

## НАНОМАТЕРИАЛЫ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*В.В. Десятов, студент группы 10А72*

*научный руководитель: Кузнецов М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

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

В данной работе рассмотрены наноструктурированные материалы, применяемые в сварочном производстве, для модифицирования наплавленного металла.

Нанотехнологии – это высокотехнологичная отрасль, направленная на изучение атомов и молекул [1]. Одним из важных направлений является получение наноструктурированных частиц, наноструктурированных порошков и их использование в практике. Используя наноструктурированные порошки можно во много раз увеличить качество различных материалов и продуктов. Наноструктурированные материалы которые производятся на сегодняшний день, подразделяются на: оксиды металлов, сложные оксиды (состоящих из двух и более металлов), порошки чистых металлов и смеси. Наноструктурированные материалы могут сохранять пластичность при повышении прочностных характеристик в отличие от обычных методов обработки металлов [2].

Применение наноструктурированных материалов (наноструктурированных частиц и порошков) в сварочном производстве, является достаточно новым направлением. Хотя на сегодняшний день уже есть научные разработки по применению наноструктурированных порошков для изготовления сварочных материалов (электроды, порошковая проволока) и для модифицирования наплавленного металла.

В работе [3] показано применение наноструктурированных материалов при высокотемпературной обработке никельхромовых сплавов при электрошлаковом литье и электрошлаковой сварке. Это дает возможно управлять микро- и макроструктурой данных сплавов и их эксплуатационными, физическими, механическими свойствами. Введение наноструктурированных частиц карбонитрида титана в расплав происходит в виде нанокристаллов, которые служат центрами кристаллизации.

В работе [4] показана технология лазерной сварки с применением наноструктурированных порошков тугоплавких соединений (TiC, TiN) с наноразмерными частицами. Применение данной технологии в производстве позволит получать сварные соединения с повышенными механическими свойствами и измельченной структурой. Сварное соединение с мелкодисперсной структурой в несколько раз прочнее, чем с дендритно-игольчатой. Уменьшение размера неметаллических включений, приводит к повышению механических и эксплуатационных свойств сварного соединения, увеличивается предел текучести и предел прочности.

В работах [5, 6] представлен процесс лазерной сварки с применением наноструктурированных инокуляторов. При применении наноструктурированных порошков происходит повышение скорости сварки (мощность луча одинаковая), это достигается увеличением коэффициента поглощения интенсивности лазерного излучения. Происходит уменьшение ширины сварного шва, зоны термического влияния, улучшение качества сварного соединения, измельчение структуры сварного шва, возрастание его механических характеристик.

В работе [7] представлен процесс лазерной сварки стали с титановым сплавом. При проведении экспериментальных исследований использовались коррозионно-стойкая сталь и титановый сплав с промежуточными медными вставками. Сварное соединение, полученное данным способом обладает высокой прочностью.

В работе [8] описан процесс диффузионной сварки жаропрочных никелевых сплавов с применением наноструктурированных материалов. В качестве соединительного слоя использовали пленки из Ni-Al сплава с различной структурой (наноструктурированные кристаллические монолиты интерметаллидов  $Ni_3Al$  и  $NiAl_3$ ), это позволяет сохранить в сварном соединении структурную и кристаллографическую ориентировку исходного материала.

Следует отметить, что при всех способах сварки происходит нагрев материалов до температуры, обеспечивающей их расплавление или активацию диффузионных процессов в зоне соединения. Этот процесс приводит к необратимым структурным превращениям и деградации первоначальных физико-механических свойств материала.

Решения такой задачи в целом определяется тем, что в качестве сварочных присадок применяют быстрокристаллизующиеся аморфизированные гомогенные ленты или композиционные тонкопленочные материалы с нанослойной структурой, что позволит снизить температуру процесса соединения в твердой фазе можно снизить. В качестве сварочных присадок применяют многослойные наност-

руктурированные пленки, состоящие из многослойных композиций различных металлических элементов (Ti/Al, Ni/Al, Cu/Al). Данные пленки обладают высоким сопротивлением пластической деформации и упругим восстановлением, а также важными эксплуатационными характеристиками: высокая твердость, жаростойкость, износо- и коррозионная стойкость, устойчивость к ударным воздействиям, высокими значениями электросопротивления.

Особенности контактной сварки алюминидов титана с использованием нанослойных фольг представлены в работах [9, 10]. В исследованиях использовали следующие способы сварки: диффузионная, электронно-лучевая, прессовая и контактная. Соединения, полученные без использования наноструктурных фольг, имеют слабые прочностные характеристики и наличие трещин в шве и зоне термического влияния. С использованием наноструктурированных фольг происходит интенсивное выделение тепла в стыке, что позволяет уменьшить время сварки, грата, зоны термического влияния, температуры сварки. Сварное соединение получается со стабильной макроструктурой. [10, 11].

В работе [12] представлено способом диффузионной сварки в вакууме сплавов на основе титана и алюминия с использованием нанопрослойки. При отклонении режима от оптимального в зоне термического влияния возникают напряжения, что приводит к образованию трещин. Соединение, полученное диффузионной сваркой без нанопрослойки, имеют низкую прочность, а сварные соединения с нанопрослойкой (Ti/Al) имеют структуру подобную основному металлу. Отсутствуют поры и трещины в сварном шве и в зоне термического влияния, что показывает высокое качество сварного соединения.

#### Список литературы

1. Патон Б. Е., Ищенко А. Я., Устинов А. И. Применение нанотехнологии неразъемного соединения перспективных легких металлических материалов для аэрокосмической техники // Автоматическая сварка. – 2008. - №12. – с. 5 - 12.
2. Гусев А. И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. – Екатеринбург. Уро. РАН, 1998. – 199 с.
3. Новые материалы / под редакцией Ю. С Карабасова Ю. С. – М.: МИСИС, 2002 – 736 с.
4. Жеребцов С. А. Применение наноматериалов и высокотемпературной обработки никельхромовых сплавов при электрошлаковом литье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новокузнецк, 2006. – 22 с.
5. Наночастицы в каждый самолет // Наука и жизнь. – 2008. - №4. – с. 8.
6. Афонин Ю. В., Черепанов А. Я., Оришич А. М., Батаев А. А., Буров В. Г., Маликов А. Г. Лазерная сварка титана с использованием нанопорошковых инокуляторов. // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сборник трудов 5 Международной научной - практической конференции. – Санкт – Петербург, 2008 – Т. 12 – с. 322-324.
7. Черепанов А. Н., Афонин Ю. В., Маликов А. Г., Оришич А. М. О применении нанопорошков тугоплавких соединений при лазерной сварке и обработке металлов и сплавов // Тяжелое машиностроение. – 2008. – №4. – с. 25 – 26.
8. Черепанов А. Н., Афонин Ю. В., Оришич А. М. Лазерная сварка стали с титановым сплавом с применением промежуточных вставок и нанопорошковых инокуляторов // Тяжелое машиностроение. – 2009. – №8. – с. 24 – 26.
9. Ющенко К. А. Задерий Б. А., Звягинцева А. В., Кушнарева Т. Н., Несмих В. С., Полищук Е. П., Савченко В. С. Применение наноструктурных материалов при диффузионной сварке жаропрочных никелевых сплавов // Автоматическая сварка. – 2006. – № 11. – с. 3 - 10.
10. Кучук-Яценко В. С., Швец В. И., Сахацкий А. Г., наконецный А. А. Особенности контактной сварки алюминидов титана с использованием нанослойных алюминидо-титановых фольг // Автоматическая сварка. – 2009. – №3. – с. 19 – 22.
11. Кучук-Яценко В. С., Швец В. И., Сахацкий А. Г., наконецный А. А. Особенности контактной сварки алюминиевых сплавов с использованием наноструктурных алюминидо-никелевых и алюминидо-медных фольг // Сварочное производство. – 2007. – №9. с. 12 – 14.
12. Устинов А. И., Фальченко Ю. В., Ищенко А. Я., Харченко Г. К., Мельниченко Т. В., Муравейник А. Н. Получение неразъемных соединений сплавов на основе  $\gamma$ -TiAl с использованием нанослойной прослойки Ti/Al способом диффузионной сварки в вакууме // Автоматическая сварка. – 2009. – №1. – с. 17 – 21.