Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы с иерархической структурой для новых технологий и надежных конструкций
19 - 23 сентября 2016 г.
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2016

теплопроводности, в которой на одной стороне расчетной области задается поток тепла, а на другой – температура. Они связаны с тем, что в других способах расчета есть известная неопределенность в определении характерного времени, влияющая на точность определения коэффициента теплопроводности.

На примере ряда композиций показана возможность направленного изменения их физико-механических свойств, как за счет использования в качестве включений материалов с различными теплофизическими характеристиками, в частности, разными коэффициентами теплопроводности, так и путем изменения степени наполнения. При этом в качестве матриц использовались бутадиен-стирольный каучук, политетрафторэтилен, силикон. Включениями служили порошок меди (средний размер частиц 50 мкм) или пузырьки воздуха. Таким образом, приведенные результаты получены для материалов на основе разных полимерных матриц с различными теплофизическими свойствами и с использованием различных типов армирующих включений.

Были изготовлены в лабораторных условиях образцы, для которых экспериментально получены значения коэффициентов теплопроводности. Сопоставление теоретически полученных значений эффективных характеристик наполненных композиций с соответствующими полученными в эксперименте данными показывает, что получаемые с его помощью значения эффективного коэффициента теплопроводности не только качественно, но и количественно согласуются с экспериментальными данными.

Важно отметить, что предложенный и реализованный в работе подход, в отличие от упомянутых выше аналитических моделей, применим в достаточно широком диапазоне степеней наполнения композиций, теплофизических свойств и геометрии фаз.

КОМПЬЮТЕРНОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ЗАДАННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Люкшин Б.А.[1,2,3], Люкшин П.А.[1], Гришаева Н.Ю.[1,2], Панов И.Л.[2,3], Бочкарева С.А.[1,2],
[1] Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,
[2] Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия,
[3] НИ Томский государственный университет, Томск, Россия
lba2008@yandex.ru, anohina@mail2000.ru

Подход к решению задач получения заданных эффективных деформационно-прочностных характеристик материалов с помощью управляющих параметров, определяющих состав и структуру материала, распространен на задачи об эффективных теплофизических и электрических характеристиках. В соответствии с ним на основе решения ограниченного числа прямых задач (задач моделирования), в которых определяются эффективные характеристики по заданному составу и структуре, в пространстве состояний строятся соответствующие поверхности отклика электрических, теплофизических и деформационно-прочностных характеристик на значения управляющих параметров. В качестве последних при создании материала с заданными деформационно-прочностными свойствами принимались степень наполнения композиции армирующими включениями и средний радиус включений компактной формы.

Преимуществом этого подхода по сравнению с ранее известными является то, что при получении отрицательного результата в конце цепочки конструирования можно вернуться на предыдущий этап и повторить расчеты с уточненными данными. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не получается в итоге материал с требуемыми

свойствами. Таким образом, предложенный нами процесс конструирования является итерационным. Важно заметить, что на определенном этапе можно определить невыполнимость заранее заданных требований к свойствам материала в принципе при использовании данной матрицы и армирующих включений.

Нахождение управляющих параметров, придающих требуемые значения эффективных характеристик для неоднородного композиционного материала, проводится либо на основе решения ряда так называемых прямых задач математического моделирования, либо на основе неполных данных физических экспериментов.

Для материалов конструкционного назначения, как правило, именно деформационно-прочностные характеристики материалов определяют их качество. Число параметров, характеризующих в этом отношении материал на макроуровне, зависит от используемой далее модели материала. Так, для однородного изотропного линейно упругого материала это две величины, изначально связанные с различным сопротивлением его объемному деформированию (что приводит к понятию объемного модуля упругости) и изменению формы (модуль сдвига). На практике это могут быть и другие постоянные, но число независимых параметров для описания такого материала всегда равно двум. Усложнение модели увеличивает количество этих постоянных.

Подход к определению эффективных теплофизических свойств дисперсно наполненного композитного материала во многом аналогичен способу определения деформационно-прочностных характеристик для таких материалов. В том и другом случае решается задача о детальном распределении параметров состояния в расчетной области (по неоднородной среде, моделирующей композит). В случае теплофизических характеристик это распределение температуры, в случае деформационно-прочностных – распределение параметров напряженно-деформированного состояния: перемещений, деформаций и напряжений. Далее проводятся процедуры осреднения, которые сами по себе могут быть различными, а сопоставление осредненных по неоднородной расчетной области параметров с аналогичными данными для условно однородной среды позволяет оценить так называемые эффективные характеристики.

Анализ поверхностей позволяет определить, существует ли решение для заданного диапазона эффективных характеристик, и при его наличии определить область значений управляющих параметров. При необходимости обеспечить одновременное получение для материала как эффективных теплофизических, электрических так и деформационно-прочностных характеристик значения управляющих параметров находятся пересечением соответствующих областей.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСНО НАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Люкшин Б.А.[1,2,3], Гришаева Н.Ю.[1,2], Люкшин П.А.[1], Панин С.В.[1,4],
Бочкарева С.А.[1,2], Матолыгина Н.Ю.[1], Уцын Г.Е[2,4]
[1] Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия,
[2] Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Россия,
[3] НИ Томский государственный университет, Томск, Россия,
[4] НИ Томский политехнический университет, Томск, Россия

Взаимосвязь между структурой и электрофизическими свойствами композита является важным аспектом физики композиционных материалов (КМ). Моделирование электрических полей в композиционных материалах и расчет соответствующих эффективных характеристик актуально при создании новых материалов.