

**Боровик Татьяна Николаевна**

старший преподаватель

**Белоусов Илья Владимирович**

ассистент

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»

г. Москва

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ**

*Аннотация: в статье рассмотрены различные способы регулирования поглощательной способности металлов при импульсной лазерной сварке. Автоматами приведены результаты экспериментальных исследований.*

*Ключевые слова:* лазерная сварка, серебро, поглощение, отражение, присадочные материалы.

С целью разработки обоснованной технологии сварки элементов приборов исследовалось влияние на прочность сварных точек способа подготовки поверхностей перед сваркой и зазора в нахлесточном соединении. Исследование вышеуказанных основных параметров и технологических факторов обуславливалось конструкцией свариваемых узлов и требованиями, предъявляемыми к ним при изготовлении некоторых приборов.

Влияние способов подготовки поверхностей металлов на прочность при срезе исследовалось на образцах, сваренных в исходном состоянии, после обезжиривания и после зачистки наждачной бумагой и обезжиривания.

Образцы, сваренные внахлестку, изготавливались из пластин никеля и стали 47НХР. Испытание образцов проводилось на срез.

В состоянии поставки на поверхности никелевых и стальных пластин находятся следы смазки после прокатки, следы пота от рук и т. д. Тонкий слой смазки оставался также в результате правки пластин в вальцах перед сваркой с целью устранения заусенец. Обезжиривание образцов включало тщательную протирку

поверхности салфетки и кистью, смоченными в спирте с последующим окунанием образцов в этиловый спирт.

Сварка производилась на следующем режиме:  $q = 6,8 \cdot 10^5 \text{ Вт/см}^2$ ;  $\tau = 5 \text{ мсек}$ ;  $df = 0 \text{ мм}$ ;  $f = 50 \text{ мм}$ . Материалы: верхняя пластина сталь 47ХР,  $h_1 = 0,3 \text{ мм}$ , нижняя пластина – никель НП-2,  $h_2 = 0,4 \text{ мм}$ . Сравнительные результаты механических испытаний элементарных образцов из никеля и стали 47ХР приведены на рисунке 1. Разрушение происходило путем среза точки по диаметру сплавления.

Прочность сварного соединения после механической зачистки наждачной бумагой М-10 с последующим обезжириванием на 22% выше по сравнению с образцами, сваренными в исходном состоянии металла, и на 18% выше по сравнению с обезжириванием образцов в  $C_2H_5OH$ . Это можно объяснить минимальной толщиной пленки окислов на поверхности металла и меньшим содержанием водорода на поверхности. Аналогичные результаты были получены при сварке Ni + Ni.

Ввиду того, что полировка поверхностей различными способами перед микросваркой находит широкое применение на практике, дополнительно определялось влияние некоторых способов полировки на прочность соединения Ni+Ni толщиной 0,15 мм. Качество таких поверхностей оценивалось высотой неровностей, образующихся на поверхности в результате различных способов ее обработки.

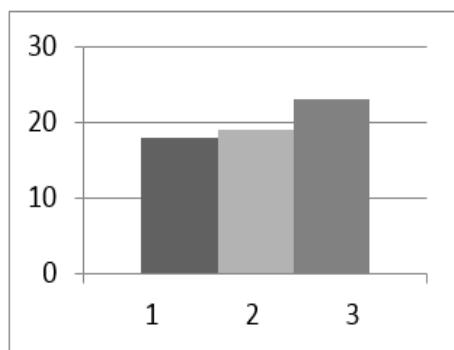


Рис. 1. Влияние способа подготовки поверхности на прочность сварного соединения (для стали 47ХР с никелем)

1 – сварка в состоянии поставки; 2 – сварка после обезжиривания поверхностей; 3 – сварка после механической зачистки и обезжиривания.

Известно, что при сварке нахлесточных точечных соединений зазор влияет на формирование сварочной ванны и на образование пор и несплавлений. Это влияние, в конечном счете, определяет прочность соединения. Однако данные по этому вопросу при лазерной сварке весьма незначительны и в них отсутствуют количественные оценки зависимости прочности сварных соединений от величины зазора.

При выполнении работы сваривали пластины из никеля НП2 толщиной 0,4 мм и пластины из стали 47НХР толщиной 0,3 мм с никелевыми при различных зазорах. Величину зазора варьировали от 0 до 0,14 мм с интервалом равным 0,01 мм. Величину зазора изменяли при помощи прокладок из фольги.

Испытание сварных соединений Ni + Ni проводили на срез, а соединения 47НХР + Ni испытывали на отрыв. Как видно из рисунка 2 с увеличением Z происходит снижение разрушающей нагрузки Р, уменьшение диаметра зоны сплавления D и глубины проплавления нижней пластины Δ. Хорошая корреляция между полученными зависимостями позволяет предположить, что уменьшение  $P_{cp}$  с увеличением Z объясняется уменьшением зоны сплавления и, следовательно, увеличением эффективного напряжения при той же нагрузке.

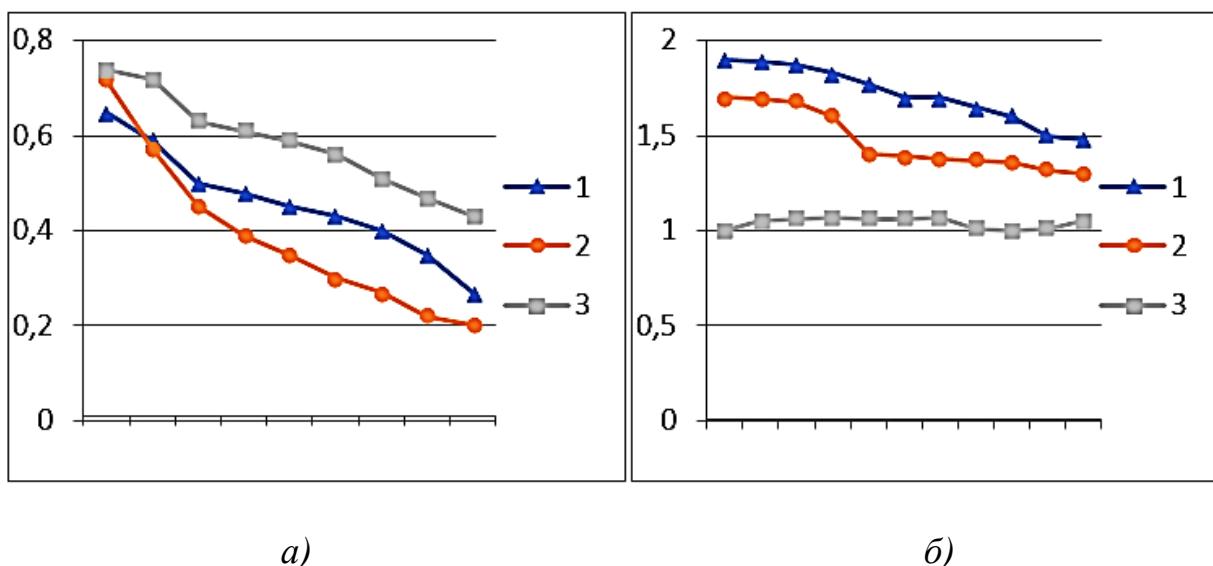


Рис. 2. Испытания сварных соединений

a) Ni + Ni; б) 47HXP + Ni.

### ***Список литературы***

1. Белоусов И.В. Влияние дефокусировки на возникновение прожогов при импульсной лазерной сварке серебра / И.В. Белоусов, Т.Н. Боровик // Образование и наука в современных условиях: Материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 12 марта 2017 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – №1 (10). – С. 220–221.