II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР
КРАСНОЯРСК
30 июля 2021

ADVANCES in Materials Science

ДНИТ Красноярский ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

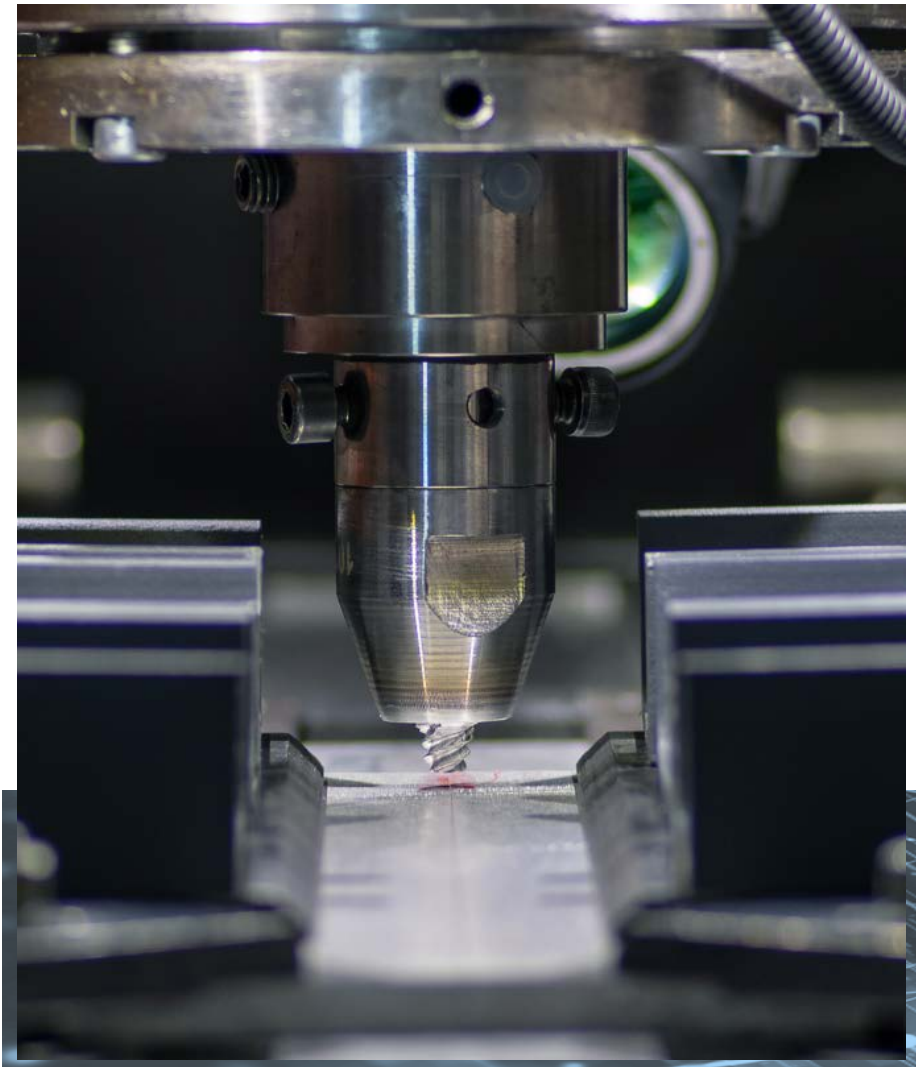
«AMS-II 2021: Достижения в материаловедении»

«Взаимосвязь процессов при высоконагруженном трении в паре с контртелом сложной формы и friction stir welding Al-Mg-Sc-Zr alloy»

Гусарова А.В., Чумаевский А.В., Гурьянов .Д.А. и др.

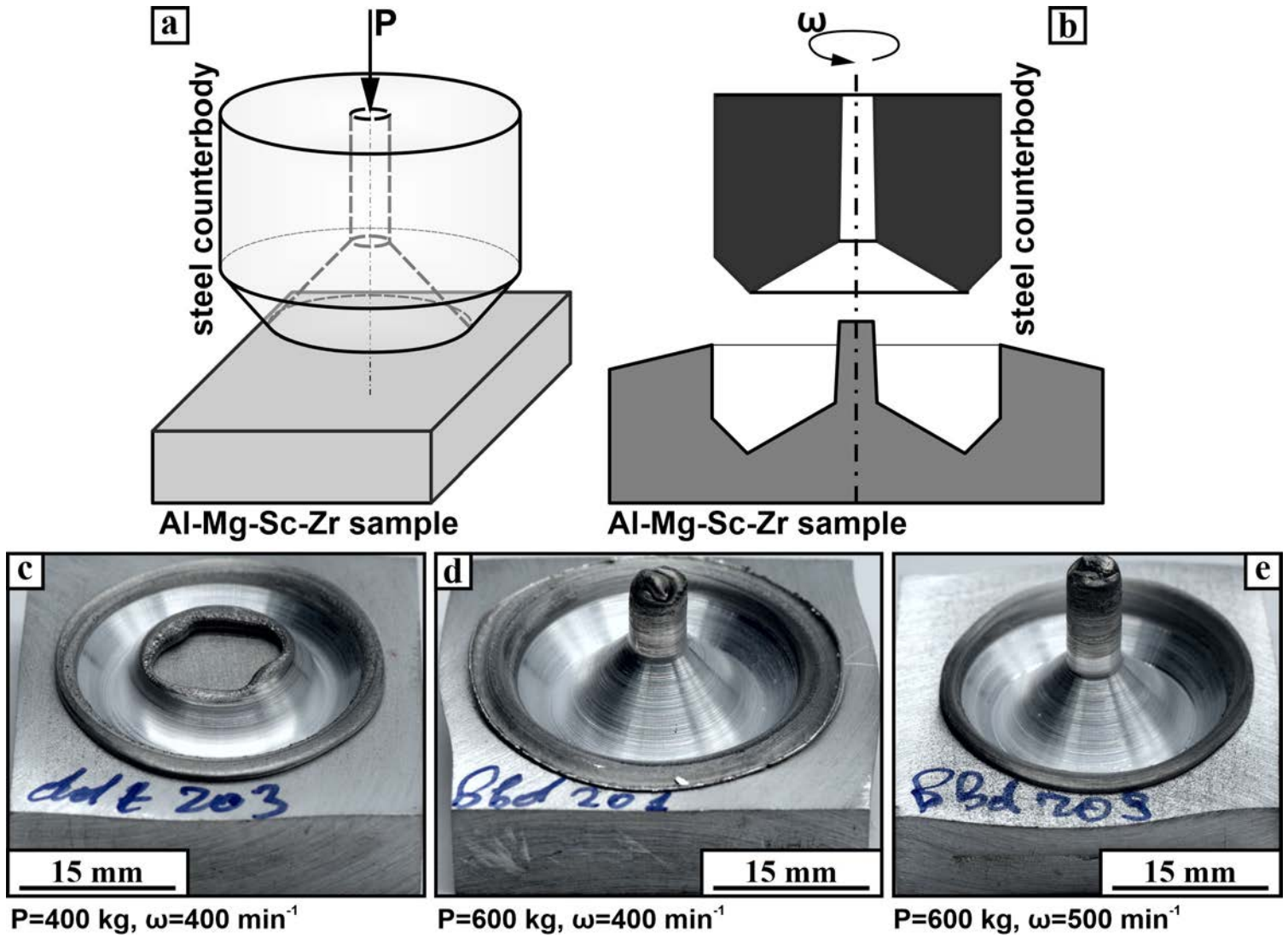
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

Введение



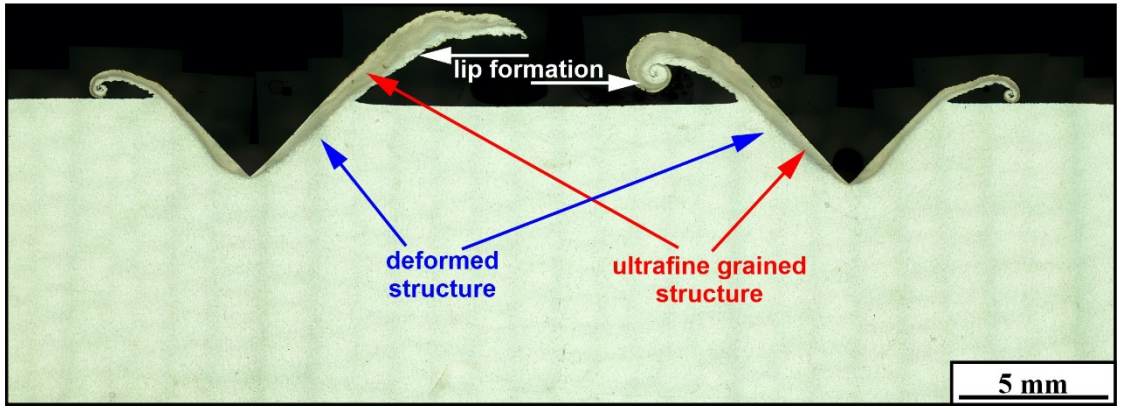
- Механизмы формирования зоны перемешивания и соседних зон при сварке трением с перемешиванием, помимо основанных на эффекте адгезионного трения процессов, связаны также с переносом материала из зоны перед инструментом - в зону за инструментом.
- Одним из основных возможных механизмов формирования соединения в данном случае является послойный адгезионный перенос материала в измельченном ультрамелкодисперсном состоянии.
- Для установления взаимосвязи процесса сварки трением с перемешиванием с тем или иным процессом необходимо проведение исследований при диаметрально-противоположных процессах с наличием только адгезионного процесса переноса материала или, наоборот, с исключительно экструзионным процессом формирования зоны перемешивания с экструдированием материала в условиях высоких нагрузок (высокого давления).
- В таком случае можно установить, какой из факторов при формировании соединения является определяющим.
- Для этого, в настоящей работе в качестве основной цели поставлены исследования процессов пластической деформации, фрагментации и течения материала на примере сплава типа Al-Mg-Sc-Zr, в условиях модельных экспериментов на трение в паре с контртелом сложной формы и экструдирование материала

- Схема процесса (a,b) и внешний вид (c,d,e) образцов после высоконагруженного трения в паре со стальным контртелом сложной конфигурации

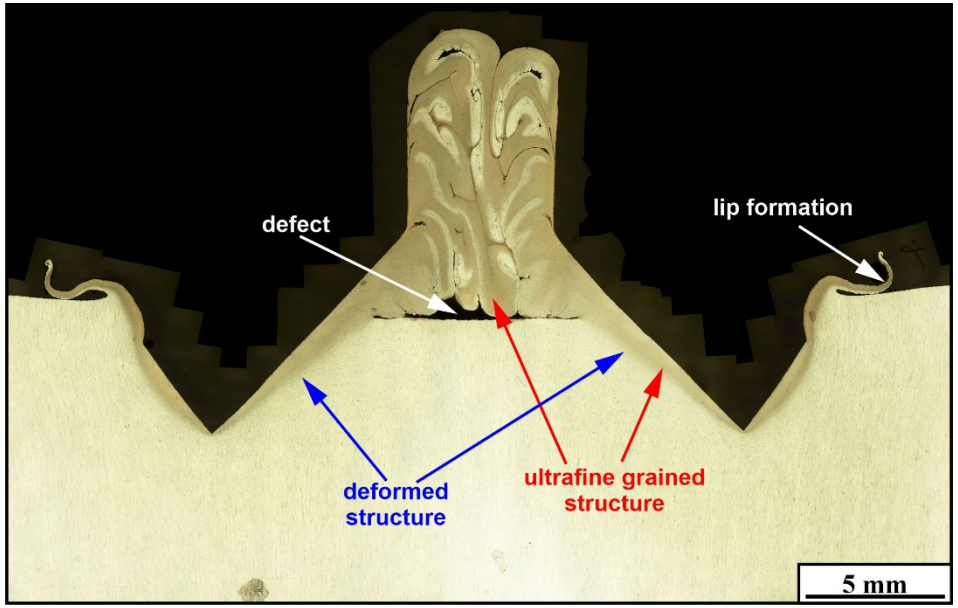


- Испытания производили в институте физики прочности и материаловедения с использованием лабораторной установки для сварки трением с перемешиванием и специальной оснастки.
- В образец при нагрузке 400-600 kg при скорости вращения 400-500 min^{-1} внедрялось контртело из стали 40Х13, время трения составляло 90 секунд.
- Контртело состояло из непосредственно зоны трения с материалом в виде заостренного кольца, внутренней полости конического вида и цилиндрического канала (a,b).
- В процессе трения при высокой нагрузке материал, выдавленный из зоны трения, уплотнялся в конической области и выдавливался в канал.
- После этого происходило образование уплотненной структуры в указанных зонах из выдавленного из зоны трения материала. Внешний вид полученных образцов представлен на c,d,e.

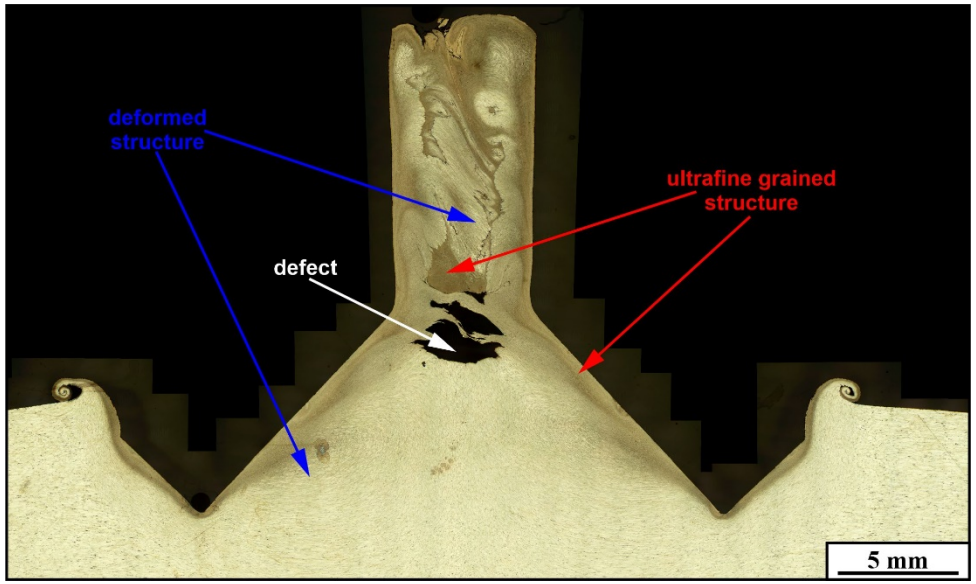
- Макроструктура образцов после испытаний



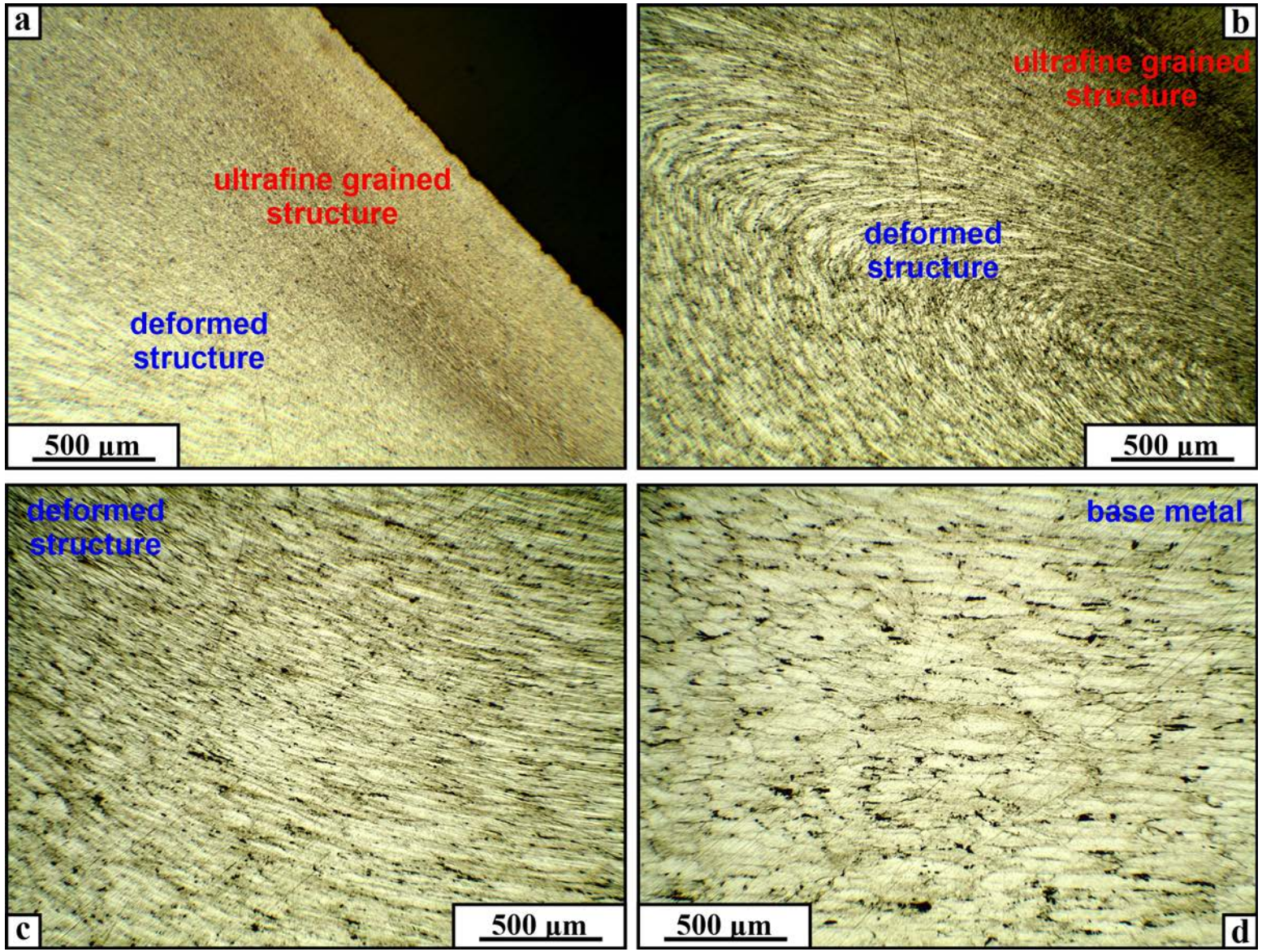
Структура образца с низкой степенью деформации



Структура образца со средней степенью деформации

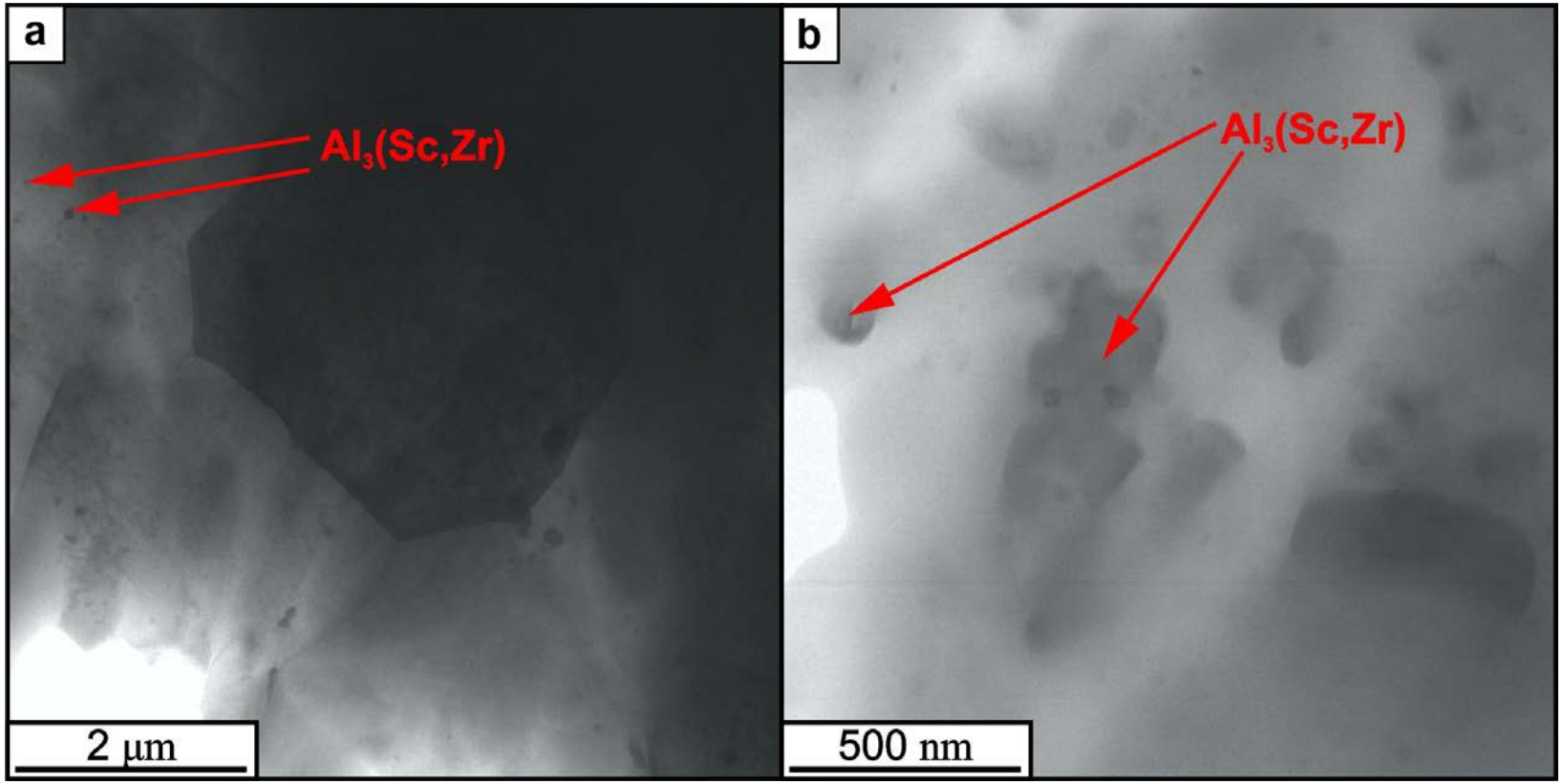


Структура образца с высокой степенью деформации



- Структура различных участков образца с высокой степенью деформации

- Микроструктура зоны перемешивания после высоконагруженного трения



Выводы

- Таким образом, проведенные исследования показывают, что в структуре материала образцов, сформированных при экструдировании материала из зоны трения и его уплотнения в канале контртела имеется ряд закономерностей, присущих также и структурам, полученным при сварке трением с перемешиванием. Так как механика процесса отличается от процесса сварки трением с перемешиванием, в материале не происходит образования слоистой структуры с чередованием однородных колец концентрического типа. Но, структура как на микроуровне, так и на макроуровне продолжает проявлять характеристики, присущие структурам, сформированным при сварке или обработке трением с перемешиванием. Образованием ультрамелкодисперсной структуры с равноосным рекристаллизованным зерном и чередование зон перемешивания и термомеханического влияния аналогичны проявляющимся при сварке или обработке. Но, для сварки трением с перемешиванием в целом нехарактерно затягиванием в зону перемешивания материала из зоны термомеханического влияния, что в условиях эксперимента происходило постоянно, хотя и было обусловлено геометрией процесса выдавливания материала из зоны трения. Исходя из результатов исследований можно установить, что явление адгезионного послойного переноса материала при контакте инструмента и заготовки при сварке трением с перемешиванием не является единственно возможным процессом образования структуры зоны перемешивания, так как экструдирование материала из зоны трения приводит к образованию аналогичных структур. При этом, результатов эксперимента недостаточно для того, чтобы утверждать об определяющей роли процесса экструдирования материала по сравнению с адгезионным переносом.

Контакты

Гусарова А.В., Чумаевский А.В., Гурьянов Д.А. и др.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

E-mail: tch7av@gmail.com

II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР
КРАСНОЯРСК
30 июля 2021

«AMS-II 2021: Достижения в материаловедении»