

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ В СПЛАВЕ Д16 ПРИ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ АДГЕЗИОННО-ДИФФУЗИОННОГО ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ*

А.В. Чумаевский, А.П. Зыкова, А.В. Гусарова, Д.А. Гурьянов, В.Е. Рубцов, Е.А. Колубаев

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Приведены результаты модельных экспериментальных исследований структурно-фазовых изменений в алюминиевом сплаве Д16 после трения со сложной конфигурацией контртела. Выявлены особенности формирования структуры слоя переноса в материале после обработки трением с перемешиванием и после фрикционного взаимодействия с экструдированием материала из зоны трения. Проведенные исследования показывают, что формируемая структура в процессе фрикционного взаимодействия существенно отличается в различных участках по удалению относительно контртела. В сравнении со структурой, формируемой при обработке трением с перемешиванием, после фрикционного контакта, сопровождающегося экструдированием из зоны трения, формируется структура с близким по значению размером зерна твердого раствора на основе алюминия и частиц вторичных фаз. Основные отличия формируемых структур при обработке трением с перемешиванием и интенсивном фрикционном взаимодействии заключаются в морфологии и распределении частиц вторичных фаз.

Ключевые слова: *фрикционная перемешивающая обработка, сварка трением с перемешиванием, фрикционное взаимодействие, алюминиевые сплавы, пластическая деформация.*

Введение

Сварка и обработка трением с перемешиванием (или фрикционная перемешивающая сварка/обработка) в настоящее время являются широко распространенными технологическими операциями, применяемыми для получения неразъемных соединений и модифицирования поверхностных слоев алюминиевых, медных, титановых сплавов, сталей и др. [1, 2]. Процесс сварки/обработки трением с перемешиванием заключается во внедрении в материал вращающегося инструмента, деформирующего и разогревающего материал, после чего при продольном перемещении формируется неразъемное соединение или обработанные слои с наличием нескольких основных структурных зон [3]. К основным зонам, выделяемым в материале после фрикционной перемешивающей обработки или сварки, относятся зона перемешивания, зона термомеханического влияния и зона термического влияния.

Механизм формирования зоны перемешивания, представленной в основном рекристаллизованными зернами основного материала ультрамелкодисперсного размера, достаточно сложен и рассмотрен в работах [4, 5]. Одним из основных механизмов в этом случае [5] является послойный адгезионный перенос, обусловленный поэтапным адгезионно-когезионным переносом материала из зоны перед инструментом в зону за инструментом. Такое описание не учитывает ряда процессов, происходящих в процессе фрикционной перемешивающей обработки, таких как экструзия материала из зоны трения, имеющих место также и при высоконагруженном фрикционном взаимодействии [6]. Процессы адгезионного переноса материала и экструдирования материала происходят при сварке или обработке трением с перемешиванием одновременно, и до настоящего времени не установлена роль данных механизмов в формировании структуры материала зоны перемешивания. До сих пор мало изучены структурно-фазовые превращения в термически упрочняемых алюминиевых сплавах, важные при сварке или обработке трением с перемешиванием [7].

Для установления закономерностей структурообразования при различных процессах, являющихся составляющими фрикционной перемешивающей сварки/обработки, целесообразным представляется проведение модельных экспериментов, позволяющих эмитировать процесс пластической деформации, фрагментации и течения материала с преобладанием либо экструдирования материала из зоны трения, либо адгезионного переноса материала. В таком случае с помощью сопоставления структуры материала, полученной при сварке/обработке трением с перемешиванием и при модельных испытаниях, возможно установление физической природы формирования зоны перемешивания. Поэтому цель настоящей работы – проведение модельных испытаний на высоко-

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект FWRW-2021-0012.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>