

УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ С ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Ст. Козаченко К. А., Крук М. А., гр. ПГС-155

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Загинайло И.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В работе [1] было показано, что эффективная теплопроводность композиционного материала взаимосвязана с характерным углом, под которым локальные тепловые потоки (ЛТП) огибают теплоизолирующие включения в его матрице. В качестве такого характерного угла предложено использовать угол, средневзвешенный по плотности ЛТП. При этом анализе параметров статистического распределения углов ЛТП не было уделено внимания. Цель настоящего исследования – исследовать характер статистического распределения углов течения ЛТП.

Нами анализировались результаты численного моделирования ЛТП в моделях композитов с различными относительными размерами включений b/a , относительной минимальной дистанцией между включениями d/b и концентрациями включений c . Каждое распределение строилось по 400 испытаниями со случайным размещением включений. Пример статистического распределения углов ЛТП показан на рис. 1. Природа пика УВ была установлена в [1], пик связан с ЛТП, пронизывающими углы включений квадратной формы. Остальное распределение предполагалось в [1] экспоненциальным.

Однако в материалах с другими параметрами структура распределения оказалась более сложной – см., например, рис.2. Кроме пика УВ, связанного с углами квадратных включений в области 40° , на правом склоне основной моды распределения отчетливо виден пик Х в области 8° и пик У в области 25° .

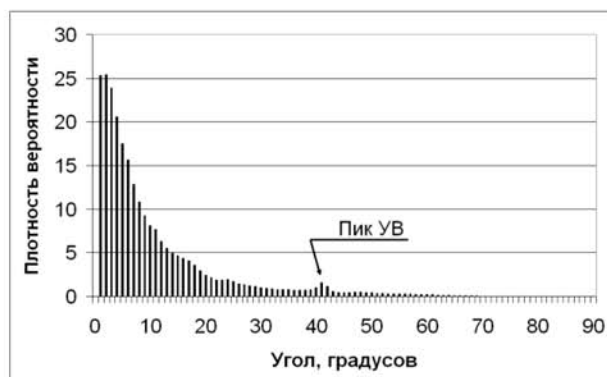


Рис.1. Угловое распределение ЛТП в материале с $b/a = 0,055$, $d/b = 0,14$ и $c = 0,15$

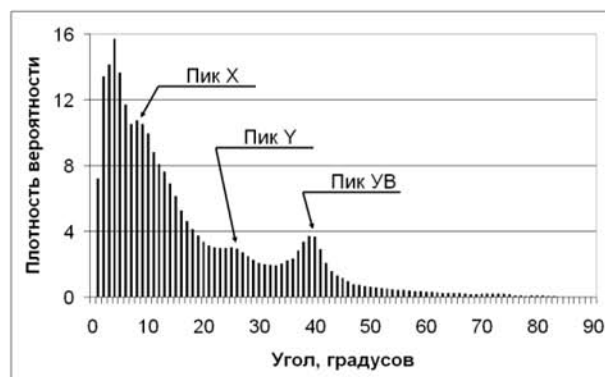


Рис.2. Угловое распределение ЛТП в материале с $b/a = 0,0395$, $d/b = 0,20$ и $c = 0,39$

Для анализа угловых распределений мы применили программу Seaspolve PeakFit, которая позволяет разложить сложное многомодовое распределение на несколько одномодовых и определить параметры каждой моды.

Из доступных для анализа в этой программе распределений наилучший результат показало разложение на несколько логарифмически-нормальных мод. При анализе было учтено требование, что число мод в изучаемых распределениях должно сохраняться для различных значений b/a , d/b и c . Все проанализированные распределения удалось представить в виде суперпозиции 6 логарифмически-нормальных мод. На рис. 3 и 4 показаны результаты разложения приведенных выше распределений.

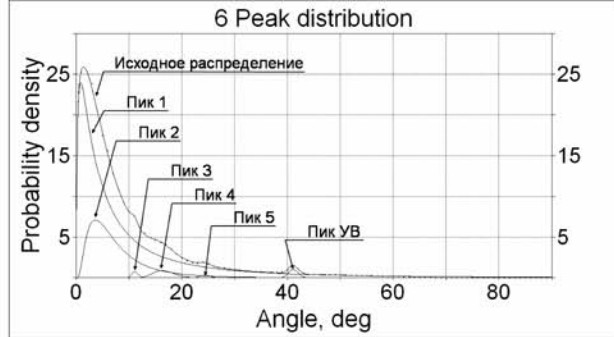


Рис.3. Разложение углового распределения ЛТП в материале с $b/a = 0,055$, $d/b = 0,14$ и $c = 0,15$ на 6 лог-нормальных мод

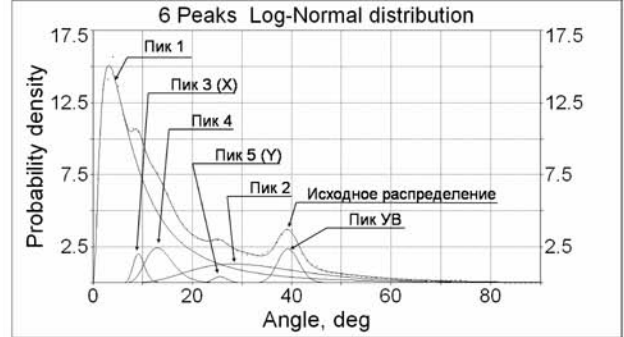


Рис.4. Разложение углового распределения ЛТП в материале с $b/a = 0,0395$, $d/b = 0,20$ и $c = 0,39$ на 6 лог-нормальных мод

Следует отметить, что моды, обозначенные на рис.2 как пик X и пик Y в полученном разложении (рис. 4) обозначены как пик 3 и пик 5 соответственно. Между пиками 3 и 5 программой определяется пик 4, максимум которого явно не виден на рис. 2 и просматривается на рис.1. Природа этих пиков, вероятно, связана с областями темной матрицы, формирование которой было описано в [2].

Основной вклад в распределение дают пики 1 и 2. При этом если пик 1 достаточно стабилен в своем положении, то параметры пика 2 подвержены значительным изменениям. Весьма вероятно, что пик 2 является виртуальным, введение этого пика позволяет привести пик 1 к лог-нормальному виду. Однако это предположение требует дальнейшего изучения.

На рис. 5 показано, как смещается положение моды пика 1 при изменении концентрации включений в материале с $b/a = 0,055$ при двух значениях d/b . Видно, что существует максимум в положении моды пика 1 при определенной концентрации. На рис. 6 показана зависимость амплитуды моды пика 1 от концентрации. Убывание амплитуды при росте концентрации включений позволяет предположить, что пик 1 связан с теми областями матрицы композита, где формируются индуцированные теплопроводящие каналы.

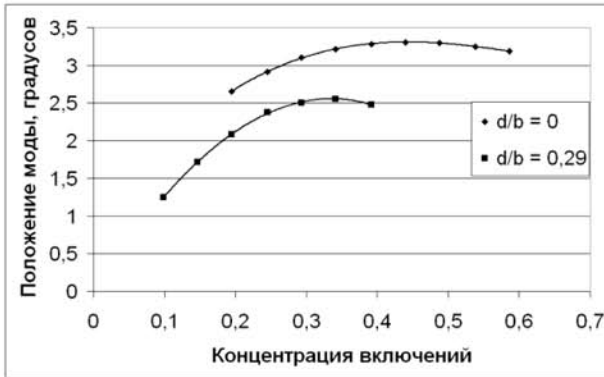


Рис.5. Зависимость положения моды пика 1 от концентрации включений в материале с $b/a = 0,055$ и различными d/b

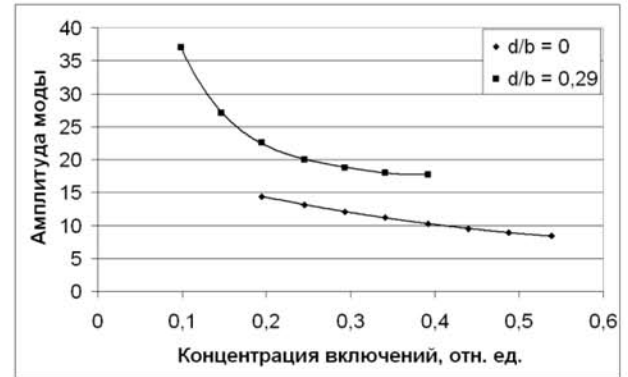


Рис.6. Зависимость амплитуды моды пика 1 от концентрации включений в материале с $b/a = 0,055$ и различными d/b

ЛИТЕРАТУРА

1. Загинайло И.В., Максименюк Я.А., Писаренко А.Н. Угловые распределения локальных тепловых потоков и их корреляция с эффективной теплопроводностью в двухфазных композитах // Материалы международного научно-технического семинара «Моделирование и оптимизация строительных композитов». ОГАСА: Одесса, 2017, с. 37-41.
2. Загинайло И.В., Писаренко А.Н., Брошеван А.А. Статистика локальных тепловых потоков в двумерных моделях двухфазных композиционных материалов // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научн. трудов ПГАСА. Вып. 100, Днепр, 2017, с. 81-89.