

ЖЕСТКОПЛАСТИЧЕСКИЕ СРЕДЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ И ТЕМПЕРАТУРЕ

Грачев В.А., Найштут Ю.С.

Самарский государственный технический университет, Факультет промышленного и гражданского строительства, кафедра Металлических и деревянных конструкций,
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская 194,
Тел.: (846)339-14-94,
E-mail: neustadt99@mail.ru

Деформирование сплошных сред из материалов с памятью формы под влиянием возрастающей нагрузки и при постоянной температуре протекает идеальным упруго-пластическим образом. При этом величина максимальных упругих деформаций много меньше предельных пластических. Восстановление формы происходит при повышенной температуре и невысоком уровне напряжений. Феноменологически "обратное" деформирование аналогично с точностью до знака изменению формы при активном нагружении силами. Поэтому анализ механического поведения целесообразно провести в рамках идеальной жесткопластической модели с двумя поверхностями нагружения. В этой модели поверхностям нагружения отвечают два физических состояния материала: пластическое течение при высоких напряжениях и плавление при сравнительно невысокой температуре. Формулируется задача деформирования жесткопластических сред при постоянной температуре в двух формах: в виде принципа виртуальных скоростей с условием текучести Мизеса и как требование минимальности диссипативного функционала [1, 2].

Доказывается равносильность принятых формулировок и существование обобщенных решений в обоих принципах. Затем изучается жесткопластическая модель сплошной среды при изменяющейся температуре с двумя поверхностями нагружения. Для принятой модели формулируются два оптимальных принципа, связывающие внешние нагрузки и скорости перемещений точек среды как при активном нагружении, так и в процессе восстановления формы при нагревании. Доказано существование обобщенных скоростей для широкого класса трехмерных областей. Связь вариационных принципов с изменяющейся температурой обеспечивается включением в расчетную схему первого и второго начал термодинамики. Существенно, что в процессе доказательств используется только феноменологическое описание явления. Аустенитно-мартенситные превращения сплавов, которые часто являются основными при объяснении механического поведения материалов с памятью формы [3, 4] не используются. Показана адекватность модели и опытов по деформированию материалов с памятью формы.

Литература

1. Мосолов П.П., Мясников В.П. Механика жесткопластических сред. – М.: Наука, 1981.
2. Каменярж Я.А. Предельный анализ пластических тел и конструкций – М. : Наука, 1997.
3. Lagoudas D. C., (Ed.) Shape Memory Alloys. Modeling and Engineering Applications. – Springer, Science+Business Media, New York, 2008.
4. Cisse Ch., Zaki W., Zineb T. A review of constitutive models and modeling techniques for shape memory alloys // Int. J. Plasticity. – 2016. – Vol. 76. – P. 244–284.