

ПРЕПРИНТ

по теме «Лазерная сварка нержавеющей с углеродистой сталью

Аннотация:

Данный препринт представляет предварительные результаты экспериментального исследования по сварке разнородных сталей: аустенитной нержавеющей AISI 304 и низкоуглеродистой стали 20. Цель работы — установление корреляции между основными технологическими параметрами волоконно-лазерной сварки (мощность, скорость) и структурно-механическими свойствами сварного шва. Предварительные данные указывают на то, что ключевым фактором, определяющим качество соединения, является линейная энергия (P/v), а не абсолютная мощность лазера. Выявлен оптимальный диапазон параметров, минимизирующий образование хрупких фаз в зоне сплавления. Работа продолжается, и полные данные с подробной статистической обработкой будут представлены в рецензируемой статье.

Введение (актуальность и проблема):

Соединение нержавеющей и углеродистых сталей востребовано в энергетике и химическом машиностроении для создания экономичных биметаллических конструкций. Основная технологическая проблема — формирование в зоне сплавления хрупких интерметаллических фаз и карбидов хрома из-за различий в химическом составе и теплофизических свойствах материалов, что резко снижает прочность и коррозионную стойкость. Лазерная сварка, обладающая высокой скоростью и локализованным тепловложением, рассматривается как перспективный метод решения этой проблемы.

Методология (краткое описание):

Исследование проводилось на листах сталей AISI 304 и 20 толщиной 3 мм. Сварка выполнялась на волоконном лазере IPG YLS-5000 с варьированием мощности (1.8–2.6 кВт) и скорости (1.2–2.4 м/мин) по матрице из 15 режимов. Для анализа использовались: световая и

сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), измерения микротвердости по Виккерсу, статические испытания на растяжение.

Предварительные результаты:

- Микроструктурный анализ (СЭМ): При высоких значениях линейной энергии (> 100 Дж/мм) в зоне сплавления наблюдаются протяженные прослойки карбидов и участки с игольчатой структурой, характерной для мартенсита. При снижении линейной энергии (< 70 Дж/мм) эти зоны становятся прерывистыми или точечными.
- Механические свойства: Максимальный предел прочности при растяжении (~ 520 МПа) зафиксирован для режима с $P=2.2$ кВт и $v=2.0$ м/мин (линейная энергия ~ 66 Дж/мм). Прочность соединений, сваренных с высокой линейной энергией, не превышала 400 МПа.
- Микротвердость: В оптимальном режиме пиковая твердость в зоне сплавления не превышала 380 HV. В «горячих» режимах наблюдались скачки твердости до 450-500 HV, что косвенно подтверждает образование твердых и хрупких фаз.

Предварительные выводы и значимость:

Предварительные результаты позволяют сделать вывод о том, что для получения соединения с высокими механическими свойствами необходимо контролировать не мощность, а скорость охлаждения, управляемую через линейную энергию. Оптимизация в сторону уменьшения времени пребывания металла в критическом температурном интервале подавляет рост нежелательных фаз. Практическая значимость работы заключается в выработке предварительных технологических рекомендаций для режимов сварки биметаллических переходов.

Статус работы и дальнейшие шаги:

Данные находятся в процессе обработки. Планируется провести рентгенофазовый анализ (РФА) для точной идентификации фаз, дополнительные коррозионные испытания и статистическую обработку результатов для установления достоверных зависимостей. Полная версия

работы готовится для подачи в рецензируемый журнал «Сварочное производство».