

Выводы:

1. Получено минимальное проплавление основного металла при наплавке электродами аустенитного класса марки ОК 60.30 «ESAB» диаметром 2,5 мм. Доля участия основного металла в наплавленном составила 5-10 %.

2. Проведенные эксперименты показали, что способ наплавки трехфазной дугой косвенного действия отличается значительно большей производительностью процесса и позволяет обеспечить нулевое проплавление основного металла, что невозможно получить другими способами ручной дуговой наплавки.

Литература.

1. Г. П. Михайлов. Сварка трехфазной дугой. М., Машгиз, 1956.
2. И.А. Толстов. Справочник по наплавке. Челябинск: Metallurgia., 1990.-384 с.

**КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ**

С.В. Дементьев, студент группы 10А32

Научный руководитель Кузнецов М.А.

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

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(38451)7-77-65

E--mail: hedg_h@mail.ru

Известно [1], что коррозионная стойкость сварных соединений высоколегированных, нержавеющей сталей ниже коррозионной стойкости основного металла. Возможно и прямое разрушение сварных швов вследствие образования горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер, в наплавленном металле и зоне термического влияния. Основные трудности при сварке данных сталей обусловлены многокомпонентностью их легирования. В последствие вносят свой вклад в снижение эксплуатационной стойкости разнообразие условий эксплуатации сварных конструкций. Все это является основной причиной разрушения трубопроводов и аппаратуры химической, металлургической, энергетической, атомной промышленности, теплоносителей [2, 3]. В процессе эксплуатации происходит коррозионный износ, протекающий особенно интенсивно в зонах сварных соединений [4, 5].

Данная проблема обостряется тем, что для восстановления работоспособности оборудования, работающего в коррозионно-активных средах, часто используется процесс электродуговой наплавки [5]. Для повышения коррозионной стойкости сварных соединений и наплавленных при восстановлении слоев применяют несколько достаточно трудоемких и не универсальных способов [1, 5-7].

В данной работе предлагается новый способ повышения коррозионной стойкости сварных соединений, отличающийся простотой исполнения и малой затратностью. Он заключается в дозированной подаче наноструктурированных частиц, через защитный газ в сварочную ванну при помощи устройства, ранее описанного нами в работе [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 сваривались по четырем различным вариантам: №1 – сварка в среде аргона проволокой сплошного сечения; №2 – сварка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением наноразмерного порошка вольфрама (W) в защитный газ; №3 – сварка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением нановолокон оксигидроксида алюминия (AlO(OH)) в защитный газ; №4 – сварка в среде аргона проволокой сплошного сечения с добавлением наноразмерного порошка молибдена (Mo) в защитный газ. Наноразмерные порошки были получены по методу электрического взрыва проводника [9].

Для проведения испытаний экспериментальных образцов на коррозионную стойкость применяли метод АМУФ ГОСТ 6032, в котором испытания образцов проводятся в растворе серной кислоты и сернокислой меди в присутствии металлической меди и фтористого натрия [10]. Зеренная структура выявлялась химическим травлением в рекомендованном ГОСТ 6032 травителе (75% HCl + 25% HNO₃). Металлографические исследования проводились методом оптической металлографии на микроскопе Neophot-21 с записью изображений при помощи цифровой камеры Genius VileCam. Прецизионное изучение структуры материала в зоне термического влияния после испытаний на коррозионную стойкость осуществлялось на атомно-силовом микроскопе Solver PH47-PRO.

Микроструктура сварного соединения представлена на рис. 1. Как и в работе [8] она различна в разных зонах. Структура основного металла во всех случаях соответствует структуре горячеката-

ной нержавеющей стали 12X18H10T. Она представлена полиэдрическими сдвойникованными зернами, средний размер которых составляет 30 ± 10 мкм. Границы зерен чистые. После испытаний на коррозионную стойкость их ширина не увеличилась.

Зона термического влияния во всех образцах имеет одинаковую ширину. Она представляет собой плавный переход от дендритной структуры наплавленного металла к полиэдрической зеренной структуре. Границы полиэдрических зерен также чистые и их ширина не увеличилась после испытаний на коррозионную стойкость. Структура наплавленного металла как вблизи границы сплавления, так и в основной массе, тоже не претерпела каких-либо изменений. Она, как это было установлено нами в работах [8, 11], имеет слоистое строение: примыкающий к свободной поверхности слой мелких полиэдрических аустенитных зерен с островками неориентированных дендритов, слой коротких и толстых неориентированных дендритов, слой протяженных ориентированных дендритов и снова тонкий слой неориентированных дендритов, примыкающих к границе сплавления. Толщина слоев зависит от природы порошкового модификатора, и закономерности ее изменения согласуются с данными [8].

Следовательно, стандартными металлографическими методами установить различие в сопротивлении межкристаллитной коррозии образцов сварных соединений, выполненных по обычной технологии и с использованием нанопорошков, не удалось. Исследования структуры сварного соединения методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) подтвердили выводы результатов металлографии об отсутствии склонности образцов сварных соединений к межкристаллитной коррозии.

Границы зерен в зоне термического влияния действительно не претерпевают изменений. Процесс травления происходил не по границам зерен, а по всей плоскости зерен. В зависимости от ориентации зерен их поверхность стравливалась сильнее или слабее. Так как наименьшая высота ступеньки зафиксирована у образца № 2, то он меньше всего подвергся растравливанию при коррозионных испытаниях. Наибольшее влияние коррозионная среда оказала на образец № 1.

Если анализировать наплавленный металл, то можно оценивать междендритные промежутки (рисунок 1). Они травятся сильнее и в результате образуются канавки, глубина которых в среднем 50 нм, а ширина не более 2 мкм. Природа порошкового наомодификатора на эти параметры влияния не оказала.

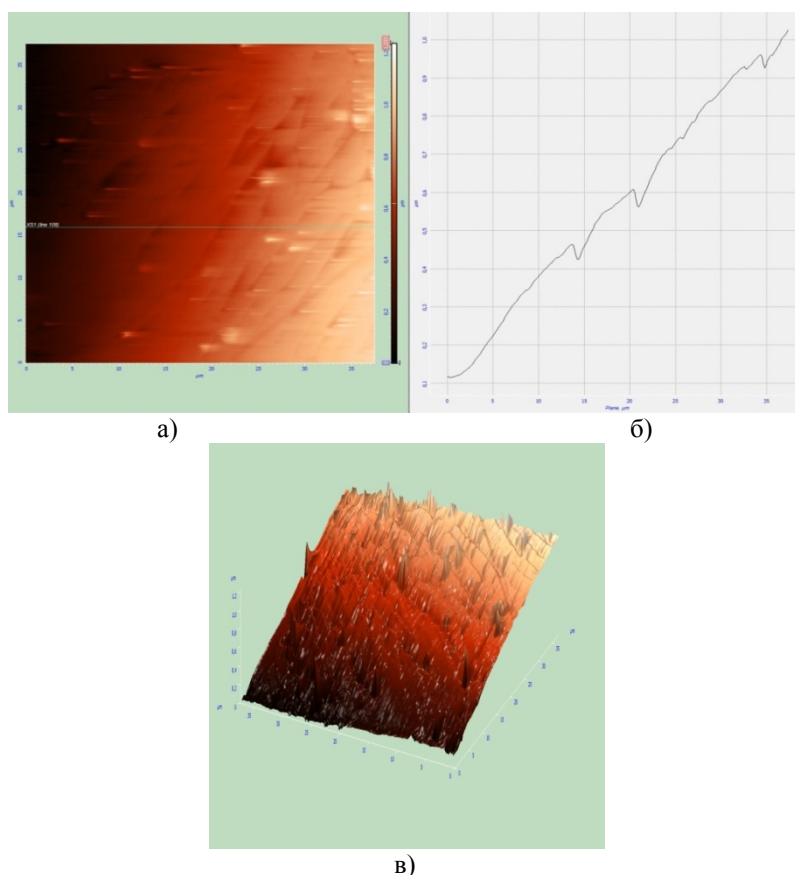


Рис. 1. а) АСМ 2D изображение наплавленного металла, б) профилограмма по отмеченной на изображении линии, в) АСМ 3D изображение этого же участка. Образец № 2

Выводы:

1. Установлено, что при добавлении наноструктурированных порошков Al_2O_3 , W и Mo в наплавленный металл не происходит проявлений межкристаллитной коррозии у сварных образцов.

2. Выявлено, что среди факторов определяющих стойкость неразъемных соединений против межкристаллитной коррозии, главными являются состав и структура зоны термического влияния, а также ее стабильность при эксплуатационных воздействиях. По характеристикам стабильности структуры, а также стойкости металла зоны термического влияния против межкристаллической коррозии, образцы, полученные с введением в наплавленный металл наноструктурированных порошков, обладают лучшей сопротивляемостью коррозии.

Литература:

1. Коломийцев Е.В. Коррозионно-усталостная прочность тавровых соединений стали 12X18H10T и методы ее повышения // Автоматическая сварка. - №12. – 2012. - С. 41-43.
2. Махненко В.И., Махненко О.В., Козлитина С.С., Дзюбак Л.И. Сварные конструкции из аустенитной стали типа 10X18H10T в условиях радиационного распухания // Автоматическая сварка. - 2012. - №2. - С. 7-12.
3. Кривоносова Е.А., Синкина Е.А., Горчаков А.И. Влияние типа покрытия электрода на коррозионную стойкость металла шва стали 08X18H10T // Сварочное производство. - №4. – 2012. - С. 38-41.
4. Александров А.Г. Коррозионная стойкость сварных швов аустенитно-ферритных сталей в щелочных средах. // Сварочное производство. - № 8. – 1990. - С. 15-16.
5. Сараев Ю.Н., Селиванов Ю.В. Оценка производительности и качества выполнения ремонтно-восстановительных работ оборудования из стали типа 12X18H10T // Сварочное производство. - №1. – 2011. - С. 17-22.
6. Александров А.Г. Коррозионная стойкость сварных соединений хромоникелевых сталей в щелочных средах (обзор) // Сварочное производство. - № 5. - 1990. - С. 12-13.
7. Сафонов А.Н., Радченко Р.Д. 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.
9. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва // Известия Высших учебных заведений. Физика. – 1996. – № 4. – с. 114 – 136.
10. Кузнецов М.А., Журавков С.П., Зернин Е.А., Яворовский Н.А. Структурообразование сварных соединений в присутствии нанопорошка молибдена. // Известия вузов. Физика. - 2014 - Т. 57 - №. 9/3. - С. 123-127.
11. Kuznetsov M.A., Zernin E.A., Danilov V.I., Karzev D.S. Application of nanostructured powders to control characteristics of electrode metal transfer and the process of weld structurization // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 199-203.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЛКИ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ МОСТА

Д.А. Яцинич, студент гр. МТ 15-02М, А.И. Демченко, к.т.н., доцент,

А.С. Рафальский, начальник отдела технологии сварки*

ФГАОУ ВПО Сибирский Федеральный Университет Политехнический институт, г. Красноярск,

**ООО «ВСЗМК», г. Назарово*

660074 г. Красноярск, ул. Академика Куренского, 28, оф. 102, тел. 8(3912)-912-562

E-mail: dealig@rambler.ru

Балками называют конструктивные элементы, работающие на изгиб. Благодаря простоте и малой стоимости изготовления, удобной конструктивной форме, небольшой строительной высоте балки находят широкое применение в строительных конструкциях. Они применяются в различных перекрытиях, на рабочих площадках, эстакадах, мостах и других сооружениях. [1, 2]

Процесс изготовления сварных металлоконструкций, в том числе балочных, сопровождается возникновением в изделиях внутренних напряжений, а также искажением начальной формы изделий за счет применения сварки. Поэтому технологический процесс сборки – сварки разрабатывают так,