

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Сборник материалов
XVI Российской научной
студенческой конференции**

Томск, 17–20 апреля 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Численное изучение эффектов накопления пластической деформации при обработке образцов из алюминиевых сплавов методом равноканального углового прессования

А.Г. Кушнарев, Л.Р. Ахметшин

Томский государственный университет, г. Томск

Для упрочнения конструкционных алюминиевых сплавов представляет большой интерес метод обработки объемных заготовок интенсивной пластической деформацией в схеме равноканального углового прессования [1]. Суть метода заключается в том, что в процессе прессования заготовка проходит через матрицу, состоящую из двух каналов одинакового сечения, пересекающихся под различными углами. Угол сопряжения зависит от податливости материала и требуемой степени накопления пластических деформаций, при сохранении целостности заготовки. Предугадать заранее, как поведет себя материал заготовки при прессовании в конкретной схеме, крайне затруднительно, имеются лишь грубые аналитические оценки. В этом случае необходимо прибегнуть к помощи компьютерного моделирования. Но в силу больших нелинейностей поведения материала при больших степенях деформации создание физико-математических моделей, адекватно описывающих процесс, является нетривиальной задачей [2].

Основной целью работы явилось создание физико-математической модели упругопластического поведения алюминиевых сплавов при больших степенях деформации и, методами численного моделирования, выявление особенностей накопления пластических деформаций в призматических заготовках при обработке в схеме равноканального углового прессования. Теоретические исследования лягут в основу создания оснастки и отработки режимов для проведения прессования.

Податливость легких конструкционных сплавов, заключающаяся в реализации больших степеней деформации при обработке без приложения существенных нагрузок, способствует созданию экстремальных схем обработки. В работе рассматривается возможность реализации метода равноканального углового прессования алюминиевых сплавов в схеме сопряжения каналов под углом 90° без скругления мест сопряжения. Схема является оптимальной для достижения максимальных значений пластических деформаций [3].

Разработана прогностическая физико-математическая модель упругопластического поведения легких сплавов на основе алюминия и магния при обработке интенсивной пластической деформацией в схеме равноканального углового прессования. Определение напряженно-деформированного со-

стояния объемных заготовок из исследуемого сплава при обработке проводили методами численного моделирования. Для решения системы уравнений применяли метод конечных элементов в Лагранжевом подходе. Математическая модель для решения поставленной задачи представлена системой дифференциальных уравнений механики сплошной среды, состоящей из уравнений равновесия, геометрических соотношений, определяющих соотношений.

Использованы определяющие соотношения, учитывающие упругопластическое поведение материала, основанные на мультилинейной аппроксимации экспериментальной кривой деформирования для исследуемого сплава. Мультилинейная аппроксимация заключается в замене нелинейной упругопластической задачи набором линейных упругих задач. Данный подход основан на методе упругих решений А.А. Ильюшина.

Сложность построения данного типа моделей для неподготовленного пользователя заключается в реализации больших степеней деформаций для метода конечных элементов, не всегда приемлемых в силу значительных искривлений сетки, что является проблемой при получении адекватного решения. Модель адаптирована для проведения вычислительных экспериментов при варьировании формы, угла сопряжения, размеров скруглений каналов пресс-формы, влияющих на параметры оптимальных режимов обработки алюминиевых сплавов, проведения прочностных расчетов оснастки пресс-форм для оптимизации геометрии, размеров и других конструктивных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркушев М.В. К вопросу об эффективности некоторых методов интенсивной пластической деформации, предназначенных для получения объемных наноструктурных материалов // Письма о материалах. – 2011. – Т. 1. – № 1. – С. 36–42.
2. Красновейкин В.А., Скрипняк В.А., Козулин А.А. Численное моделирование процессов интенсивной пластической деформации тел при динамическом канальном прессовании // Изв. вузов. Физика. – 2012. – Т. 55. – № 9/3. – С. 67–71.
3. Козулин А.А., Красновейкин В.А., Скрипняк В.В. и др. Механические свойства алюминиевых магниевых сплавов после интенсивной пластической деформации // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 888.

Kushnarev A.G., Akhmetshin L.R. Numerical investigation of plastic strain accumulation effect in aluminum billets at processing by equal-channel angular pressing

Кушнарев Андрей Георгиевич, студент; Kushnarev97@gmail.com;
Ахметшин Линар Риялович, студент; akhmetshin.lr@gmail.com