

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В КВАЗИДВУМЕРНЫХ КОМПОЗИТАХ С ТЕПЛОПРОВОДЯЩИМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Загинайло И.В., к.ф.-м.н., доцент; Максименюк Я.А., к.т.н., доцент
(кафедра физики)

Наличие теплопроводящей фазы (металлической фибры) в дисперсно-армированных композиционных материалах (КМ) существенно влияет на их теплоизоляционные свойства. Изучение особенностей теплопереноса в таких композитах является актуальной задачей.

Для КМ с теплопроводящими наполнителями предлагается модель прыжковой теплопроводности. В случае существенного различия в теплопроводности матрицы λ_m и наполнителя λ_f (например, отношение λ_m / λ_f для КМ из песочно-цементного камня и арматурной стали порядка 1:50) при отсутствии перколяции предлагается пренебрегать тепловым сопротивлением включений. Тогда следует учитывать только тепловое сопротивление индуцированных теплопроводящих каналов, по которым локальные тепловые потоки идут в матрице КМ от одного включения к другому.

Эффективная длина пути теплового потока через матрицу квазидвумерного КМ с ростом концентрации включений будет убывать по закону $1 - \sqrt{\zeta}$, где ζ – концентрация включений. С другой стороны, направление теплопроводящих каналов между включениями не совпадает с направлением перепада температур и характеризуется средневзвешенным углом отклонения φ_w . Это приводит, напротив, к эффективному увеличению пути теплового потока в матрице КМ в $1/\cos(\varphi_w)$ раз. Методом компьютерного моделирования получена зависимость φ_w от ζ в двумерном КМ, и предложена формула, аппроксимирующая концентрационную зависимость эффективной теплопроводности $\lambda_e(\zeta)$:

$$\lambda_e = \frac{\lambda_m}{1 - \sqrt{\zeta}} \cos \left(a + \frac{b}{d + (\zeta - c)^2} \right) \quad (1);$$

В данной формуле a , b , c и d – подгоночные коэффициенты. Формула (1) аппроксимирует результаты численного моделирования $\lambda_e(\zeta)$ с высоким значением коэффициента достоверности ($R^2 > 0,9999$). Это показывает применимость модели прыжковой теплопроводности для композиционных материалов с теплопроводящими включениями.