

УДК 621.791.13

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ СОЕДИНЕНИЙ ВСт3 сп+АМг6**

А. Н. Дородников, аспирант; А. Н. Лата, студент гр. МС-428, IV курс;  
Ф. А. Тунгулуков, студент гр. МС-428, IV курс

Научные руководители: Е. В. Кузьмин, к.т.н.; А. П. Пеев, к.т.н., доцент  
Волгоградский государственный технический университет  
г. Волгоград

В настоящее время во многих областях промышленности широко применяются комбинированные сталеалюминовые композиционные материалы, максимально использующие свойства каждого металла и позволяющие создавать узлы и детали со специальными свойствами: износостойкость сталей с малой плотностью и высокой теплопроводностью алюминиевых сплавов, жаропрочность, твердость.

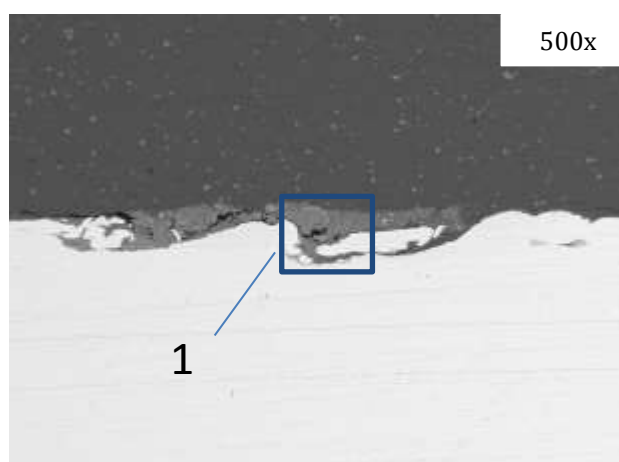
Однако получение композита сталь+алюминий в твердом состоянии связано с рядом трудностей, основа которых лежит в различии их теплофизических и механических свойств, что в свою очередь приводит к появлению в зоне соединения значительных термических напряжений и хрупких интерметаллических фаз.[1, 2]

Подбором оптимальных технологических параметров сварки взрывом удается добиться получения соединений равной прочности композитов из стали и чистого алюминия. Более существенной проблемой является получение равнопрочных соединений алюминиевых сплавов со сталью, область свариваемости которых заметно сокращается при увеличении твердости материала, а при HV более 500 МПа получить прочное соединение невозможно.

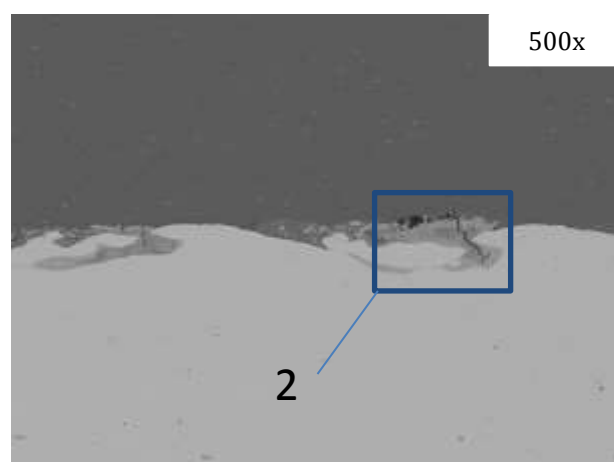
Целью работы является исследование возможности расширения области свариваемости композиционного материала ВСт3сп+АМг6 за счет применения одновременной ультразвуковой обработки в процессе взрывного нагружения.

Для проведения исследований в качестве исходных материалов использовали стальные пластины марки ВСт3сп толщиной 3 мм и пластины из алюминиевого сплава АМг6 - 1,4мм. Сварку взрывом с одновременным воздействием ультразвука осуществляли как по прямой схеме (метаемая пластина - АМг6), так и по обратной (метаемая пластина – ВСт3сп). Расчетная величина энергии затрачиваемой на пластическую деформацию выбиралась вблизи нижней границы области свариваемости, и составляла  $W_2=0,4$  МДж/м<sup>2</sup>, а скорость точки контакта составляла  $V_k=1900$  м/с. Пьезокерамический преобразователь подключался к неподвижной пластине в направлении противоположном процессу сварки (вектору скорости контакта) с частотой ультразвуковых колебаний 23 кГц.

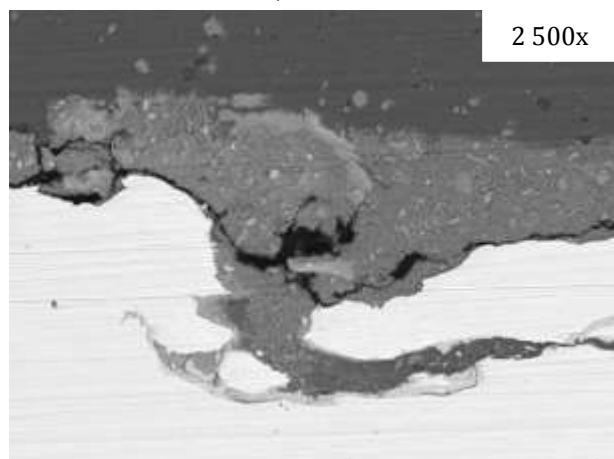
Микроструктурные исследования границы раздела в полученных соединениях выявили участки, имеющие следы перегрева, которые расположены преимущественно в местах наибольшей пластической деформации слоев металла - на склонах гребней волн. В участках, претерпевших пережог, наблюдаются грубые прослойки и скопления типа эвтектики по границам зерен твердого раствора. В контрольных образцах, полученных без применения ультразвукового воздействия, наблюдались трещины, расположенные вдоль линии соединения (рис. 1 а, б), а в соединениях, полученных сваркой взрывом с воздействием ультразвука, наблюдались лишь локальные трещины в объемах расплавленного металла (рис. 1 в, г).



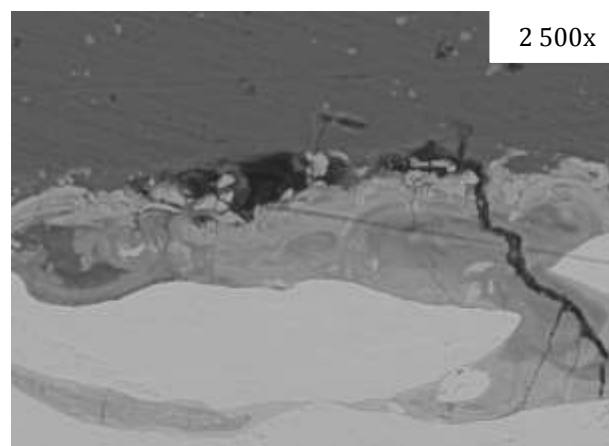
а)



в)



б)



г)

Механические испытания показали, что наиболее высокой прочностью на отрыв слоев (около 280 мПа) обладали соединения, сваренные по обратной схеме с применением ультразвуковой обработки. Что в свою очередь, по-видимому, связано с акустопластическим эффектом [3] возникающим в при-контактных слоях высокопрочного алюминиевого сплава.

Первые эксперименты показали, что воздействие ультразвуковых колебаний в процессе сварки взрывом позволяет снизить вероятность образование

дефектных структур в зоне соединения ВСт3 сп+АМг6 и существенно расширить границы области свариваемости материалов.

#### Список литературы

1. Свойства соединений аустенитной стали с алюминиевыми сплавами при сварке взрывом / Е.Б. Сахновская, В.С. Седых, Ю.П. Трыков // Сварочное производство. - 1971. - №1. - С. 34-36.

2. Воеводин Л.Б. К вопросу о неудовлетворительной свариваемости алюминиевых сплавов. // Металловедение и прочность материалов. Межвузовский сборник научных трудов. – Волгоград: ВПИ, 1983. -с. 83-86.

3. Effect of Ultrasonic Vibration on Compression Behavior and Microstructural Characteristics of Commercially Pure Aluminum/Saeed Bagherzadeh and Karen Abrinia (Submitted May 29, 2015; in revised form August 28, 2015; published online October 7, 2015)