

## Модель вычисления коэффициента теплопроводности твердых двухфазных смесей

Черных А.А.

Липецкий государственный технический университет, Липецк

Недостатки определения коэффициента теплопроводности двухфазных твёрдых систем (композитных материалов) с дисперсными шаровыми включениями ставят вопрос о создании более точных и совершенных методов расчёта [1-5]. Приводится модель, которая учитывает отношение коэффициентов теплопроводности основного материала (матрицы) и дисперсного включения [3]. Так как в большей степени материалы, применяющиеся в промышленности, содержат включения с различными геометрическими характеристиками, то необходимо использовать методику эквивалентных объёмов – сведения различных геометрических включений к заданному шарообразному, – что позволит оптимально получать изменение коэффициента теплопроводности при различных физических и геометрических значениях основного материала и наполнителя.

Анализ численных и теоретических расчётов показал, что аналитическая зависимость согласуется с результатами при относительно небольших значениях коэффициента теплопроводности наполнителя и диаметра включения [3]. Рассматривается несколько моделей, которые позволяют вычислять коэффициент теплопроводности таких систем [3,6,7]. Приводится их сравнение с моделью, которая учитывает влияние термического сопротивления границы фаз, а также интервалы применимости аналитической зависимости при различных отношениях коэффициента теплопроводности материала включения и основного материала. Проанализировано влияние концентрации включений и способа их

организации на величину эффективного коэффициента теплопроводности. Рассматривались модели Максвелла, Бруггермана, Мередита и Одолевского для вычисления эффективного коэффициента теплопроводности двухфазных твердых систем [1,4,5].

При исследовании призматической модели в виде куба с шаровым включением были получены соотношения для вычисления коэффициента теплопроводности при относительно небольших значениях коэффициентов теплопроводности и диаметров дисперсной среды. Результаты аналитической модели совпадают с экспериментальными и численными.

### Список литературы:

- [1] Meredith R.E., Tobias C.W. Conductivities in emulsions // *Journal of the Electrochemical Society*. 1961. Vol. 108, pp. 286-290.
- [2] Эпов М. И., Терехов В.И., Низовцев, М.И., Шурина Э.Л., Иткина Н.Б., Уколов Е.С. Эффективная теплопроводность дисперсных материалов с контрастными включениями // *Теплофизика высоких температур*. 2015. Т. 53, № 1. С. 48-53.
- [3] Sharapov A.I., Korshikov V.D., Chernykh A.A., Peshkova A.V. A method of researching the thermal conductivity coefficient of dispersion composite materials // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 2020. Vol. 55, Iss. 1. P. 148-155.
- [4] Yamada E., Ota T. Effective Thermal Conductivity of Dispersed Materials // *Warme und Stoffübertragung*. 1980. Vol. 13. P. 27. 5.
- [5] Progelhot R.G., Throne L., Ruetsch R.R. Methods for Predicting the Thermal Conductivity of Composite Systems: A Review // *Polymer Eng. Sci*. 1976. Vol. 16, № 9. P. 615.
- [6] Weinan E., Engquist B., Li X., Ren W., Vanden/Eijnden E. The Heterogeneous Multiscale Method: a Review // *Comm. Comput. Phys*. 2007. Vol. 2, № 3. P. 367.
- [7] Xu Y., Kinugawa J., Yagi K. Development of Thermal Conductivity Prediction System for Composites // *Mater. Trans*. 2003. V. 44, № 4. P. 629.