ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

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

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/415

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРИБОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ АДГЕЗИОННОМ ТРЕНИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ НАГРУЗОК И СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ КОНТРЕЛА

Чумаевский А.В., Гусарова А.В., Жуков Л.Л., Белобородов В.А., Иванов А.Н.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Исследованиям пластической деформации и фрагментации материалов при сварке трением с перемешиванием и фрикционной перемешивающей обработке в настоящее время посвящено большое число работ как в отечественном, так и в зарубежном научно-исследовательском секторе. Основные работы, касающиеся процесса сварки трением с перемешиванием, посвящены технологической стороне данного аспекта, заключающейся в соединении между собой различных материалов с однородной или разнородной структурой. При этом небольшое количество работ посвящено фундаментальной стороне изучения процесса формирования структуры при движении материала вокруг инструмента с достаточно сложной конфигурацией пина и плеч в процессе сварки или обработки трением с перемешиванием. На настоящее время процесс пластической деформации в материалах в условиях адгезионного трения достаточно детально изучался в испытаниях как по схеме "диск-палец", так и по схемам "диск-кольцо", "диск-диск" и др. Исследовались режимы трения образцов в широких пределах с механизмами изнашивания от нормального механохимического износа до образования в поверхностных объемах образцов фрагментированного наноструктурированного зеренно-субзеренного слоя, в котором за счет механизмов зернограницного скольжения реализован процесс как ламинарного, так и турбулентного течения материала в направлении трения. Одним из основных механизмов формирования зоны перемешивания при фрикционной перемешивающей обработке или сварке является процесс деформации до образования такого слоя и его сложное движение по контуру инструмента, имеющему различные составляющие, такие как "пин" или "плечи". В настоящей работе целью исследований являлось изучение формирования потоков материала вокруг инструмента при адгезионном трении с высокой нагрузкой алюминиевых сплавов в паре со стальными контртелами сложной формы для установления закономерностей течения материала по контуру различных составляющих инструмент для сварки трением с перемешиванием элементов.

В работе исследовано взаимодействие с контртелом в виде "клина", "шара" и "кольца" материала алюминиевого сплава в условиях трения с нагрузкой до 400-700 кг и скоростью вращения до 700 об/мин. Форма контртел имитировала процесс внедрения инструмента, его вращение внутри образца и движение зоны касания "плеч". Образцы испытаны на лабораторной установке для сварки трением с перемешиванием в Институте физики прочности и материаловедения. Процесс трения происходил после внедрения под заданной нагрузкой контртела в образец от 30 секунд до 2 минут. После проведения испытаний образцы подвергались разрезке на электроискровом станке и исследованиям с использованием растровой электронной и оптической микроскопии.

Проведенные исследования показывают, что при трении с высокой нагрузкой и скоростью вращения по контуру зоны контакта образца и контртела в структуре алюминиевого сплава происходит образование потоков металла различной структурной конфигурации, четко выделяющихся на обзорных изображениях зоны пластической деформации образцов. При трении с шарообразным контртелом в структуре выделяется наличие тороидальных потоков, в структуре образцов, испытанных с контртелом в виде кольца - преимущественно ламинарное течение материала. В образцах в виде конического "клина" при внедрении и последующем трении образуется зона пластической деформации с течением материала в основном вдоль конуса контртела с наибольшей интенсивностью на краях конуса и наименьшей - в центральной части. Таким образом, экспериментально получены при фрикционном контакте с большой нагрузкой различные по своей конфигурации и особенностям потоки материала в зоне перемешивания.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23, и при поддержке РФФИ и Администрации Томской области (проект № 18-48-703046 p_мол_a).