

- легко достигается уровневая дифференциация обучения;
- достигается оптимальный темп работы ученика, т.к. каждый ученик выполняет индивидуальное задание, работая в своем темпе;
- сокращается время при выработке технических навыков учащихся;
- увеличивается количество тренировочных заданий;
- отслеживаются ошибки, допущенные учеником;
- работа ученика оценивается сразу;
- учитель меньше тратит времени на проверку работ;
- обучение можно обеспечить материалами из удаленных баз данных, пользуясь средствами телекоммуникаций;
- при работе с компьютером присутствует элемент игры, так иногда недостающий на уроках, и у большинства детей повышается мотивация учебной деятельности.

УДК 51-74

А.Н. КАРПУЧИК, В.А. КОФАНОВ
Брест, БрГТУ

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА

Большинство строительных материалов можно отнести к группе пористых сред. Пористой средой называется среда, характеризующаяся наличием большого числа пустот, размер которых относительно мал по сравнению с размерами самой среды. Такие пустоты называются порами, остальная часть среды – скелетом. В частном случае поры могут быть заполнены либо только воздухом, либо только водой. В общем случае они заполнены и тем, и другим вместе. Поэтому пористый материал является многокомпонентной и многофазовой средой (рисунок 1).

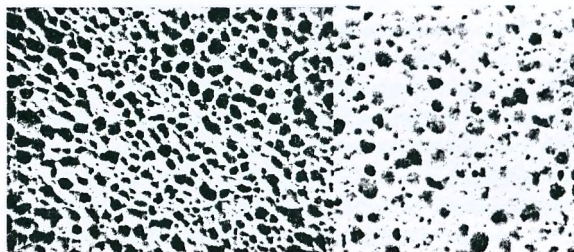


Рисунок 1 – Вид реальной капиллярно-пористой структуры

Если в пористой среде относительно крупные поры соединяются между собой мелкими порами (капиллярами), то такой материал называется капиллярно-пористым. Капиллярно-пористые материалы отличаются друг от друга своей внутренней структурой, которая характеризуется рядом геометрических параметров. К таким параметрам можно отнести пористость, удельную поверхность и условный радиус пор, распределение пор по радиусам и пр.

По форме поры и капилляры в строительных материалах разделяют на ровные трубчатые, шарообразные, бутылкообразные, клиновидные, щелевые и их комбинации.

Имея модель структуры капиллярно-пористого материала, можно виртуально проводить испытания и изучать процессы тепломассопереноса, протекающие в этом материале. Моделирование такой структуры является довольно сложной вычислительной задачей и требует использования особых алгоритмов вычисления.

В качестве модели капиллярно-пористой среды выберем структуру, представляющую собой трехмерный массив кубиков, соединенных между собой трубками (рисунок 2).

Построение структуры состоит из следующих шагов.

Вначале необходимо задать длину стороны куба L и количество разбиений n ($n \geq 2$), на которое будет разбита каждая сторона, образуя тем самым массив ячеек ($n \times n \times n$) с длиной стороны ячейки $a = L/n$. При этом необходимо контролировать величину a таким образом, чтобы объем ячейки $V_n = a^3$ не превышал максимально возможного объема одной поры.

По известному количеству ячеек n в каждом направлении создаем размерность массивов, в которых будем хранить информацию о размерах и объемах кубиков и трубочек.

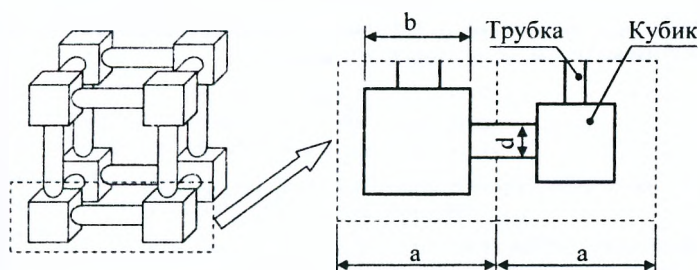


Рисунок 2 – Фрагмент модели структуры порового пространства капиллярно-пористого материала

Информация об отдельном взятом кубике представляет собой совокупность данных о месте положения кубика в пространстве, длине его стороны b и объеме V_b . Для этих целей подходит использование четырехмерного массива размером $(n \times n \times n \times 2)$ с нижней границей индекса, равной единице. В объявленном массиве первые три размерности будут совпадать с нумерацией (местом положения) кубика, а последняя размерность, состоящая из двух элементов, отведена для хранения длины стороны b и объема кубика V_b .

Информация об одной трубочке представляет собой совокупность данных о месте положения трубочки в пространстве, ее диаметре d и объеме V_d . Расположение всех трубочек в пространстве таково, что не позволяет «уложить» эту информацию в трехмерный массив. В связи с этим, опираясь на расположение трубочек, создадим 3 четырехмерных массива, каждый из которых будет хранить информацию о группе параллельно расположенных трубочек. Например, массив, содержащий информацию о вертикально расположенных трубочках, имеет размерность $(n \times n \times n - 1 \times 2)$, т.к. количество рядов таких трубочек в вертикальном направлении на единицу меньше, чем в других направлениях. Последняя размерность из двух элементов хранит информацию о диаметре трубочки d и ее объеме V_d .

Размер кубика b задаем случайным образом из диапазона от b_{min} до b_{max} по формуле $b = (b_{max} - b_{min}) \times \text{RND} + b_{min}$, где RND – функция, генерирующая равномерно распределенное псевдослучайное значение из диапазона от нуля до единицы. Диаметр трубочек d задается случайным образом из диапазона от нуля ($d_{min} = 0$) до минимального размера стороны соседних кубиков по формуле (для вертикальных трубочек) $d_{i,j,k} = (d_{max} - d_{min}) \times \text{ND} + d_{min}$, где $d_{max} = \min(d_{i,j,k}; d_{i,j,k+1})$.

Для того чтобы случайно созданная структура имела заданную пористость $\rho = V_{пор}/L^3$, необходимо контролировать границы диапазонов b_{min} , b_{max} , d_{min} и d_{max} . Например, для (i,j,k) -кубика нижняя граница размера b_{min} должна быть не меньше нуля, и одновременно пористость ячейки, образованная этим кубиком, не должна быть меньше

$$\rho_{i,j,k}^{\min} = \rho - \frac{\sum \rho_s}{n_{prev}} - \sum \rho_t^{\max},$$

где n_{prev} – количество ячеек с известным размером кубика

$$n_{prev} = (i - 1) \times n^2 + (j - 1) \times n + (k - 1);$$

ρ_s – пористость ячейки ($s = 1..n_{prev}$, $n_{prev} \geq 1$) с известным размером кубика;

ρ_t^{\max} – максимальная пористость ячейки ($t = n_{prev} + 2..n^3 - 1 - n_{prev}$, $n_{prev} \geq 1$) с неизвестным размером кубика, т.е. минимальная пористость текущей ячейки должна определяться исходя из максимальной пористости ячеек с неизвестным размером кубика. Максимальный размер кубика b_{max} должен

быть не больше, чем размер ячейки, и одновременно пористость ячейки, образованная этим кубиком, не должна быть больше

$$\rho_{i,j,k}^{\max} = \rho - \frac{s}{n_{prev}} - \sum_t \rho_t^{\min},$$

где ρ_t^{\min} – минимальная пористость ячейки ($t = n_{prev} + 2..n^3 - 1 - n_{prev}$, $n_{prev} \geq 1$) с неизвестным размером кубика.

Реализовать представленный алгоритм можно, например, в таких системах, как Excel с поддержкой VBA, Delphi, MathCAD и др. Преимущество СКМ MathCAD перед другими системами заключается в возможности создания 3D-модели для сформированной капиллярно-пористой структуры.

Для создания 3D-модели в MathCAD необходимо дополнительно использовать программные модули, позволяющие по заданным координатам строить простейшие пространственные фигуры, совокупность которых позволяет визуализировать сложные структуры.

УДК 51-74

М.Ю. КИРИКОВИЧ, М.И. ЯСЮТЧИК, В.А. КОФАНОВ

Брест, БрГТУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В MATHCAD

Разработка новых химико-технологических процессов, изучение и их практическая реализация невозможны без предварительного термодинамического анализа, который предполагает необходимость приобретения знаний о методах расчета термодинамических характеристик и сведений о термодинамических свойствах веществ, участвующих в анализируемом процессе [1].

Термодинамические расчеты, как правило, связаны со сложными и трудоемкими вычислениями. Это ограничивает круг решаемых задач. Применение компьютерных программ, например MathCAD, снимает вычислительные затруднения. Тем не менее реализация подобных вычислений требует разработки организации хранения данных.

При выполнении несложных термодинамических расчетов требуется довольно большой объем справочной информации. В настоящее время такого рода информацию можно найти в многочисленных электронных справочниках в сети Интернет. Для того чтобы выполнять термодинамические