ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/153

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ

^{1,2}Сергеев М.В., ¹Балохонов Р.Р., ¹Романова В.А., ^{1,2}Емельянова Е.С.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

²НИИ Томский государственный университет, Томск, Россия

sergeevmaximv@gmail.com

Сварка трением с перемешиванием является перспективным способом соединения металлов, демонстрирующим определенные преимущества в сравнение с традиционными методами сварки. Данный метод широко применяется для сварки алюминиевых сплавов, используемых в авиастроении, кораблестроении и аэрокосмической промышленности. В связи с тем, что такие материалы подвергаются термомеханическим воздействиям с различными скоростями нагружения, актуальной проблемой является изучение динамического деформационного поведения алюминиевых сплавов в зоне сварного шва, где поликристаллическая структура материала существенно неоднородна.

В настоящей работе на основе физически обоснованной термомеханической модели [1] разработано релаксационное определяющее уравнение для многомерных течений. Расчёт одноосного растяжения алюминиевого сплава 6061-T6 с различными скоростями и температурами деформирования проводился в двух- и трехмерной постановках методом конечных разностей и с использованием конечно-элементного пакета ABAQUS/Explicit, соответственно. Кривые течения образцов хорошо согласуются с данными, полученными из натурных экспериментов на растяжение.

Проведено сравнение результатов моделирования полученных для двух- и трехмерных моделей при различных скоростях нагружения для однородных образцов и образцов с поликристаллической структурой (рис. 1).

Рис. 1. Сравнение расчетных кривых течения алюминиевых двух- и трехмерных образцов при скоростях деформации 10с^{-1} (а), и 500с^{-1} (б).

Сравнение результатов полученных в двух- и трёхмерной постановках показали, что в двумерных образцах реализуется более высокий уровень напряжений, что связано с ограниченной способностью к деформированию в условиях плоской деформации (рис. 1).

Исследована эволюция пластической деформации в поликристаллическом и однородном образцах. В то время как образец с однородной структурой находится ещё на стадии упругого деформирования, в образце с поликристаллической структурой уже наблюдаются локальные области зарождения пластической деформации (рис. 2). В то же время, при развитом пластическом течении, когда весь образец с однородной структурой уже испытывает

Секция 3. Проблемы компьютерного конструирования материалов с иерархической структурой

значительные пластические деформации, в образце с поликристаллической структурой всё ещё наблюдаются локальные области упругой деформации (рис. 3), которые остаются вплоть до 1% полной деформации и располагаются по всему объёму исследуемой структуры. При этом максимальные локальные значения интенсивности пластических деформаций на данной стадии нагружения могут в 3-4 раза превышать среднее значение.

Рис. 2. Распределение интенсивностей напряжений и пластических деформаций в образце с поликристаллической структурой (а) и в однородном образце (б) для состояния А, показанного на рис. 1а

Рис. 3. Распределения интенсивности пластических деформаций при различной степени относительного удлинения образца с поликристаллической структурой $\epsilon = 0.36\%$ (Б), $\epsilon = 0.37\%$ (В), $\epsilon = 0.47\%$ (Г).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-01-00469-а).

Литература

1. Nemat-Nasser, S., Guo, W.G., 2005. Thermomechanical response of HSLA-65 steel plates: experiment and modeling. *Mechanics of Materials* 37, 379–405.