

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Сосенушкин Е.Н., Яновская Е.А., Сосенушкин А.Е.

ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

В работе рассмотрены инвариантные характеристики напряженно-деформированного состояния, возникающего при обработке металлов давлением (ОМД) на примере различных операций листовой штамповки: обжим, раздача, вытяжка и отбортовка. Согласно положениям механики пластических тел [1], для несжимаемого материала деформация материальной точки представляется как траектория движения радиуса-вектора в пятимерном пространстве независимых компонент тензора деформаций. При этом деформация физической частицы называется простой, если соответствующая ей траектория есть прямая, выходящая из начала координат, так что все четыре ее кривизны равны. В противном случае (когда хотя бы одна из кривизн траектории деформации отлична от нуля на любом малом, но конечном отрезке траектории, либо на траектории деформации имеется точка излома) деформация называется сложной. Для классификации и математического обобщения результатов моделирования используется тригонометрическая форма представления напряжений и деформаций [2]. На девиаторной плоскости были представлены проекции главных осей, в которых соответствующие напряженному и деформированному состояниям траектории напряжений и деформаций представляются дугами окружностей [3-5]. Криволинейные траектории свидетельствуют о немонотонности процессов формоизменения. Каждому из направлений, задаваемых изменением углов вида напряженного или деформированного состояний, соответствует единственная схема напряжений и деформаций, анализ которых позволяет определить, какая технологическая операция описывается известными механическими схемами. Это значительно облегчает энергосиловой анализ этих операций. При моделировании учитывается осевая симметрия во всех исследованных формоизменяющих операциях ОМД. Если рассмотреть объемное деформирование, то схемы напряженного состояния, определяемые сдвигом, будут сопровождать, например, процессы углового прессования [6], причем каждая из которых соответствует определенному положению заготовки в каналах матрицы относительно выбранной системы координат.

Список литературы.

1. Ильющин, А.А. Труды (1946-1966). т.2. Пластичность / М.: Физматлит, 2004. 480с.
2. Малинин, Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / М.: Машиностроение, 1968. 400с.
3. Sosenushkin, E.N. The Parameters of the Stress State in the Operations of Plastic Deformation / E.N. Sosenushkin, V.A. Kadymov, E.A. Yanovskaya, A.A. Tatarintsev, A.E. Sosenushkin // Key Engineering Materials, Vol. 684, pp 57-66.
4. Сосенушкин, Е.Н. Механика немонотонных процессов пластического деформирования / Е.Н. Сосенушкин, Е.А. Яновская, А.Е. Сосенушкин, В.В. Емельянов // Вестник машиностроения. 2015. №9. С.29-33.
5. Сосенушкин, Е.Н. Прогрессивные процессы объемной штамповки / Е.Н. Сосенушкин. М.: Машиностроение, 2011. 480 с.
6. Сосенушкин, Е.Н. Совершенствование процессов интенсивной пластической деформации / Е.Н. Сосенушкин, Л.М. Овечкин, А.Е. Сосенушкин // Вестник МГТУ «Станкин». 2012. Т.1. №1. С.21-29.