

## УДК 621.791

### **ВЛИЯНИЕ СВАРОЧНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ПРИ НАПЛАВКЕ НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ СИСТЕМЫ FE-AL**

Владимир Геннадьевич Широкоград

*Студент 6 курса,*

*кафедра «Технологии сварки и диагностики»*

*Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: Роман Сергеевич Михеев,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Развитие машиностроения и промышленности выдвигает новые требования к конструкциям и их характеристикам. Они должны обладать не только прочностью и надежностью, но быть легкими и энергоемкими. Сочетания этих свойств можно достичь как созданием новых видов материалов, так и за счет применения в конструкциях узлов из разнородных металлических материалов. Одной из разновидностей таких узлов, используемых в автомобилестроении, судостроении и других областях машиностроения, являются соединения стали с алюминием, позволяющие объединить высокие прочность и коррозионную стойкость в сочетании с низкой массой и пластичностью, достаточной для последующей обработки давлением.

В автомобилестроении тенденция замены стали алюминиевыми сплавами наметилась уже более 25 лет назад. Подсчитано, что снижение массы автомобиля на 100 кг в среднем экономит 0,3 л бензина на 100 км пробега [1]. В судостроении замена стали алюминиевыми сплавами позволяет уменьшить массу судна и понизить центр тяжести, а также обеспечивает такие важные преимущества, как высокая коррозионная стойкость и исключение намагничиваемости. Из алюминиевых сплавов изготавливают корпусные конструкции (преимущественно, легких судов), а так же надстройки, рубки, мосты, кожухи дымовых труб, переборки, выгородки и др. [2]. Широкое применение алюминиевые сплавы нашли и в производстве подвижного железнодорожного состава. Так в Европе из алюминиевых сплавов изготавливают около 80% железнодорожных вагонов [3].

Наряду с разнородными корпусными деталями широкое применение в промышленности получили биметаллические подшипники скольжения, состоящие из стальной основы и нанесенного на ее поверхность алюминиевого антифрикционного слоя, обеспечивающего низкий коэффициент трения и высокую сопротивляемость изнашиванию. Разработанные за последнее время гетерофазные композиционные материалы (КМ) на основе алюминиевых сплавов, армированные дискретными керамическими частицами, обладают лучшим сочетанием триботехнических свойств, что оправдывает возможность их применения взамен традиционных антифрикционных материалов [4,5].

Однако создание новых, уникальных по своим характеристикам конструкций, затрудняется плохой свариваемостью между алюминием и сталью. Это обусловлено различиями в теплофизических свойствах металлов (температура плавления, коэффициент теплового расширения, теплопроводность и др.), наличием оксидной пленки на поверхности алюминия, а так же образованием слоя интерметаллидных (ИМ) фаз системы  $Fe_xAl_y$ , ввиду крайне низкой взаимной растворимости алюминия в железе. Рост ИМ в зоне сплавления начинается при температурах более 823 К. Причем, данный слой обладает высокой твердостью и малой пластичностью, что приводит к образованию трещин в процессе кристаллизации сварочной ванны и, как следствие, разрушению соединения.

Увеличить прочность соединения возможно за счет контроля толщины и химического состава ИМ слоя. По данным исследований удовлетворительное по прочности соединение стали с алюминием достигается при толщине ИМ слоя не более 10 мкм [6]. Регулировать толщину ИМ слоя возможно путем ограничения тепловложения в зону сварки (наплавки) с помощью различных технологических приемов, включающих применение импульсных процессов, а также процесса сварко-пайки, характерной чертой которого является расплавление присадочного наплавляемого материала, в то время как основной материал находится в твердом состоянии. Введение в зону наплавки дополнительных легирующих элементов, а также наличие барьерных покрытий способствует образованию тройных соединений и уменьшению твердости интерметаллидного слоя. Комбинирование этих способов позволяет получить удовлетворительные прочностные характеристики сварных сталеалюминиевых конструкций.

### **Литература**

1. Schwingverhalten von mit modifiziertem MSG-Kurzlichtbogenprozess gefuegten Stahl-Aluminium-Mischverbindungen / U. Reisgen, L. Stein, M. Steiners et al. // Schweiß und Schneiden. 2010. 62, № 7/8. S. 396-399.
2. Биметаллические сталеалюминиевые соединения в судостроительных корпусных конструкциях / А.С. Орыщенко, Е. П. Осокин, В.И. Павлова, С.А. Зыкова // Автомат. сварка. 2009. №10. С.43-47.
3. Алюминиевые сплавы – перспективный материал в автомобилестроении / И.Н. Фриндлер, В.Г. Систер, О.Е. Грушко и др. // Материаловедение и терм. обработка. 2002. №9. С.3-9.
4. Чернышова Т.А., Михеев Р.С. Алюмоматричные композиционные материалы с карбидным упрочнением для решения задач новой техники // М.: Маска, 2013. 356 с.
5. Чернышова Т.А., Кобелева Л.И., Лемешева Т.В. Дисперсно наполненные композиционные материалы на базе антифрикционного силумина для узлов трения скольжения// Перспективные материалы. 2004. №3. С.69-75.
6. M. Kreimeyer, G. Sepold. Laser steel joined aluminium-hybrid structures// Proceedings of ICALEO'02, Jacksonville, USA, 2002.