

ВЛИЯНИЕ НАНОПОРОШКОВ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

*Д.С. Карцев, студент группы 10А12,
научный руководитель: Кузнецов М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В сварных соединениях высоколегированных, коррозионностойких 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 [1,2].

Главной и общей особенностью сварки данных сталей является склонность к образованию в металле шва и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер [3, 4, 5].

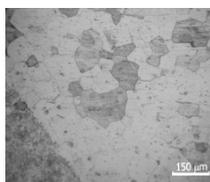
В процессе эксплуатации происходит активный коррозионный износ, протекающий особенно интенсивно в зонах сварных соединений [6]. Для повышения коррозионной стойкости сварных соединений применяют несколько способов [3,6,7, 8].

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.

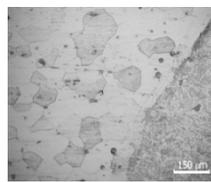
Наноразмерные порошки вольфрама и молибдена были получены по методу электрического взрыва проводника [10], а нановолокна $AlOON$ в процессе термогидролиза наноразмерного электро-взрывного порошка Al. Методика получения нановолокон $AlOON$, используемых в данной работе, описана в [11].

Для проведения испытаний экспериментальных образцов на коррозионную стойкость применяли метод АМУФ ГОСТ 6032. Реактив и режим воздействия был выбран из приложения Г ГОСТ 6032, согласно рекомендациям для данной марки стали. 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. Для регистрации результатов металлографического исследования использовались микроскоп оптический НЕОРНОТ-21 и микроскоп конфокальный лазерный сканирующий LEXTOLS4000.

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).

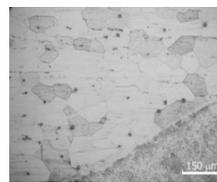


а)

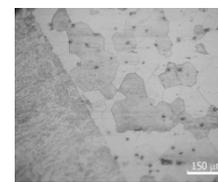


б)

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



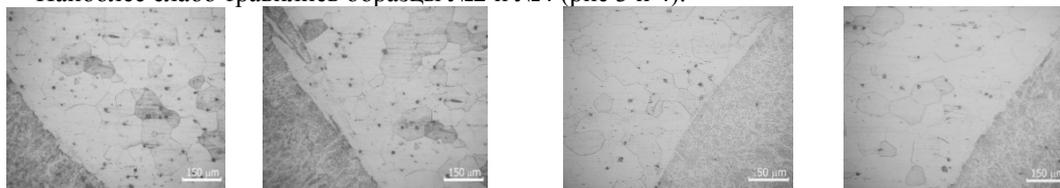
а)



б)

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

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



а)

б)

а)

б)

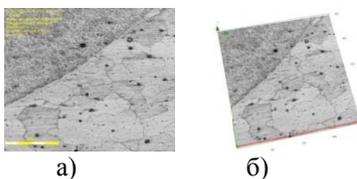
Рис. 3. Микроструктура металла сварного соединения (образец №2):

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.



а)

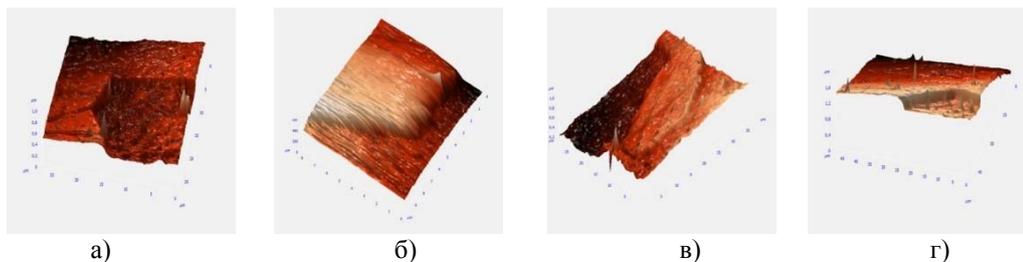
б)

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.

Микроструктура образцов представлена на рисунке 6.



а)

б)

в)

г)

Рис. 6. Микроструктура образцов:

а) образец №1; б) образец №2; в) образец №3; г) образец №4

Выводы:

1. Природа нанопорошков влияет на коррозионную стойкость образцов сварных соединений. Самые коррозионностойкие образцы получены при использовании нанопорошков молибдена и вольфрама.
2. Самые тонкие границы зерен были обнаружены у образца, в который при сварке добавлялся нанопорошок вольфрама.

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. D.P. Ilyaschenko, D.A. Chinakhov, Y.M. Gotovschik. Investigating the influence of the power supply type upon the properties of the weld joints under manual arc welding // *Advanced Materials Research*. - 2014 - Vol. 1040. - p. 837-844.
4. Павлов Н. В. , Крюков А. В. , Зернин Е. А. , Домнина Е. Г. Формирование структуры хромоникелевых аустенитных сталей при сварке с импульсной подачей проволоки в смеси газов // *Технология металлов*. - 2013 - №. 2. - С. 22-25.
5. Е.В. Коломийцев Коррозионно-усталостная прочность тавровых соединений стали 12X18H10T и методы ее повышения. // *Автоматическая сварка*, №12, 2012, с. 41-43.
6. А.Г. Александров Коррозионная стойкость сварных швов аустенитно-ферритных сталей в щелочных средах. // *Сварочное производство*, № 8, 1990, с. 15-16.
7. 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
8. А.Г. Александров Коррозионная стойкость сварных соединений хромоникелевых сталей в щелочных средах (обзор). // *Сварочное производство*, № 5, 1990, с. 12-13.
9. 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.
10. M.A. Kuznetsov, S.P. Zhuravkov, E. A. Zernin, D.E. Kolmogorov, N.A. Yavorovsky Influence of Nanostructured Powder Modifiers on the Structure of a Welding Bead // *Advanced Materials Research*. - 2014 - Vol. 872. - p. 118-122.
11. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва // *Известия Высших учебных заведений. Физика*. – 1996. – № 4. – с. 114 – 136.
12. Яворовский Н.А., Шиян Л.Н., Савельев Г.Г., Галанов А.И. Модифицирование полимерных мембран нановолокнами оксигидроксида алюминия // *Нанотехника*. – 2008. – №3 (15). – С.40-45.

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В.В. Гриценко, Л.А. Попов, студенты группы 10А22,

научный руководитель: Крюков А.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Конструкционные материалы - это материалы, из которых изготавливаются детали конструкций (машин и сооружений), воспринимающих силовую нагрузку. Определяющими параметрами конструкционных материалов являются механические свойства, что отличает их от других технических материалов (оптических, изоляционных, смазочных, лакокрасочных, декоративных, абразивных и др.). К основным критериям качества конструкционных материалов относятся параметры сопротивления внешним нагрузкам: прочность, вязкость, надежность, ресурс и др. [2].

Одновременно с развитием промышленности, возникает и необходимость в новых конструкционных материалов. Так как старые уже не соответствуют поставленным перед ними задачам. Так например условия эксплуатации оборудования в химической промышленности иногда оказываются слишком жестокими даже для высоколегированных сталей. Современные конструкционные материалы должны выдерживать максимальные температуры, химическую активность, резкое колебание температур, а также быть коррозионно-стойкими.

Перспективы новых конструкционных материалов обусловлены превосходством их свойств по сравнению с нержавеющей стали и цветными металлами. К числу новых конструкционных металлов и сплавов относятся титан, ниобий, цирконий, тантал, а также сплавы на их основе, также можно выделить ряд тугоплавких металлических материалов - карбиды, силициды и бориды.

К числу *современных конструкционных металлов* относятся алюминий и его сплавы.

Широко применяется алюминий и его сплавы в промышленности из-за его больших природных запасов. Химических, физических и конечно же механических характеристик.

Алюминий сочетает ценный комплекс свойств: малую плотность, высокие тепло - и электропроводность, высокую пластичность и хорошую коррозионную стойкость Он легко поддается ковке,