

Моделирование случайной плотной упаковки континуальными методами по описанию гетерогенных систем ¹

Мишин А.В.*,**

*Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск

** Новосибирский государственный университет, Новосибирск

Произведено исследование статической гранулированной среды на предмет случайной плотной упаковки сфер континуальными подходами, описывающими гетерогенные структуры. Исследуемые методы [1–5] базируются на получении из исходных стохастических линейных уравнений осредненных уравнений, описывающих поведение микронеднородной системы как эффективно однофазной. Важным аспектом здесь является вид эффективных коэффициентов, входящих в осредненные уравнения и содержащих информацию о физических особенностях фаз и геометрических свойствах гетерогенной структуры. В качестве исследуемых физических свойств выступает упругость. За исходную модель взята линейная стохастическая теория упругости. Итоговые эффективные коэффициенты отображают эффективные упругие свойства системы. Используемые подходы, несмотря на различный математический аппарат заложенный в них, приводят к идентичным эффективным коэффициентам.

При выводе данных коэффициентов использована гипотеза об эффективном внутреннем числе степеней свободы гетерогенной системы, отображающая распространение поля по прерывистой гранулярной структуре. С учетом этой гипотезы в тензор напряжений добавлены члены, характеризующие искаженное поле в среде.

Анализ эффективных коэффициентов предсказывает наличие в них информации о несущей фазе и структурном фазовом переходе. Параметрами порядка являются объемная концентрация фаз и параметр, связанный с введенной гипотезой об эффективной размерности. С позиции структурного фазового перехода, при котором происходит изменение отклика среды к макроскопически связанному распространению исследуемого поля упругости, найдена объемная концентрация сфер. Результат предлагается интерпретировать как случайную плотную упаковку.

Список литературы:

- [1] Khoroshun L.P. Mathematical models and methods of the mechanics of stochastic composites // *Applied Mechanics*. – 2000. – 30, – N 10. – P. 30 – 62.
- [2] Khoroshun L. P. A new mathematical model of the nonuniform deformation of composites // *Mekh. Kompos. Mater.* – 1995. – 31, N 3 – P. 310 – 318.
- [3] Hashin Z., Shtrikman S. On some variational principles in anisotropic and nonhomogeneous elasticity // *J. Mech. Phys. Solids*. – 1962. – 10, N 4. – P. 335 – 342.
- [4] Shermergor T. D. Elasticity theory for microinhomogeneous Materials [in Russian]. – Moscow, Nauka, 1977. – 225 p.
- [5] Bruggeman D.A.G. Berechnung verschiedener physikalischer Konstanten von heterogenen Substanzen. II. Dielektrizitätskonstanten und Leitfähigkeiten von Vielkristallen der nichtregularen Systeme // *Ann. Phys.* – 1936. Bd. 417, N 25. – S. 645 – 672.

¹ Russian Science Foundation, grant No. 16-19-10300