

УДК 621.791.18

Влияние предварительной деформационной обработки соединяемых диффузионной сваркой материалов на качество биметалла бронза/сталь

Рогачев Станислав Олегович¹csaap@mail.ru
SPIN-код: 7526-2588Рогалин Владимир Ефимович²v-rogalin@mail.ru
SPIN-код: 1644-1244Сундеев Роман Вячеславович^{2,3,4}sundeev55@yandex.ru
SPIN-код: 5386-3376Хомич Юрий Владиславович²YKhomich@yandex.ru
SPIN-код: 5923-9035Ямщиков Владимир Александрович²yamshchikov@ras.ru
SPIN-код: 5213-3029Баженов Вячеслав Евгеньевич¹v.e.bagenov@gmail.com
SPIN-код: 8961-4851¹ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия² Институт электрофизики и электроэнергетики РАН, Санкт-Петербург, Россия³ МИРЭА — РТУ, Москва, Россия⁴ ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, Москва, Россия

Аннотация. Проведены комплексные исследования особенностей консолидации биметаллических образцов бронза/сталь в зависимости от исходного состояния компонентов и температуры процесса диффузионной сварки. Показано, что при более технологичной температуре диффузионной сварки (750 °С) предварительно модифицированные методом кручения под высоким давлением образцы обладают наилучшим качеством соединения.

Ключевые слова: диффузионная сварка, модификация структуры, кручение под давлением

Введение. Диффузионная сварка (ДС) широко применяется для получения высококачественного соединения разнородных материалов [1]. Параметры процесса ДС существенно влияют на процесс консолидации и качество сварного соединения [2]. Одно из применений ДС — получение прочного соединения медных сплавов со сталью. Такой биметаллический материал обладает высокой электро- и теплопроводностью, хорошей износостойкостью и удовлетворительной прочностью, поэтому он часто используется в различных высокотехнологичных устройствах, в частности в аксиально-поршневых насосах [3]. Интенсификация процесса и снижение температуры ДС является актуальной задачей. В работе эта задача решалась при создании биметалла из стали 12Х2Н4А и бронзы БрО10С2НЗ. Для этого была осуществлена предварительная модификация свариваемых металлов путем создания деформации.

ционно-индуцированных структур за счет пластической деформации кручением под высоким давлением (КВД).

Методы и материалы; результаты. Исходными материалами были прутки из стали 12Х2Н4А и бронзы БрО10С2Н3. Из прутков были изготовлены плоские образцы диаметром 8,8 мм и толщиной 0,7 мм. Часть образцов подвергали пластической деформации методом КВД при комнатной температуре и числе оборотов $N = 5$. Консолидацию биметаллических образцов бронза/сталь выполняли методом ДС при температурах 850, 800 и 750 °С. Для анализа образцов использовали рентгеновскую дифрактометрию, сканирующую микроскопию с энергодисперсионным анализатором и измерение микротвердости.

В процессе ДС зафиксирована преимущественно зернограничная диффузия меди в слой стали. Установлено, что при использовании более технологичной температуры ДС (750 °С) модифицированные образцы обладают наилучшим качеством соединения и наиболее дисперсной и однородной микроструктурой.

Заключение. В работе удалось снизить температуру процесса ДС стали 12Х2Н4А и бронзы БрО10С2Н3 на 100 °С за счет предварительной модификации структуры металлов путем КВД и обеспечить получение высококачественного соединения. Этот результат имеет принципиальное значение, так как помимо энергетической выгоды, предотвращается недопустимый распад структуры бронзы, происходящий при температурах свыше 800 °С.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ
(соглашение № 24-19-00727).*

Список источников

- [1] Люшинский А.В. *Диффузионная сварка разнородных материалов*. Москва, ИЦ «Академия», 2006, 208 с.
- [2] Venugopal S., Seeman M., Seetharaman R., Jayaseelan V. The effect of bonding process parameters on the microstructure and mechanical properties of AA5083 diffusion-bonded joints. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 2022, vol. 5, pp. 555–563. <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2022.07.003>
- [3] Wang X., Tang B., Wang L., Wang D., Dong W., Li X. Microstructure, microhardness and tribological properties of bronze-steel bimetallic composite produced by vacuum diffusion welding. *Materials*, 2022, vol. 15, art. no. 1588. <https://doi.org/10.3390/ma15041588>