

Литература.

1. Медовар Б.И. Электродуговая сварка аустенитных сталей. Под ред.: Аснис А.Е., Казимиров А.А., Патон Б.Е. (ответственный редактор). М, «Машиностроение», 1976г.
2. Павлов Н.В., Крюков А.В., Чинахов Д.А. Исследования экспериментального и теоретического распределения температурных полей при сварке плавлением // Тяжелое машиностроение. -2010.- №8. С. 25-28.
3. Chinakhov, D.A., Vorobyov, A.V., Tomchik, A.A. Simulation of active shielding gas impact on heat distribution in the weld zone // Materials Science Forum. Volume 762, 2013, Pages 717-721
4. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей электродной проволоки в смеси газов // Сварочное производство. -2010.-№4. С. 27-28.
5. Патент РФ на изобретение №2254969 Механизм импульсной подачи сварочной проволоки / Брунов О.Г., Федько В.Т., Крюков А.В. и др. Оpub. 27.06.2005. Бюл. №18.

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т**

М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин, к.т.н., доцент, А.С. Лукашов

*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

Современные исследования в области формирования сварных соединений из сталей различного класса направлены на управление энергетическими параметрами процесса получения неразъемных соединений за счет наложения высокочастотных импульсов [1, 2], механического программирования перехода капли в сварочную ванну при помощи импульсной подачи сварочной проволоки [3] и применения инверторных источников питания [4]. При этом частично управляется теплоперенос, но управление структурой посредством целенаправленного введения центров кристаллизации отсутствует полностью.

На практике для управления структурообразованием и механическими свойствами сварных соединений [5] используется намеренное введение в расплав тугоплавких частиц для увеличения числа центров индуцированной кристаллизации, которое приводит к измельчению зерна при затвердевании. Такой прием применяется и для измельчения структурных составляющих наплавляемого металла [6, 7]. Введение непосредственно в сварочную ванну нанодисперсных металлических и неметаллических порошков-модификаторов повышает эффект управления микроструктурой.

Среди известных физических методов получения наноразмерных порошков (НП) особое место занимает метод электрического взрыва проводника (ЭВП) являющийся импульсным быстротекающим процессом. Метод ЭВП выгодно отличается от других методов целым рядом достоинств: возможностью обеспечить передачу веществу энергии большой плотности и с необходимой дозировкой; энергия, подводимая в импульсном режиме, используется с большим КПД; обеспечиваются высокие скорости изменения термодинамических параметров системы и возможности тонкого влияния на структуру вещества и формирования структуры отдельных частиц. Этот метод разработан в НИИ высоких напряжений при ТПУ (сегодня это Институт физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета) [8]. Этим методом получают не только порошки чистых металлов, но и порошки различных соединений на основе металлов (карбиды, оксиды, нитриды, сульфиды и др.). Частицы имеют сферическую форму, распределение частиц по размерам подчиняется нормально-логарифмическому закону, средний размер частиц лежит в диапазоне 100 – 500 нм. Частицы представляют собой поликристаллы, величина структурных фрагментов находится в области 20–30 нм. Значительная часть материала находится в рентген-аморфном состоянии.

Известно, что одно из наиболее перспективных направлений применения этих порошков – модификация свойств различных материалов [9].

Опираясь на имеющиеся результаты, в данной работе мы исследовали вопрос управления структурообразованием сварных соединений при помощи наноструктурированных порошков, полученных методом ЭВП, на микроструктуру сварного шва.

В исследованиях использовали нанопорошок молибдена, изготовленный в Институте физики высоких технологий Национально исследовательского Томского политехнического университета. Вве-

дение нанопорошков в сварочную ванну осуществлялось через устройство [10]. При помощи вентиля на данном устройстве менялась концентрация наноструктурированных порошков в защитном газе.

В состав экспериментальной установки входили: сварочная головка ГСП-2, укомплектованная устройством [10], источник питания ВС-300Б. Для наплавки образцов из стали 12Х18Н10Т применяли сварочную проволоку 12Х18Н9Т диаметром 1,2 мм.

Образцы наплавлялись по пяти различным вариантам: №1 – наплавка без добавления НП; №2 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с концентрацией наноструктурированного молибдена в защитном газе 10 мг на метр сварного шва; №3 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с концентрацией наноструктурированного молибдена в защитном газе 20 мг на метр сварного шва; №4 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с концентрацией наноструктурированного молибдена в защитном газе 30 мг на метр сварного шва; №5 – наплавка в среде аргона проволокой сплошного сечения с концентрацией наноструктурированного молибдена в защитном газе 40 мг на метр сварного шва. Режимы сварки для всех вариантов одинаковы.

Исследование микроструктур проводились по методике, описанной в работе [10].

Структура основного металла во всех случаях соответствует структуре горячекатаной нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

В ходе исследования микроструктур было выявлено, что наплавленный металл разделяется на три слоя, которые различаются между собой. А – верхний слой наплавленного металла, Б – средний слой наплавленного металла, В – нижний слой наплавленного металла, а также Г – участок перехода от наплавленного металла к основному и Д – основной металл. Схема расположения областей исследования микроструктуры швов выбрана в соответствии с методикой, представленной в работе [10].

В области Д фиксировалась структура основного металла, она одинакова для всех образцов и соответствует стали 12Х18Н10Т.

Микроструктура границы сплавления и зоны термического влияния (область Г) (рис. 1 а-д) во всех образцах четко не выявляется. Далее происходит плавный переход от дендритной структуры наплавленного металла к полиэдрической зёрненной структуре зоны термического влияния.

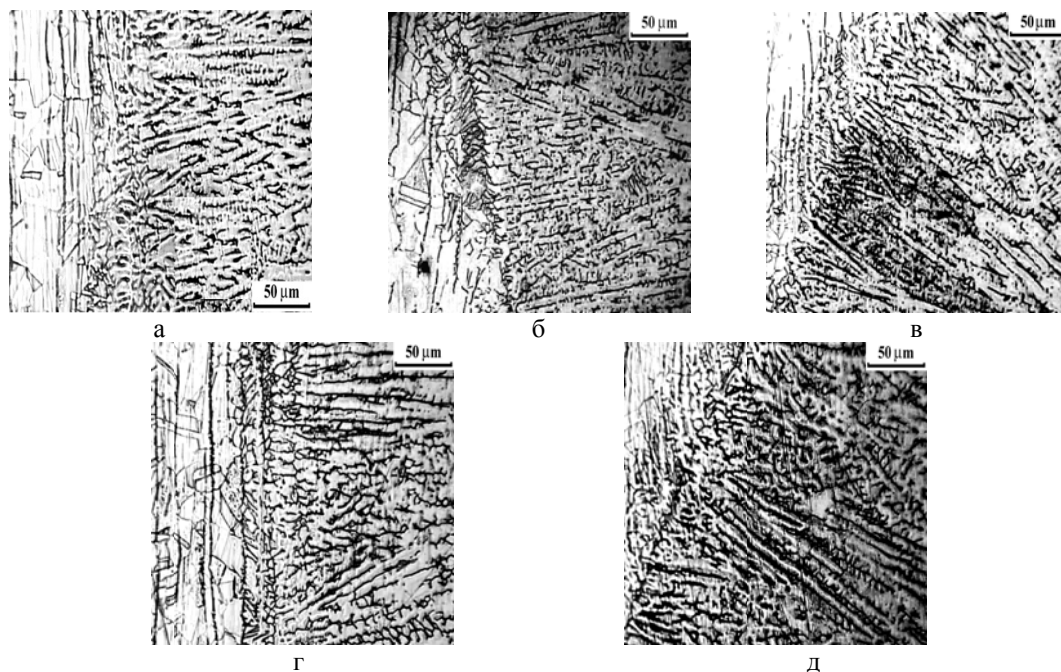


Рис. 1. Структура границы сплавления и зоны термического влияния; а – образец № 1, б – образец № 2, в – образец № 3, г – образец № 4, д – образец № 5

Первый слой (область А) можно характеризовать как слой с полиэдрической зёрненной структурой. В этом слое наблюдаются полиэдрические зерна аустенита. Этот слой слабо выражен в образце № 1 и №4 (рис. 2 а, г).

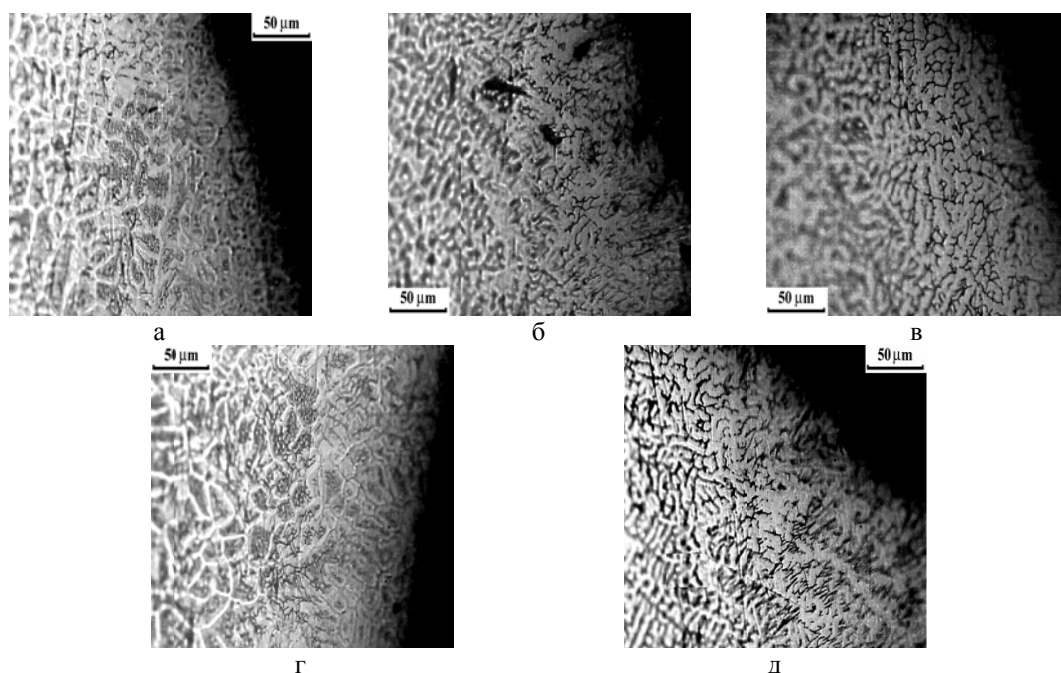


Рис. 2. Микроструктура слоя полиэдрических зерен; а – образец № 1, б – образец № 2, в – образец № 3, г – образец № 4, д – образец № 5

Сильно первый слой выражен в образце № 3 (рис. 2 в). Здесь хорошо видны зерна полиэдрической морфологии. В образце № 2 и №5 (рис. 2 б, д) данная структура также наблюдается достаточно четко.

Второй слой (область Б) состоит из разветвленных, не имеющих преимущественной ориентации дендритов. Этот слой слабо выражен в образце № 5 (рис. 3 д). Наиболее ярко слой неориентированных дендритов выражен в образце № 3 (рис. 3 в).

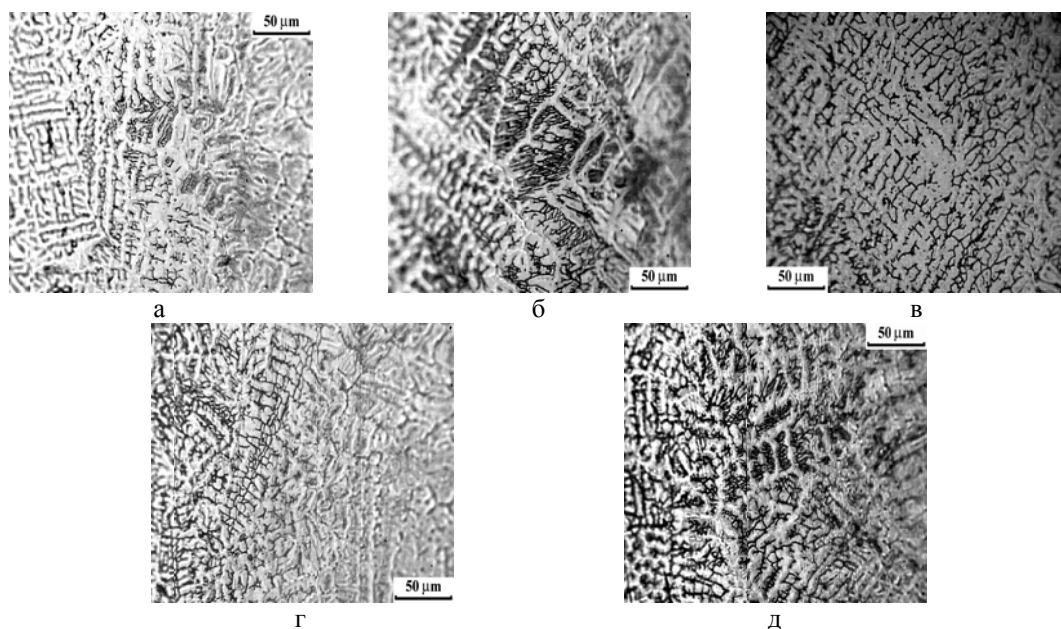


Рис. 3. Микроструктура слоя неориентированных дендритов; а – образец № 1, б – образец № 2, в – образец № 3, г – образец № 4, д – образец № 5

Слой неориентированных дендритов плавно переходит в следующий слой ориентированных дендритов.

Третий слой (область В) состоит из ориентированных длинных дендритов нормальных к границе сплавления. Наиболее разветвленные и толстые дендриты наблюдаются в образце № 2 (рис. 4 б). Наиболее тонкие и слаборазветвленные дендриты наблюдаются в образце № 3 (рис. 4 в).

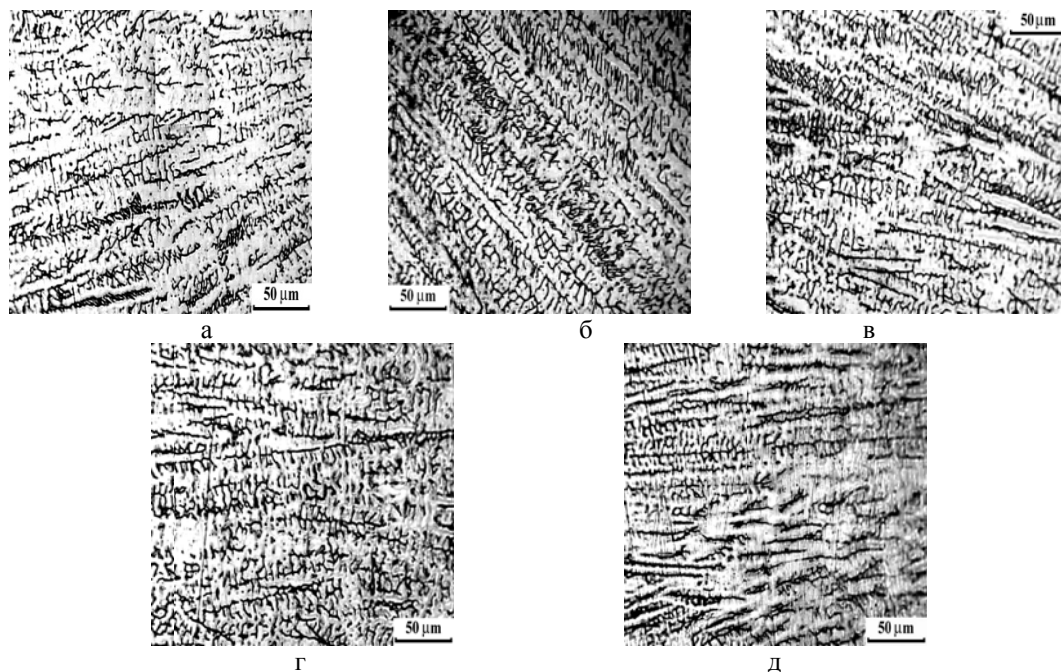


Рис. 4. Микроструктура слоя ориентированных дендритов; а – образец № 1, б – образец № 2, в – образец № 3, г – образец № 4, д – образец № 5

Средний размер дендритов представлен на рис. 5.

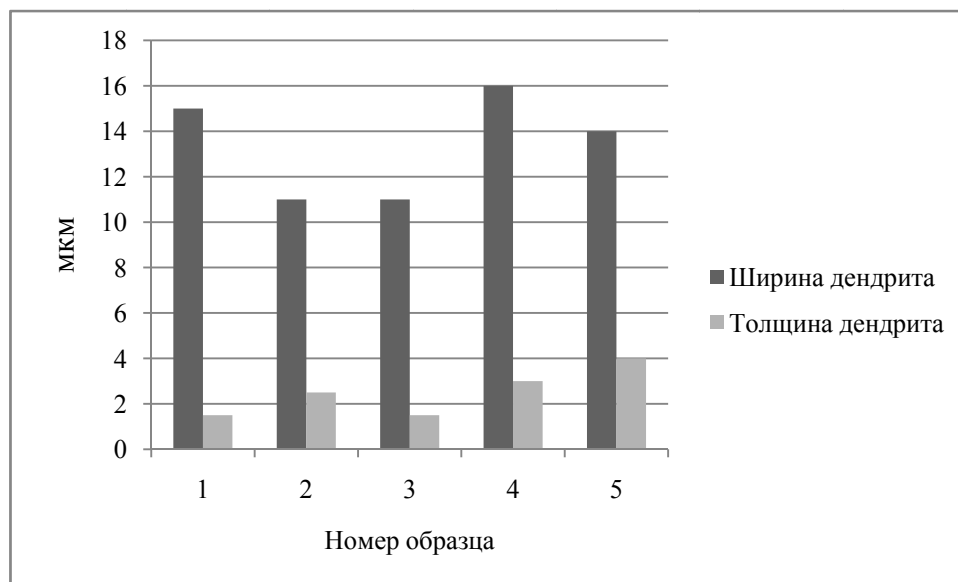


Рис. 5. Размер дендритов

Выводы:

1. Установлено, что применение разной концентрации наноструктурированных порошков в защитном газе, позволяет получать различную микроструктуру наплавленного металла.
2. Наиболее четко слой полиэдрических зерен наблюдается в образце №3 (концентрация Mo 20 мг на метр сварного шва). Слой неориентированных дендритов наиболее широк в образце №3 (кон-

центрация Мо 20 мг на метр сварного шва). Наиболее разветвленные и толстые дендриты наблюдаются в образце № 2 (концентрация Мо 10 г. на метр сварного шва). Наиболее тонкие и слаборазветвленные дендриты наблюдаются в образце № 3 (концентрация Мо 20 мг на метр сварного шва).

3. Наиболее равновесная структура, по размеру дендрита, достигается при концентрации наноструктурированных порошков в защитном газе – 20 мг на метр сварного шва.

Литература.

1. Krampit A.G. , Krampit N.Y. , Krampit M.A. Mechanical properties of welded joints in welding with pulsed arcs // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 195-198
2. Krampit A.G. Welding with double modulation of the main welding parameters // Welding International. - 2012 - Vol. 26 - №. 11. - p. 867-869.
3. Pavlov N.V. , Kryukov A.V. , Zernin E.A. , Polishchuk V.A. Modeling impulse wire feed welding in controlled gas shielding // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 183-187.
4. Il'yashchenko D. P , Chinakhov D. A. Investigating the Influence of the Power Supply Type upon the Weld Joints Properties and Health Characteristics of the Manual Arc welding // Materials Science Forum. Volum 704-705, 2012, p. 608-611.
5. Соколов Г.Н., Трошков А.С., Лысак И.В. и др. Влияние нанодисперсных карбидов WC и никеля на структуру и свойства наплавленного металла. // Сварка и диагностика. – 2011. - №3. Материаловедение.– с. 36-38.
6. Соколов Г.Н., Лысак И.В., Трошков А.С. и др. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама. // Физика и химия обработки материалов. – 2009. – №6. – с. 41 – 47.
7. Паршин С.Г. MIG-сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов. // Сварочное производство, 2011, №10, с.27-31.
8. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва. // Известия вузов. Физика. – 1996. – № 4. – с. 114 – 136.
9. Kuznetsov M.A., Zernin E.A. Nanotechnologies and nanomaterials in welding production (review). // Welding international, 2012, Vol 26, №4, с. 311-313.
10. Kuznetsov M. A. , Zernin E. A. , Danilov V. I. , Kartsev D. S. Application of nanostructured powders to control characteristic of electrode metal transfer and the process of weld structurization // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 199-203.

НАПЛАВКА АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ В АЗОТЕ И АРГОНЕ

Р.А. Мейстер, к.т.н, доц., А.Р. Мейстер, инженер, Р.В.Ковзгер, студент

Политехнический институт Сибирского федерального университета

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, тел. (391) 2-912-562

E-mail: mtf.svarka@gmail.com

В отечественной литературе практически отсутствуют сведения о сварке и наплавки сталей аустенитного класса в аргоне и азоте проволокой диаметром 0,8;1,2 мм током менее 50 А [1].

На минимальных токах перенос металла в дуге в аргоне крупнокапельный [2], а на прямой полярности формирование швов ухудшается и сопровождается повышенным разбрызгиванием [3].

При наплавке автоматом проволоками диаметром 0,8;1,2 мм током более 20 А обеспечивается удовлетворительное формирование швов [1].

Азот оказывает положительное влияние на механические свойства хромоникелевой стали типа 18-10 с низким содержанием углерода [4].

По данным [5] при сварке стали 1X18H9T проволокой СВ-06X18H9T в результате взаимодействия с азотом феррит в шве исчез, и вместо него появились нитриды. При содержании азота в стали 0,198 % жаропрочность изменилась мало.

В сравнении с обратной полярностью на прямой полярности при одинаковой скорости подачи проволоки ток в 1,5-1,8 раза меньше и уменьшается глубина проплавления[6].

Цель работы - обеспечить формирование швов при автоматической и механизированной сварке в аргоне и азоте на минимальном токе.

Проволокой диаметром 0,8 мм(AWSE ER 308LSI) и проволокой диаметром 1,2 мм (1X18H9T) на малоуглеродистую сталь и сталь аустенитного класса наплавливались одиночные вали-