

# ПРОЦЕССЫ ФРАГМЕНТАЦИИ, ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И РАСПЛАВЛЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ

*Иноземцев А.В., Волкова А.Ю.*

*Руководитель – проф., д.ф.-м.н. Гринберг Б.А.*  
ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург, avinz@imp.uran.ru

Разработка и совершенствование технологий производства композиционных материалов требует исследований фундаментальных физических процессов, происходящих в твердых телах и на границах раздела в процессе их изготовления, в частности методом сварки взрывом – одним из наиболее эффективных методов получения многослойных композиционных материалов, биметаллических соединений и покрытий.

Использование композиционных материалов имеет следующие преимущества:

Покрытия могут обеспечить конструкционным материалам повышенную жаростойкость, коррозионную стойкость, износостойкость, а также экономию дорогостоящих материалов, наносимых в качестве покрытий. Слоистые композиционные материалы (СКМ) обладают высокой удельной прочностью, вязкостью разрушения, а также специальными физическими и эксплуатационными свойствами.

Однако свойства СКМ зависят от качества сварного соединения компонент. Качество соединения определяется структурой переходной зоны, которая в свою очередь зависит от режима получения соединения (в данном случае от режима сварки)

Целью работы являлось экспериментальное и теоретическое исследование закономерностей формирования структуры биметаллических соединений (титан – орторомбический алюминид титана, медь – тантал), выявление процессов, которые происходят при сварке взрывом и роли, которую играет при этом взаимная растворимость металлов, разработка новых подходов к анализу структуры соединений металл-металл, металл-интерметаллид.

В работе исследовались соединения разнородных металлов, которые сильно отличаются друг от друга и по температурам плавления, и по прочности. Свариваемые пары, в свою очередь, отличаются друг от друга по взаимной растворимости: для одних пар растворимость есть, для других – отсутствует. Предложена концепция одного из высокоскоростных механизмов диссипации энергии в переходной зоне при сварке взрывом – фрагментации типа дробления (ФТД), как процесса разделения приконтактных микрообъемов на фрагменты. ФТД представляет собой быстротечный процесс разделения на частицы, которые либо разлетаются, либо стыкуются друг с другом, который успевает произойти за время взрыва.

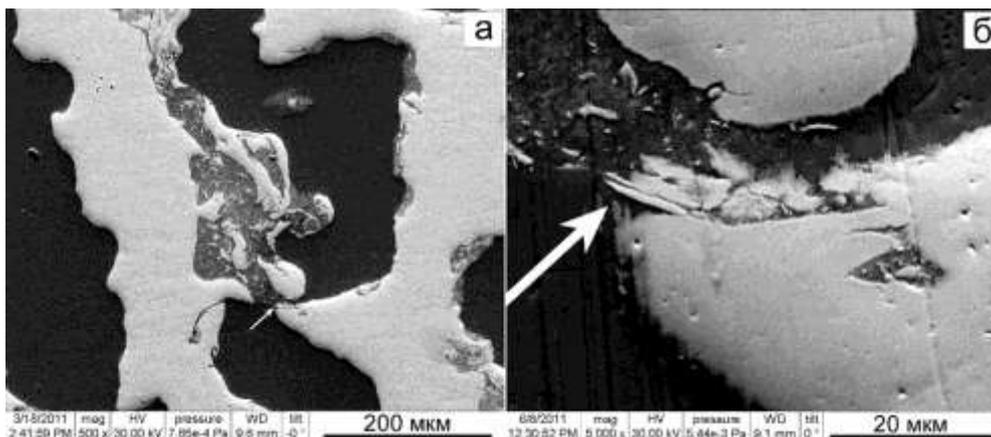


Рис. 1. Фрагментация тантала в переходной зоне биметаллического соединения металлов без взаимной растворимости (Cu-Ta): а – зона локального расплавления; б – фрагменты тантала в данной зоне.

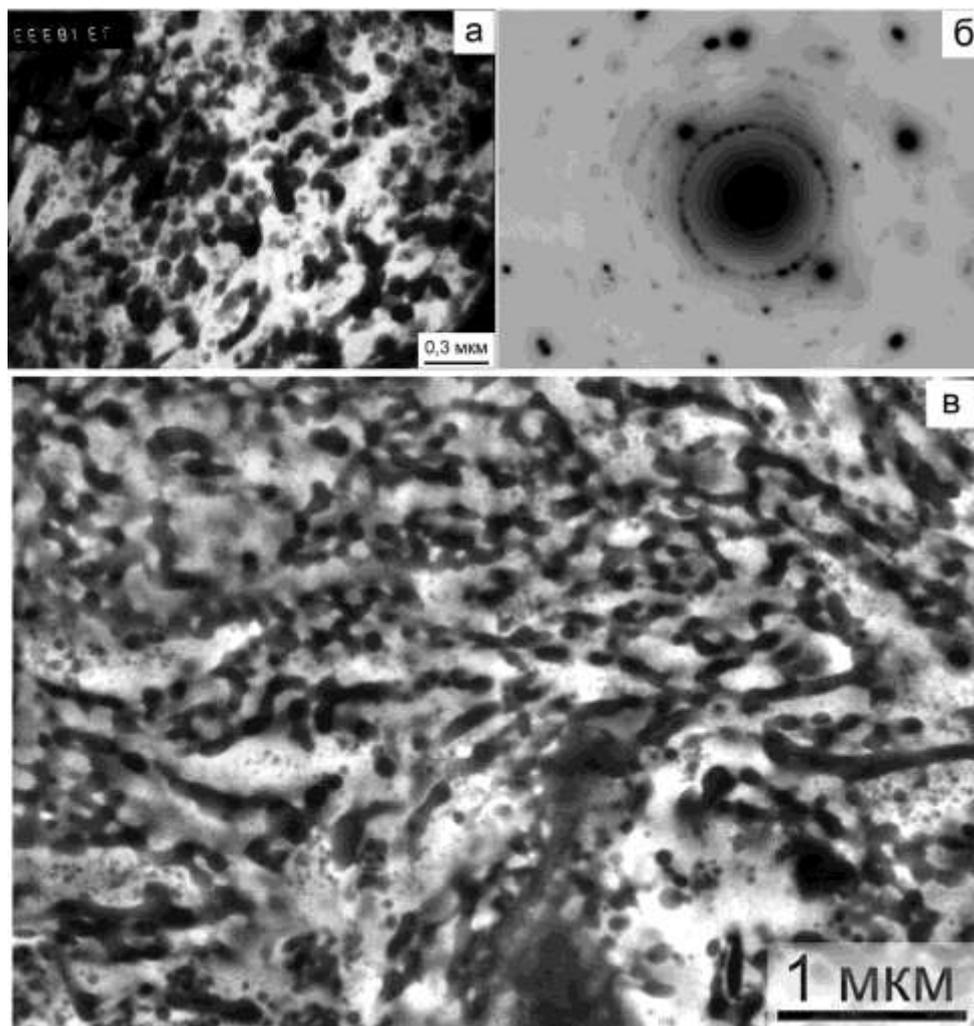


Рис. 2. Структура зоны перемешивания в соединении Cu-Ta, полученного при другом режиме сварки: а – ПЭМ изображения частиц тантала в медной матрице; б – инвертированное СЭМ изображение с подобного участка.

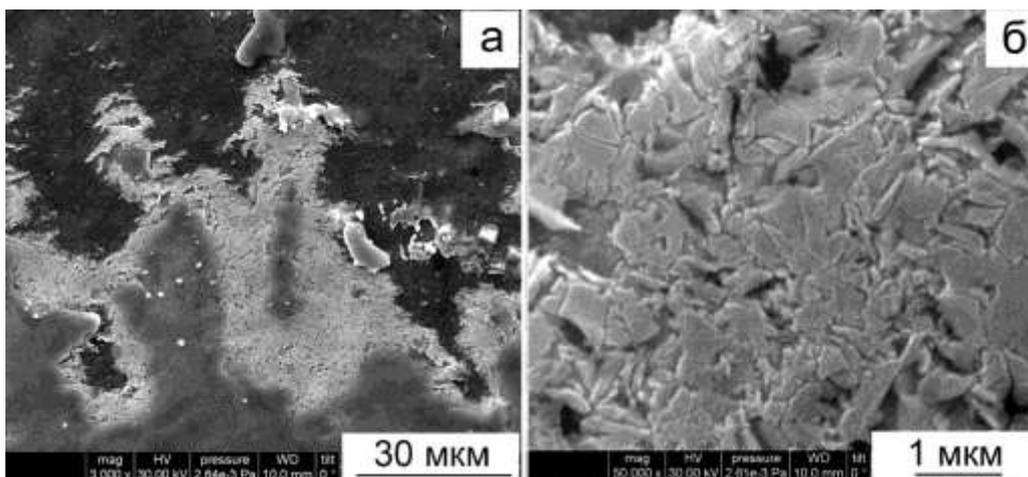


Рис. 3. Тонкий расплавленный слой в переходной зоне биметаллического соединения ВТИ-4 – ВТ1-0.

Также в работе изучены зоны расплавления (вдоль всей границы и локального), их микроструктура, химический и фазовый состав. Рассмотрен вопрос о причинах возникновения расплавов, их влияние на перемешивание, возможность вихреобразования, возникновения истинного либо коллоидного раствора при различной взаимной растворимости свариваемых материалов.

1. Б.А. Гринберг, М.А. Иванов, В.В. Рыбин и др. Структура переходной зоны при сварке взрывом (медь – тантал) // Деформация и разрушение материалов. 2011. №9. С.34–40.
2. Б.А. Гринберг, О.А. Елкина, О.В. Антонова, и др. Особенности формирования структуры переходной зоны соединения Cu-Ta, полученного сваркой взрывом // Автоматическая сварка. 2011. №7. С.24–31.
3. V.V. Rybin, B.A. Greenberg, M.A. Ivanov, et al. Nanostructure of Vortex During Explosion Welding // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 2011. V.11. №10. pp.8885–8895.
4. Б.А. Гринберг, М.А. Иванов, В.В. Рыбин, и др. Процессы фрагментации при сварке взрывом // Деформация и разрушение материалов. 2012. №8. С.2-13.