельно взятой частицы с соседними заключается в исследовании ее ближайшей окрестности. Такую окрестность можно рассматривать как пронизываемую оболочку определенной толщины. Тогда две частицы будем считать связанными, если их оболочки перекрываются.

В целом, задача определения максимума упаковки решена лишь для моно- и бидисперсных систем. Для монодисперсных систем, имеющих регулярную решеточную структуру (слоеная решетчатая упаковка, гексагональная плотная упаковка и т.д.), получены аналитические решения. Выявлена плотнейшая упаковка – упаковка Кеплера, в которой сферы занимают 74% объема. Для случайного размещения частиц аналитические методы неприменимы, и только методами имитационного моделирования можно синтезировать действительно случайные структуры и эффективно исследовать их характеристики. Так, путем имитационного моделирования было выявлено, что в максимально случайном зажатом состоянии одинаковые сферы занимают 64% объема.

Открытыми все же остаются вопросы определения максимума упаковки для полидисперсных частиц и, что важнее, влияние толщины пронизываемой оболочки на максимально допустимую плотность заполнения объема частицами.

Подобные вопросы весьма актуальны в области вычислительного материаловедения. При прогнозировании прочности и долговечности бетона особое внимание уделяется изучению приконтактной зоны, возникающей в области контакта цементного камня с поверхностью заполнителя. Такая зона, называемая чаще транзитной зоной, рассматривается как отдельный компонент в макроструктуре бетона, поскольку обладает свойствами, сильно отличающимися от аналогичных свойств однородного цементного камня, в первую очередь, более высокой пористостью. Существующие на сегодняшний день предложения по назначению оптимального состава бетонной смеси, основанные главным образом на минимизации пустотности между зернами заполнителя, могут привести к нежелательной ситуации – «слишком плотной» упаковке частиц заполнителя и, как следствие, «слишком частом» пересечении неоднородных транзитных зон, особенно при высоких значениях их толщины. Это может привести к значительному ухудшению свойств материала, главным образом, к увеличению его проницаемости. Вот почему оптимизацию состава бетона необходимо осуществлять с учетом параметров транзитной зоны, и изменяемым в процессе гидратации их характером.

Задачу определения интегральных характеристик связности сферических частиц полидисперсной системы можно решать с позиции теории перколяции, которая как раз и

имеет дело с образованием связанных объектов (кластеров) в неупорядоченных средах. Кластер, соединяющий две противоположные стороны системы, является бесконечным (или перколяционным). Доля заполнения модельного объема сферами, при котором вероятность возникновения перколяционного кластера равна 0.5, называется порогом перколяции. Ниже порога перколяции процесс ограничен конечной областью среды (существуют только кластеры конечного размера) [1].

Моделирование предлагается осуществлять в несколько этапов:

- синтез случайной структуры полидисперсной системы с использованием внеячейной модели случайного размещения частиц без перекрытия [2];
- идентификация кластерной структуры – распределение сферических частиц по кластерам по факту определения связности между отдельными частицами;
- определение характеристик кластеров и выявление перколяционного кластера, если он существует.

На базе имитационного моделирования по результатам достаточно большого количества вычислительных экспериментов при различных значениях исходных параметров – гранулометрического состава, толщины оболочки, процента заполнения модельного куба сферическими частицами – можно определить характеристики связности частиц и выявить зависимость этих характеристик от каждого из перечисленных параметров. Поскольку главной интегральной характеристикой связности, с точки зрения перколяции, является вероятность возникновения перколяционного кластера, имитационное моделирование позволит не только определить искомое значение максимально допустимого коэффициента заполнения (для заданного гранулометрического состава и конкретного значения толщины оболочки), но и выявить зависимость порога перколяции от: гранулометрического состава дисперсной фазы при неизменном значении толщины оболочки; толщины оболочки при неизменном гранулометрическом составе дисперсной фазы.

Вывод: Анализ связности оболочек в случайном размещении сферических частиц по-прежнему остается актуальной задачей, решение которой позволит определить максимально допустимый коэффициент заполнения полидисперсной системы, а применительно к задаче оптимизации состава бетонной смеси – исследовать проницаемость по транзитным зонам с позиции их конфигурационной связности, зависящей от количества и гранулометрического состава заполнителя.

Список цитированных источников

1. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. – М.: Мир, 1991. – 262 с.
2. Разумейчик, В.С. Стохастическая структурно-фазовая модель гидратирующих цементных систем: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: 05.23.05. – Брест: БрГТУ, 2012. – 25 с.

УДК 621.382.037.37

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗНЫХ ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ

Лапич С.В.

Брестский государственный технический университет, г. Брест

Научный руководитель: Дереченник С.С., к.т.н., доцент

Современные тенденции к расширению областей применения приборов твердотельной электроники обуславливают необходимость их эксплуатации в более жестких условиях: химически агрессивные среды, повышенные рабочие температуры, постоянно