

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Моделирование нелинейной эффективной теплопроводности с использованием программного комплекса "Фидесис"

Научный руководитель – Яковлев Максим Яковлевич

Елфимов Никита Сергеевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: terilat34634@yandex.ru

Учёные начали исследовать вопрос оценки эффективных механических характеристик композиционных материалов еще в середине XX столетия. Но в то время возможности людей были ограничены аналитическими оценками. Однако с развитием вычислительной техники в последние три десятилетия стала актуальной задача численной оценки эффективных характеристик материалов, в том числе эффективной теплопроводности. Этот вопрос исследовали такие ученые, как В. С. Зарубина, Г. Н. Кувыркина, В. И. Горбачева, Ю. И. Димитриенко и И. О. Баюк.

Вычисление эффективной теплопроводности композитов является важной задачей, так как при использовании композитных материалов важно знать их эффективные свойства, потому что это позволяет масштабировать эти значения на произвольный объем, тем самым упрощая расчет больших объектов.

Для вычисления эффективной теплопроводности была проделана работа по добавлению в «Фидесис» возможности расчета нелинейного случая, когда теплопроводность материала зависит от температуры. Это позволяет получать более точные значения.

В работе было рассмотрено несколько видов композитных материалов. Для них был смоделирован представительный объем. Он обладает минимальным размером, но расчеты или измерения на котором позволяют судить о поведении целого объекта. Также для этой цели вычисления проводились с периодическими граничными условиями – дополнительной связью для точек, лежащих на противоположных гранях представительного объема, благодаря которой на конечном объеме можно моделировать поведение композита с огромным размером и получать эффективные значения.

Было рассмотрено несколько случаев:

- 1) 3 вида композитов, используемых в строительстве. Материалом для матрицы был выбран фибролит, теплопроводность которого растет с ростом температуры, а армирующим материалом была выбрана сталь, теплопроводность которой падает с ростом температуры. Была вычислена их эффективная теплопроводность, и было продемонстрировано, что вдоль некоторых осей теплопроводность падает с ростом температуры, а вдоль остальных растет. Это определялось геометрией композита.
- 2) Композит, материалом матрицы которого была эпоксидная смола, был заполнен случайным образом шариками из алюминия. Была показана сходимость эффективной теплопроводности данного композита к эффективной теплопроводности композита с равномерным заполнением шариками с ростом размера рассматриваемой модели.
- 3) Была найдена геометрия композита, эффективная теплопроводность которого не менялась в зависимости от температуры, но материалы, из которых он изготовлен, обладали зависимостью от нее.

Источники и литература

- 1) I.I. Vdovichenko, M.Ya. Yakovlev, A.V. Vershinin, V.A. Levin, Calculation of the effective thermal properties of the composites based on the finite element solutions of the boundary value problems
- 2) Масленков С.Б. Жаропрочные стали и сплавы. Справочник. М.: Металлургия, 1983. 192 с.
- 3) Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники. М.: Атомиздат, 1967. — 474 с.