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: 10.17223/9785946217408/98

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГРАДИЕНТНЫХ СТРУКТУР ПРИ
АДГЕЗИОННОМ ТРЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЯ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Гусарова А.В., Калашникова Т.А., Чумаевский А.В., Калашников К.Н.
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

В настоящее время для соединения деталей машин и механизмов всё большее применение находят методы, основанные на адгезионно-диффузионных методах получения сварных соединений. Менее представлены в современной литературе методики обработки поверхности, основанные на данном процессе. К таким технологиям относятся сварка трением с перемешиванием и перемешивающая фрикционная обработка [1-10]. Основаны данные технологии на внедрение в металл вращающегося инструмента, пластификации материала, механического перемешивания поверхностных слоев или целиком зоны стыка и формировании ультрамелкодисперсной зеренной структуры в зоне перемешивания.

В основном данными методами соединяются детали из однородных материалов, например, алюминиевых, титановых, медных сплавов и др. В такой постановке задачи существенного влияния взаимодействия компонентов сопрягаемых деталей не происходит и основная задача сводится к получению бездефектного соединения, благодаря чему достигается высокая прочность сварного шва, превышающая в ряде случаев прочность основного металла.

Но, в случае сварки трением с перемешиванием разнородных металлов, или при формировании покрытий методом фрикционной перемешивающей обработки из разнородных сплавов, например системы Al-Cu или Al-Ti, неизбежно возникают межфазные взаимодействия, приводящие к формированию сложной иерархически организованной структуры, состоящей из различных фаз, формируемых при контакте материалов деталей. При этом, в соединении неизбежно формирование интерметаллидных фаз, вследствие чего происходит охрупчивание сварного шва. Для установления роли в формировании тех или иных фаз температурных или деформационных факторов, целесообразным представляется проведение модельных исследований, направленных на изучение процесса структурно-фазового взаимодействия в условиях адгезионного трения. В таком случае возможно получение данных о влиянии степени термического и механического воздействия на фазообразование при адгезионно-диффузионном контакте без влияния на процесс сложной формы инструмента для сварки трением с перемешиванием или фрикционной обработки.

Исследования на адгезионной трение по схеме «кольцо-диск» и «диск-диск» образцов диаметром не более 30 мм проводили на лабораторной установке в Лаборатории контроля качества материалов и конструкций. Степень термического и механического воздействия на трибоконтакт регулировали за счет изменения числа оборотов (от 100 до 700 об/мин) и силы нормального давления (от 1 до 7 кН). В процессе испытания проводили оценку температуры в зоне трения, и силы трения. В качестве материалов деталей трибосопряжения использовали медь марки М1 и алюминиевые сплавы АМг5 и Д16.

Проведенные испытания показывают, что при фрикционном контакте пары трения разнородных сплавов на основе меди и алюминия происходит формирование сложной смеси компонентов в поверхностном слое. К таким компонентам относятся слои с ультрамелкодисперсной зеренной структурой твердого раствора, слои интерметаллидов и частицы со сложной механической смесью твердых растворов двух компонентов и интерметаллидов. Формирование различных элементов структуры определяется вкладом как механической, так и температурной составляющих.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23 и при финансовой поддержке РФФИ, проект мол_а 18-38-00645.

Литература

1. Бронз А.В. Сплав 1570С — Материал для герметичных конструкций перспективных многоразовых изделий РКК «Энергия» / А.В. Бронз, В.И. Ефремов, А.Д. Плотников, А.Г. Чернявский // Космическая техника и технологии. – 2014. – № 4 (7). – С. 62-67.
2. Шачнев С.Ю. Отработка технологии сварки трением с перемешиванием алюминиевых сплавов 1570С, АМг6 большой толщины для использования в перспективных разработках РКК «Энергия» / С.Ю. Шачнев, В.А. Пашенко, И.Д. Махин, А.В. Базескин, А.Д. Дубовицкий // Космическая техника и технологии. – 2016. – № 4(15). – С. 24-30.
3. Предко П.Ю. Влияние сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства листосварных конструкций из термически неупрочняемых сплавов системы Al-Mg-Sc / П.Ю. Предко, Е.В. Автократова, М.В. Маркушев, В.Ю. Конкевич, Ю.А. Филатов // Технология легких сплавов. – 2013. – № 2. – С. 76–83.
4. Mishra R.S. Friction Stir Welding and Processing / R.S. Mishra, Z.Y. Ma // Materials Science and Engineering R: Reports. – 2005. – V. 50. – P. 1–78.
5. Tarasov S.Yu. Adhesion transfer in sliding a steel ball against an aluminum alloy / S.Yu. Tarasov, A.V. Filippov, E.A. Kolubaev, T.A. Kalashnikova // Tribology International. – 2017. – V. 115. – P. 191–198.
6. Tarasov S.Y. A proposed diffusion-controlled wear mechanism of alloy steel friction stir welding (FSW) tools used on an aluminum alloy / S.Y. Tarasov, V.E. Rubtsov, E.A. Kolubaev // Wear. – 2014. – V. 318 – P. 130-134.
7. Zhemchuzhnikova D. Cryogenic properties of Al–Mg–Sc–Zr friction-stir welds / D. Zhemchuzhnikova, S.Malopheyevev, S.Mironov, R.Kaibyshev // Materials Science & Engineering A. – 2014. – V. 598. – P. 387–395.
8. Besel M. Fatigue behavior of friction stir welded Al–Mg–Sc alloy / M. Besel, Y. Besel, U.A. Mercado, T. Kakiuchi, Y. Uematsu // International Journal of Fatigue. – 2015. – V. 77. – P. 1–11.
9. Kalashnikova T.A. The microstructure and microhardness of friction stir welded dissimilar copper/Al-5%Mg alloys / T.A. Kalashnikova, M.A. Shvedov, P.A. Vasilyev // AIP Conference Proceedings. – 2017. – V. 1909. P. 020080.