

УДК 539.3

ПОСТРОЕНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНО РЕАЛИЗУЕМОГО УЧАСТКА «ПАДАЮЩЕЙ» ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЛЯ МАТЕРИАЛА ТИПА ТРЕСКА

© 2011 г.

Т.Б. Лаврова

Самарский госуниверситет

lavr@ssu.samara.ru

Поступила в редакцию 24.08.2011

Определяется предельная степень разупрочнения, которая может быть достигнута при устойчивом деформировании упругопластического материала типа Треска.

Ключевые слова: разупрочнение, устойчивое деформирование, упругопластический материал.

Для континуальной механики разрушения одним из основополагающих понятий является понятие разупрочнения материала (называемое также внутренней неустойчивостью). Разупрочнение может рассматриваться как феноменологическое и макроскопическое выражение таких особенностей поведения тела, которые являются следствием его начального рассеянного микроразрушения в тех пределах, когда среда еще может рассматриваться как сплошная. Таким образом, упругопластические определяющие соотношения с разупрочнением в принципе позволяют описывать начальные стадии разрушения материалов в рамках подхода и с помощью методов механики сплошной среды.

При изучении разупрочнения имеют смысл только такие варианты теории течения, в которых поверхность текучести рассматривается в пространстве деформаций. Для материалов типа Треска эта поверхность обладает тем свойством, что нормаль в ее гладкой точке представляет собой симметризованную диаду. Ребра поверхности текучести типа Треска характеризуются тем, что нормали к граням, при пересечении которых образуются эти ребра, являются соосными симметризованными диадами. В данном исследовании показано, что условие непрерывности пластического отклика на деформирование при переходе с грани на ребро приводит к тому, что инкрементальное определяющее соотношение для параметра истории на ребре не может быть выбрано независимо, а полностью определяется вышеупомянутым условием непрерывности. Построены инкрементальные определяющие соотношения как в гладких точках поверхности текучести типа Треска, так и в точках, принадлежащих

ребрам этой поверхности. Иными словами, получены модули пластического отклика материала для всех режимов деформирования (принимается, что тензор упругих модулей при разгрузке соответствует закону Гука для изотропного материала).

Считается, что материал упрочняющийся, если все его модули для пластического отклика положительны, и разупрочняющийся, если среди этих модулей имеется хотя бы один отрицательный. Под модулями, знак которых характеризует свойства упрочнения или разупрочнения, понимаются «истинные» модули в смысле Я. Рыхлевского [1], то есть собственные числа тензора модулей как линейного оператора, отображающего симметричные тензоры второго ранга (тензоры малых деформаций) в симметричные тензоры второго ранга (приращения тензора напряжений Коши); их положительность (упрочнение) эквивалентна положительной определенности соответствующей квадратичной формы, а наличие среди них отрицательных (разупрочнение) эквивалентно наличию отрицательных значений этой квадратичной формы, что соответствует определению упрочнения и разупрочнения по Друккеру [2].

Таким образом, в процессе деформирования разупрочнение возникает в тот момент, когда наименьший «истинный» модуль пластического отклика становится отрицательным. Состояния разупрочнения материала являются достижимыми в тех пределах, в которых условие разупрочнения совместимо с неравенством сильной эллиптичности для модулей материала в режиме активного пластического нагружения. При нарушении этого неравенства любая конфигурация тела с любыми граничными условиями становится неустойчивой. Это утверждение является следствием

теоремы Адамара и ее обобщения на упругопластические материалы [3].

В настоящем исследовании показано, что разупрочнение в гладкой точке поверхности текучести для упругопластических материалов типа Треска недостижимо.

В отличие от упомянутого, случай полного пластического деформирования на ребре характеризуется тем, что для него имеется конечная достижимая степень разупрочнения [4].

В работе Е.И. Рыжака [5] доказано, что существуют испытательные устройства, в которых возможно устойчивое однородное деформирование образца вплоть до нарушения неравенства сильной эллиптичности, и при этом в них возможно как измерение деформаций, так и прямое измерение усилий, что означает их принципиальную пригодность для экспериментального получения достоверных «падающих» диаграмм деформирования.

С помощью всех перечисленных свойств, характеризующих как материал, так и подходящие программы деформирования, были построены

совместимые с неравенством Адамара «падающие» участки диаграмм деформирования на ребре условия текучести для одного класса материалов типа Треска.

Список литературы

1. Рыхлевский Я. О законе Гука // ПММ. 1984. Т. 48, вып. 3. С. 420–435.
2. Drucker D.C. A definition of stable inelastic material // J. Appl. Mech. ASME. 1959. V. 26, No 1. P. 101–106.
3. Рыжак Е.И. О необходимости условия Адамара для устойчивости упругопластических тел // Изв. АН СССР. МТТ. 1987. №4. С. 101–104.
4. Лаврова Т.Б. Степень разупрочнения, которая может быть достигнута при устойчивом деформировании упругопластического материала типа Треска // Проблемы нелинейной механики деформируемого твердого тела: Тр. Второй Междунар. конф. Казань, 8–11 декабря 2009 г. С. 243–245.
5. Рыжак Е.И. Об устойчивом закритическом деформировании в нежесткой трехосной испытательной машине // Докл. РАН. 1993. Т. 330, №2. С. 197–199.

CONSTRUCTING A FEASIBLE IN PRINCIPLE «FALLING» PORTION OF THE DIAGRAM FOR A TRESCA-TYPE MATERIAL

T.B. Lavrova

The extent of softening that can be achieved under stable deformation of a Tresca-type elastic-plastic material is determined.

Keywords: softening, stable deformation, elastic-plastic material.