

Оценим эффективность устройства, сравним импульсно-дуговой процесс с подогревом электродной проволоки с автоматической сваркой в среде защитных газов. Для примера используем стандартное соединение С17 толщиной 8 мм.

Объем наплавленного металла на 1 м шва будет равен $0,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Масса наплавленного металла на 1 м^2 равна 0,328 кг.

Для нагрева и расплавления такой массы проволоки необходима энергия, которая состоит из:

-энергии, необходимой для нагрева 0,328 кг электродной проволоки от 20°C до 1450°C :

$$E_1 = 462 \cdot m \cdot (1450 - 20) = 2,164 \cdot 10^5 \text{ Дж} \quad (12)$$

-энергии, необходимой для расплавления 0,328 кг электродной проволоки, нагретой до температуры плавления:

$$E_2 = 84 \cdot m = 27,519 \text{ Дж} \quad (13)$$

-полная энергия, необходимая для нагрева и расплавления 0,328 кг электродной проволоки от 20°C :

$$E = E_1 + E_2 = 2,165 \cdot 10^5 \text{ Дж} \quad (14)$$

Если сравнить с энергией, необходимой для нагрева и расплавления того же объема электродной проволоки, но нагретой до температуры в 600 градусов $E_{\text{имп}} = 1,286 \cdot 10^5 \text{ Дж}$

Отношение энергий равно $\frac{E}{E_{\text{имп}}} = 1,682$, т.е. для нагрева и расплавления той же массы электродной проволоки, необходима энергия, меньшая в 1,68 раза. В схеме модулятора для импульсно-дуговой сварки эта энергия выделяется на сопротивлении.

Вывод.

Применение расчетно-графического метода для определения температуры нагрева проволоки позволяет оценить эффективность предлагаемого устройства, использующего в качестве сопротивления повышенный вылет электродной проволоки. Использование подогрева электродной проволоки позволяет повысить эффективность процесса сварки в 1,68 раза.

Литература.

1. Fedko V.T., Zernin E.A. Main reasons for splashing and methods of protection of welded components against molten metal splashes // Welding International. Volume 19, Issue 6, 2005, Pages 495-497.
2. K. Warsz. Pulsed arc welding: Practical specifications // Welding International, Volume 9, Issue 10, 1995.
3. Pavlov, N.V., Kryukov, A.V., Zernin, E.A. Distribution of temperature fields in welding in a gas mixture with pulsed electrode wire feed // Welding International. Volume 26, Issue 6, June 2012, Pages 483-484.
4. Mal'Chenko A.P., Voronkov Yu.N., Metelev A.V. & Lezhnev I.A. Pulsed-arc CO₂ welding // Welding International, Volume 6, Issue 6, 1992.
5. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю., Крампит М.А. Устройство для электродуговой сварки // Патент на изобретение № 2429112 от 20.09.2011 г.
6. Krampit A.G., Krampit N.Yu., Krampit M.A. Effect of the parameters of pulsed arc welding on the formation of a root layer in a narrow gap // Welding International, 2013.
7. Коновалов А.В., Куркин А.С., Макаров Э.Л., Неровный В.М., Якушин Б.Ф. Теория сварочных процессов // Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007 г., 752 с.
8. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке // Издательство «МАШГИЗ», 1951 г., 296 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ-МОДИФИКАТОРОВ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин, к.т.н., доцент, Д.С. Карцев, студент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(38451)5-09-06

E-mail: kuznechik_85@mail.ru

В сварных соединениях высоколегированных, коррозионно-стойких сталей, вследствие высокой электрохимической гетерогенности, обусловленной неоднородностью химического состава металла шва, структуры, свойств и напряженного состояния происходят наиболее интенсивные коррозионные разрушения по сравнению с основным металлом. Основной причиной разрушения трубо-

проводов, аппаратуры химической, металлургической, энергетической, атомной промышленности, теплоносителей [1,2].

Основные трудности свариваемости данных сталей обусловлены многокомпонентностью их легирования и разнообразием условий эксплуатации сварных конструкций. Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в металле шва и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер [3].

Для повышения стойкости против коррозионного износа, а также восстановления работоспособности оборудования, работающих в коррозионно-активных средах необходим комплексный подход, включающий создание и освоение новых методов восстановления работоспособности оборудования. В процессе эксплуатации происходит активный коррозионный износ, протекающий особенно интенсивно в зонах сварных соединений [5]. Для повышения коррозионной стойкости сварных соединений применяют несколько способов [3,5,6, 7].

В работе предлагается новый способ повышения коррозионной стойкости сварных соединений. Данный способ заключается в дозированной подаче наноструктурированных частиц, через защитный газ в сварочную ванну при помощи устройства [8].

Для экспериментальных исследований использовались образцы из стали 12Х18Н10Т в виде пластин толщиной 5 мм, сваренные плавящимся электродом в среде аргона сварочной проволокой марки 12Х18Н9Т согласно ГОСТ 14771-76. Образцы наплавлялись по четырем различным вариантам: №1 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения; №2 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением Мо в защитный газ; №3 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением Al_2O_3 в защитный газ; №4 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением W в защитный газ.

Для каждого режима применяли метод АМУФ ГОСТ 6032, реактив и режим воздействия были выбраны из данного ГОСТа, согласно рекомендациям для данной марки стали. Продолжительность испытания составила 2 часа. После окончания испытаний проводилась аттестация на стойкость к межкристаллитной коррозии (МКК) металлографическим методом, для чего были приготовлены металлографические шлифы из контрольных образцов, не подвергавшихся испытанию, и образцов после испытания.

Анализ микроструктур показал, что у всех образцов выявляется зеренная аустенитная структура с примерно одинаковым размером зерна. Однако, при одном и том же времени воздействия наиболее интенсивно вытравливались границы зерен у образцов №1 и №3 (рис 1 и 2).

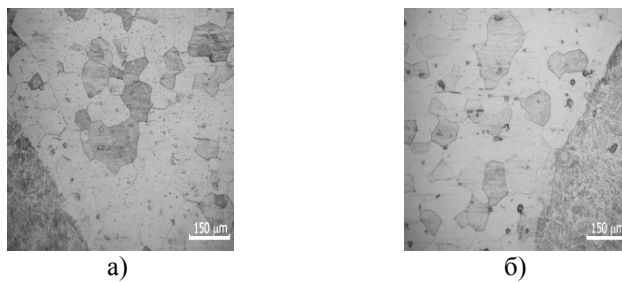


Рис. 1. Микроструктура металла сварного соединения (образец №1):
а) после испытаний; б) контрольный образец

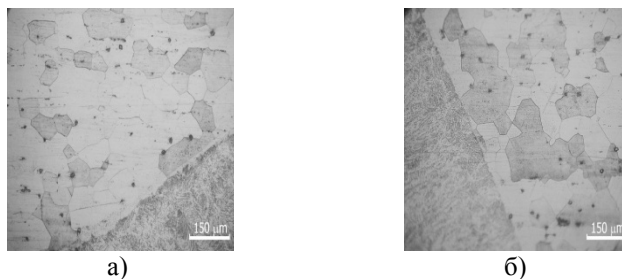


Рис. 2. Микроструктура металла сварного соединения (образец №3):
а) после испытаний; б) контрольный образец

Наиболее слабо травились образцы №2 и №4 (рис 3 и 4).

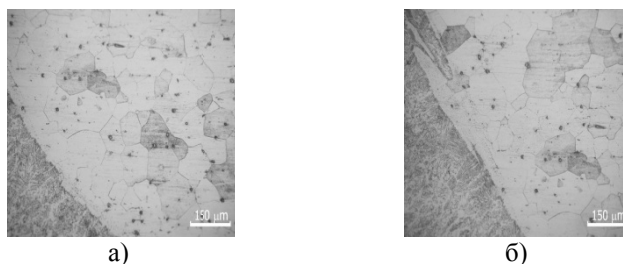


Рис. 3. Микроструктура металла сварного соединения (образец 2):
а) после испытаний; б) контрольный образец

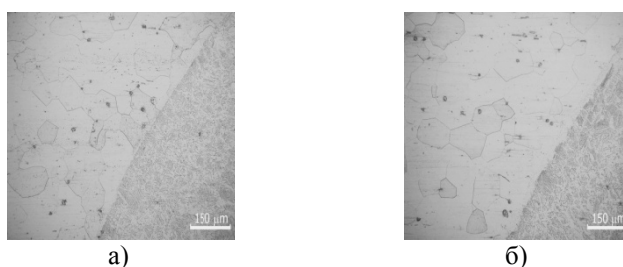


Рис. 4. Микроструктура металла сварного соединения (образец 4):
а) после испытаний; б) контрольный образец

Для определения глубины разрушения границы зерна выборочно была исследована структура образца после коррозионных испытаний с помощью лазерно-конфокального микроскопа. Результаты представлены на рис. 5. Они подтверждают отсутствие признаков коррозии по границам зерен чрезвычайно малой высотой z-координаты.

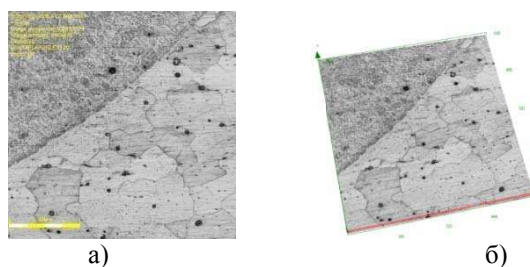


Рис. 5. Микроструктура образца (образец №2) после испытаний на МКК:
а) 2D-изображение; б) 3D-изображение

Оценка склонности к МКК производилась путем определения количества зерен с четко выявленными границами, ширина которых могла достигать 30 мкм. Проведенные исследования не обнаружили зерен с такой шириной границ. Самые тонкие границы зерен были у образца №4, в данном случае отмечена и наибольшая схожесть общего вида микроструктуры контрольного образца и образца после испытаний в агрессивной среде.

Литература.

1. В.И. Махненко, О.В. Махненко, С.С. Козлитина, Л.И. Дзюбак Сварные конструкции из аустенитной стали типа 10X18H10T в условиях радиационного распухания. // Автоматическая сварка, №2, 2012, с. 7-12.
2. Е.А. Кривоносова, Е.А. Синкина, А.И. Горчаков Влияние типа покрытия электрода на коррозионную стойкость металла шва стали 08X18H10T. // Сварочное производство, №4, 2012, с. 38-41.
3. Е.В. Коломийцев Коррозионно усталостная прочность тавровых соединений стали 12X18H10T и методы ее повышения. // Автоматическая сварка, №12, 2012, с. 41-43.
4. А.Г. Александров Коррозионная стойкость сварных швов аустенитно-ферритных сталей в щелочных средах. // Сварочное производство, № 8, 1990, с. 15-16.

5. Ю.Н. Сараев, Ю.В. Селиванов Оценка производительности и качества выполнения ремонтно-восстановительных работ оборудования из стали типа 12X18H10T. // Сварочное производство №1, 2011, с. 17-22.
6. А.Г. Александров Коррозионная стойкость сварных соединений хромоникелевых сталей в щелочных средах (обзор). // Сварочное производство, № 5, 1990, с. 12-13.
7. А.Н. Сафонов, Р.Д. Радченко Структура и коррозионная стойкость сварных соединений сталей аустенитного класса после лазерной обработки поверхности. // Сварочное производство, № 7, 1998, с. 5-9.
8. Кузнецов М.А., Зернин Е.А., Колмогоров Д.Е., Шляхова Г.В., Данилов В.И. Строение, морфология и дисперсность металла, наплавленной дуговой сваркой плавящимся электродом в аргоне в присутствии наноструктурированных модификаторов. // Сварка и диагностика, 2012, №6, с. 8-10.

МИКРОСТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ СВАРЕННОГО ВЗРЫВОМ КОМПОЗИТА ТИТАН/НИКЕЛЕВЫЙ СПЛАВ С CU/ТА В КАЧЕСТВЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ

В.И. Мали, к.ф.-м.н., доцент, Ю.Н. Малютина, аспирант, К.А. Скороход, студент

*Новосибирский государственный технический университет
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, тел.(383)-346-06-12*

E-mail: luliimaliutina@gmail.com

Суперсплавы на основе никеля являются важным классом материалов, которые широко используются в двигателях газовых турбин, электрической и химической промышленности за счет их превосходных свойств, таких как высокая прочность при повышенных температурах и коррозионная стойкость. Основным недостатком таких сплавов является их высокая чувствительность к образованию горячих трещин и трещин ликвации в сварном шве и в зоне термического влияния при сварке с другими материалами [1].

Существуют области авиационного строения, в которых сварка никелевых сплавов с титановыми необходима для уменьшения удельной массы детали. Однако проблема сварки таких материалов часто связана с металлургической несовместимостью и формированием хрупких соединений на границе сварного шва [2, 3]. Решением отмеченной проблемы может стать не прямое соединение материалов, реализуемое путем добавления промежуточного слоя, который препятствует диффузии атомов в процессе сварки [4, 5]. Для выбранной пары материалов наиболее часто используемой прослойкой является медь [6-8]. Медь не образует хрупких интерметаллидов с никелем, железом, хромом и углеродом. Более того это мягкий металл, который может деформироваться и распределять напряжения, вызванные несоответствием коэффициента термического расширения. Анализ литературных данных [9] показал, что использование промежуточного слоя системы медь - тугоплавкий металл является более эффективным способом соединения разнородных материалов, склонных к образованию химических соединений. Таким образом, цель работы заключалась в формировании композиционного материала титан / никелевый сплав методом сварки взрывом с использованием промежуточной вставки тантал / медь.

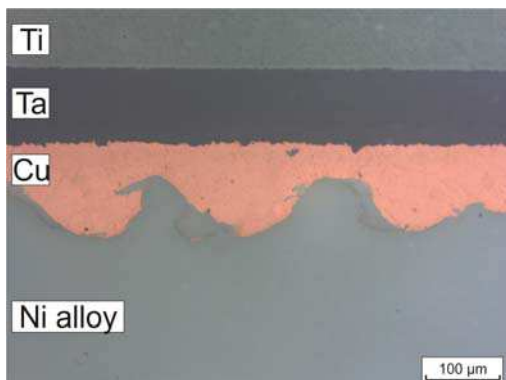


Рис. 1. Общий вид композиционного материала
исследования изучалась микроструктура полученного композита и определялись механические свойства.

В качестве основных материалов композиции использовался технически чистый титан марки ВТ1-0 и промышленный авиационный сплав основе никеля марки ХН73МБТЮ. В качестве материалов промежуточной вставки использовались технически чистый тантал ТВЧ и медь марки М0. Композиционный материал формировался по технологии сварки взрывом, реализуемой в Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН. Технология сварки взрывом является надежной для производства многослойных композитов, состоящих из разнородных материалов [10, 11]. Толщина пластин материалов, используемых для промежуточного слоя, составляла 100 мкм. В ходе