

0.1. Уфимцев К. Геометрически нелинейное моделирование неупругого поведения композитных материалов на основе редукции модели

Метод FEM², также известный как многоуровневый подход к моделированию методом конечных элементов [1], применяется для вычислительной гомогенизации. FEM² учитывает микроструктурные свойства анализируемых композитных материалов, поскольку микроструктура явно определяется представительным объёмным элементом (RVE). Когда в постановке задачи задействованы геометрические и физические нелинейности применение FEM² становится вычислительно затратным, поскольку в каждой точке Гаусса требуется полномасштабное КЭ моделирование дискретизированного RVE. Частичное решение этой проблемы предложено в [2], основанное на введении упрощённых статистически подобных RVE. В докладе предлагается более эффективное решение с использованием редукции модели. Для заданного дискретизированного RVE создаётся эрзац-модель (ЭМ), имитирующая механические свойства RVE для произвольных непропорциональных нагрузок. Отличительной особенностью ЭМ является крайне малое число степеней свободы. В работе предложены алгоритмы автоматической калибровки и проверки ЭМ. Кроме того, мы оцениваем работоспособность ЭМ с точки зрения вязкоупругой композитной модели, основанной на подходе Simo & Miehe [3, 4]. Мы показываем, что некоторые композиты могут быть смоделированы с хорошей точностью при 5 - 10 степенях свободы, что ускоряет вычисления на несколько порядков.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Шутов А. В.

Список литературы

- [1] C. MIEHE, J. SCHOTTE AND J. SCHRODER Computational micro-macro transitions and overall moduli in the analysis of polycrystals at large strains // Computational Materials Science. 1999. Vol. 16. N. 1-4. P. 372-382.
- [2] J. SCHRODER, D. BALZANI AND D. BRANDTS Approximation of random microstructures by periodic statistically similar representative volume elements based on lineal-path functions // Archive of Applied Mechanics. 2011. Vol. 81. P. 975-997.
- [3] A.V. SHUTOV, R. LANDGRAF AND J. IHLEMANN An explicit solution for implicit time stepping in multiplicative finite strain viscoelasticity // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2013. Vol. 265. P. 213-225
- [4] A.V. SHUTOV Efficient time stepping for the multiplicative Maxwell fluid including the Mooney-Rivlin hyperelasticity // International Journal for Numerical Methods in Engineering. 2018. Vol. 113. N. 12. P. 1851-1869.