

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ БИМЕТАЛЛА Fe-Al ПОЛУЧЕННОГО СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Семенников И.С., Ларионова Н.В.,  
*Политехнический институт  
 Сибирский государственный университет*

Биметаллические соединения сталь – алюминий широко используются в алюминиевой промышленности. Получение биметалла с помощью сварки взрывом актуальная проблема на данный день. Использование биметаллов, полученных сваркой взрывом, значительно сокращает расход дефицитных металлов, увеличивает долговечность и надежность оборудования, где они использованы в качестве переходников, например, в электротермическом оборудовании, установках для исследования плазмы и т. д.

Целью данной работы является исследование зоны сварки между двумя материалами железом и алюминием. Сталь – алюминий (конструкция «ласточкин хвост»). Отличительная особенность данного переходников заключается в том, что полностью исключена возможность отслаивания алюминиевой и стальной частей переходника в процессе эксплуатации. Данный результат обеспечивается тем, что сварная поверхность здесь содержит участки типа «ласточкин хвост» (см. рис. 1).[1]



Рис.1. Общий вид сварного соединения типа «ласточкин хвост»

При традиционной технологии сварки взрывом граница сварного соединения имеет, как правило, плоский либо волнообразный вид. Участки типа «ласточкин хвост» формируют в ходе сварки взрывом неразъемное соединение алюминиевой пластины и стальной, поверхность которой перфорировалась прямоугольными пазами. Известно, [1] что сварка взрывом является наиболее предпочтительной для изготовления биметалла сталь – алюминий, так как позволяет решить целый ряд задач (экономия электроэнергии, уменьшение толщины образующейся интерметаллидной прослойки), что сложно получить с помощью других видов сварки.

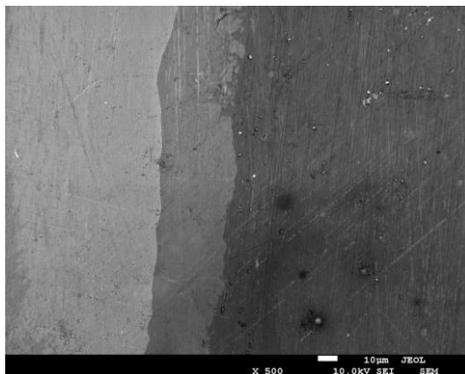


Рис.2. Плоское соединение Al-Fe

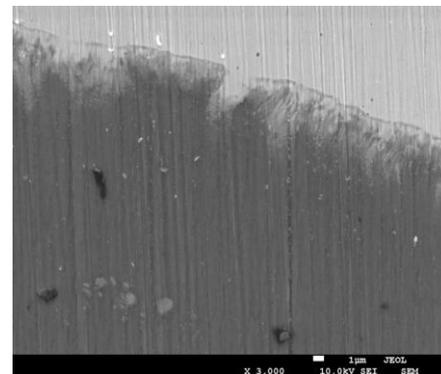


Рис.3. Профильное соединение Al-Fe

Исследовали 2 различных образца. Первый образец – сварка плоского соединения. Второй – сварка профильного соединения. Период-0,7 см, глубина-0,4 см. Микроструктуру исследовали в оптическом и сканирующем электронном микроскопе с микроанализатором JSM-7001F. На рис 2 изображен снимок с поперечного среза плоского соединения металлов. На данном снимке отчетливо видна диффузионная зона. На рисунке 3 видна зона сварки профильного соединения металлов. Исследования показали, что профильное соединение менее однородно, по сравнению с плоскостным.

Разрыв на машине марки Р-50[2] показал предел прочности данного соединения равный 20.85 МПа. Видно, что зуб текучести имеет излом, что связано с неоднородностью структуры сварного шва.

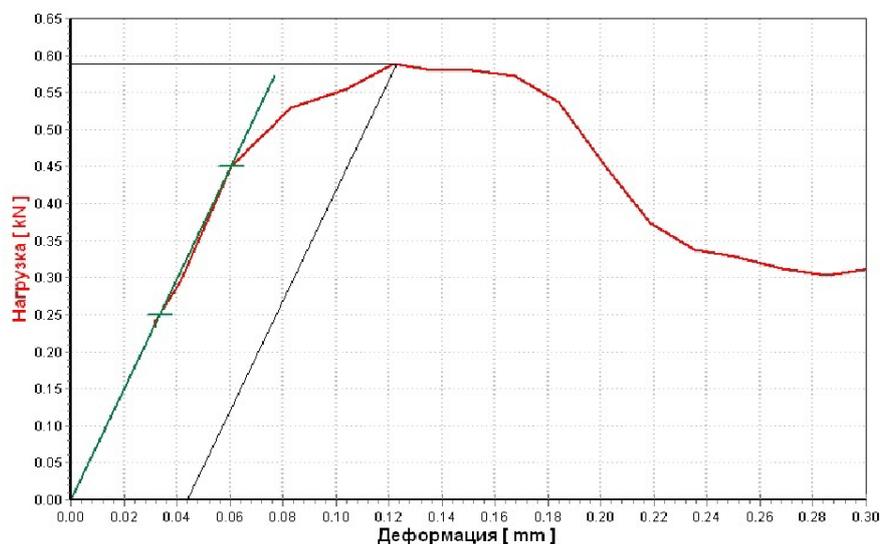


Рис.4. Кривая нагружения сварного соединения сталь-алюминий.

Описание	Результат
Диаметр, $d_0$	6.00 mm
Начальное сечение, $S_0$	28.27 mm
Расчетная длина, $L_0$	22.00 mm
Длина после разрыва, $L_u$	22.00 mm
Диаметр после разрыва, $D_u$	6.00 mm
Предел текучести при 0.20 %, $R_p$	20.82 МПа
Предел прочности, $R_m$	20.85 МПа

Поверхность разрыва образца исследовали на сканирующем электронном микроскопе JSM-7001F, На рисунке 5 показана поверхность разорванного образца. Изображение получено во вторичных электронах; области микроанализа отмечены крестиками.

Таблица.1. Химический состав точек поверхности разрыва, вес. %.

Название элемента.	Al	Si	Fe
.Spectrum 1	26.90	0.42	21.76
.Spectrum 2	38.53	0	57.20

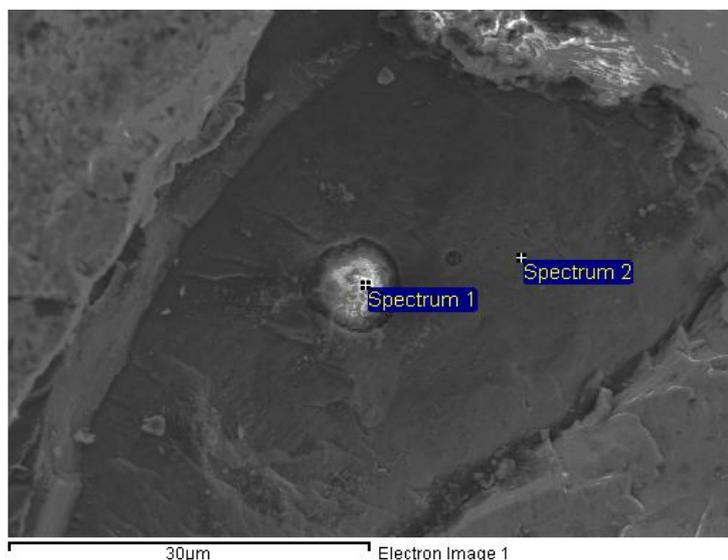


Рис. 5. Поверхность разорванного образца изображение во вторичных электронах; области микроанализа отмечены крестиками.

Изображение, приведенное на рис.5. иллюстрируют неоднородности в зоне сварного шва. Эти неоднородности структуры приводят к неоднородностям механических свойств. На рис.4. мы видим изломы на кривой нагружения. Причиной возникновения неоднородности структуры в зоне сварного шва является перераспределение элементного состава свариваемых металлов. При сварке взрывом в зоне соединения распространяется фронт детонационной волны со скоростью, лежащей для существующих ВВ в пределах 2000—8000 м/с. Контактующие поверхности могут находиться под давлением  $10^2$ - $10^3$  МПа.[4] В случае соединения железа с ал мы наблюдаем подобные эффекты.

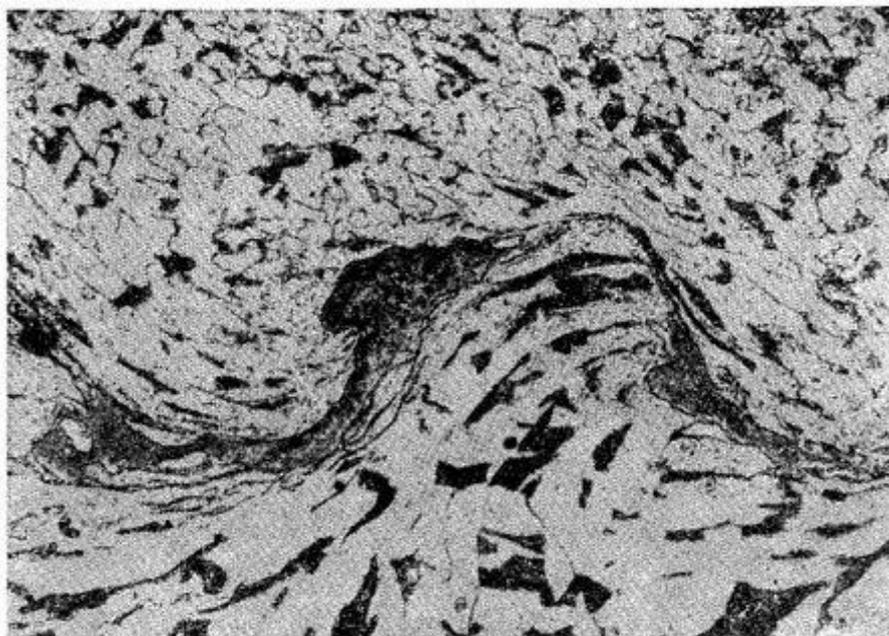


Рис.6. Участки мартенситной структуры в зоне соединения Ст3+Al[3].

#### Выводы

1. Исследованы продукты механохимической реакции в сварном шве биметаллического образца сталь-алюминий.
  2. С помощью разрывной машины марки Р-50 показано, что сварной шов сталь-алюминий сварного соединения типа «ласточкин хвост» выдерживает нагрузку 20.85 МПа.
  - 3 Проведен микроанализ поверхности разрыва образца с помощью сканирующего электронного микроскопа.
- Руководитель: профессор Квеглис Л.И.

## Литература:

1. Технологические особенности сварки взрывом при изготовлении биметаллических конструкций Алюминий-сталь Босенко К.А.
2. Бюл. 31 от 10.11.2000 г. "Машина испытательная серво гидравлическая для механических испытаний материалов"
3. Беляев А. Ф., Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем, М., 1968;
4. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Зельдович Я.Б. Райзер Ю.П. 3 –е издание 2008 г.