

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-206

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ, ФРАГМЕНТАЦИИ И ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ МЕДИ М1 ПРИ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ СВАРКЕ И СУХОМ ТРЕНИИ

¹Чумаевский А.В., ¹Тарасов С.Ю., ²Лычагин Д.В., ¹Москвичев Е., ¹Зыкова А.П.,
¹Гусарова А.В., ¹Калашникова Т.А.

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

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

Фрикционная перемешивающая обработка и сварка широко применяются на настоящее время для получения неразъемных соединений или упрочнения поверхностных слоёв алюминиевых, медных, титановых и прочих сплавов. Данные технологии основаны на эффекте адгезионного трения и сопровождаются интенсивной пластической деформацией материала в зоне перед инструментом, фрагментацией и последующим пластическим течением по контуру инструмента в условиях высокой температуры. В результате сварки или обработки в материале формируется ряд основных структурных зон, к которым относятся зона перемешивания, зона термомеханического влияния и зона термического влияния. В зоне перемешивания структура металла представлена зернами ультрамелкодисперсного масштабного уровня. В зоне термомеханического влияния происходит градиентный переход от недеформированного материала - к материалу зоны перемешивания. Зона термического влияния представлена материалом со следами термического воздействия. Несмотря на большое число работ в области изучения структурных изменений в материалах при фрикционной перемешивающей сварке или обработке в современной литературе недостаточно сведений, касающихся механизмов пластической деформации в зоне термомеханического влияния и взаимосвязи структуры зоны перемешивания с исходной структурой свариваемых или обрабатываемых изделий. Также недостаточно информации по влиянию на процесс пластической деформации и фрагментации материала при фрикционной перемешивающей обработке/сварке исходной ориентации кристаллической решетки и взаимосвязи процессов, происходящих при данных технологических операциях с менее разнородными с точки зрения геометрии сопряжения поверхностей способами деформации, например, при одноосном сжатии, растяжении или трении. При этом, такие исследования необходимы с точки зрения изучения механизмов формирования структуры материала при сварке или обработке и, соответственно, для определения взаимосвязей параметров процесса с формируемыми в материале структурой и свойствами. В настоящей работе для установления взаимосвязи исходной структуры материала со структурой зоны перемешивания был осуществлен процесс фрикционной перемешивающей сварки меди М1 в моно- и поликристаллическом состоянии и сопоставление полученных результатов с деформацией при сухом трении и одноосном сжатии монокристаллов меди.

Проведенные исследования показывают, что имеются общие закономерности процесса фрагментации и деформации материала в зоне термомеханического влияния при фрикционной перемешивающей сварке и сухом трении. При совпадении оси нормального давления с кристаллографическим направлением $\langle 111 \rangle$ деформация развивается в том числе посредством образования полос с измененной ориентацией кристаллической решетки как при одноосном сжатии и в локальных областях при трении, так и при сварке трением с перемешиванием. В процессе сварки монокристаллического образца с поликристаллическим происходит образование сложноорганизованной зоны перемешивания с наличием потоков металла со средним размером зерна до 1-2 мкм от поликристалла и потоков с размером зерна до 10 мкм от монокристаллического образца. Образование потоков с крупнозернистым строением от монокристалла и с мелкодисперсным строением от поликристаллического образца обусловлено различной деформацией при фрикционном контакте и свидетельствует о существенной роли исходной структуры в формировании зоны перемешивания.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0006.