

УДК 621.791.051.4

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СВАРЕННОГО ВЗРЫВОМ МЕДНО-АЛЮМИНИЕВОГО КОМПОЗИТА

Михаил Дмитриевич Трунов<sup>(1)</sup>, Кристина Михайловна Земцова<sup>(2)</sup>

*Аспирант 1 года<sup>(1)</sup>, магистр 1 года<sup>(2)</sup>,  
кафедра «Материаловедение и композиционные материалы»  
Волгоградский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Д.В. Проничев,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение и композиционные материалы» ВолГТУ*

Современные индустрия и технология требуют новых материалов с трудно совместимыми свойствами, такими как, например, высокая стойкость к коррозии, к истиранию, высокая прочность в сочетании с дешевизной. С помощью сварки взрывом (СВ) можно соединять как одинаковые, так и различные металлы и сплавы, получая материал с необходимыми свойствами. Свойства околошовной зоны и самого сварного шва зависят от многих параметров СВ, одним из которых является энергия, затрачиваемая на пластическую деформацию металла  $W_2$  [1], достоинством которого перед остальными является универсальность, заключающаяся в том, что он позволяет оценивать сварку взрывом разных металлов, с разными технологическими параметрами, используя только одну величину.

Целью данной работы стал анализ влияния  $W_2$  на структуру и теплопроводность слоистого композита АД1 + М1.

Для проведения исследований использовался медно-алюминиевый композит, полученный по угловой схеме СВ таким образом, что значения  $W_2$  лежали в диапазоне от 0,8 до 2,3 МДж.

Структурные исследования участков сварного шва композита проводили, анализируя микроструктуры на оптическом микроскопе Olympus VX-61 и микротвердость на микротвердомере ПМТ-3. Теплопроводность композита исследовали на измерителе Теплофон КИТ-02ц.

В ходе анализа микроструктур выделено четыре различных зоны соединения металлов. Первая зона образуется при  $W_2 \sim 0,8 \dots 1,1$  МДж и сопровождается качественным соединением. Значения микротвердости находятся на уровне 0,4...0,42 и 1...1,2 ГПа для алюминия и меди соответственно. Формирование второй зоны происходит при  $W_2 \sim 1,1 \dots 2,0$  МДж. Отличительной характеристикой второй зоны является наличие фрагментов интерметаллидов, занимающих около 80 % границы соединения. Микротвёрдость меди остается на уровне первой зоны, тогда как у алюминия понижается не превышая 0,4 ГПа, значение микротвёрдости интерметаллидов составляет 1,5 ГПа. Возникновение третьей зоны наблюдается при  $W_2 \sim 2,0 \dots 2,45$  МДж. Помимо интерметаллидов в данной зоне также наблюдается волновой профиль соединения. В интерметаллидах зафиксированы трещины, перпендикулярные сварному шву. В четвертой структурной зоне, возникающей в диапазоне  $W_2 \sim 2,4 \dots 2,58$  МДж происходит образование вырванных участков алюминия в медном слое. Интерметаллидные включения, твердость которых достигает 1,8...2,4 ГПа, в данной зоне имеют мелкие усадочные раковины.

Измерение толщин составляющих композит участков позволило рассчитать теоретическое значение величины его теплопроводности, которое сравнивалось с

экспериментальным. Данное сравнение выявило, что экспериментальное значение, составляющее  $\sim 210$  Вт/(м·К), меньше теоретического более чем на 30 %. Такое отличие обусловлено наличием зон максимального упрочнения [2, 3] в исследуемой паре. Измерения теплопроводности проводили для каждой из четырёх выделенных зон.

Таким образом, в проведённой работе проанализированы и классифицированы возможные участки микроструктуры, возникающие при различных режимах энергетического воздействия при СВ, представлено распределение значений теплопроводности в зависимости от  $W_2$ , показаны результаты влияния СВ на теплопроводность композита.

### **Литература**

1. *Лысак В.И., Кузьмин С.В.* Сварка взрывом. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 544 с.
2. *Трыков Ю.П.* Теплопроводность медно-алюминиевого композита / Ю.П. Трыков, Д.В. Проничев, Л.М. Гуревич, О.В. Слаутин, А.В. Волчков // Технология материалов, 2007. – № 7. – С. 31-35.
3. *Трыков Ю.П.* Композиционные переходники: монография / Ю.П. Трыков, Л.М. Гуревич, Д.В. Проничев; ВолгГТУ. – Волгоград: РПК «Политехник», 2007. – 328 с.