

Расход защитного газа выбирают таким, чтобы сохранялся ламинарный поток струи газа, надёжно защищающий сварочную ванну [2].

В зависимости от уровня механизации аргонодуговая сварка разделяется на несколько видов:

- ручная – перемещение горелки и подача сварочной проволоки осуществляются самим сварщиком в ручном режиме;
- механизированная – горелка находится в руках сварщика, а проволока подается механизированным способом;
- автоматизированная. При таком способе перемещение горелки и подача проволоки полностью механизированы, а процессом управляет оператор;
- роботизированное оборудование не нуждается в непосредственном управлении оператором.

Сварочное оборудование подразделяется на универсальное, специальное и специализированное. Универсальные сварочные аппараты аргонодуговой сварки выпускаются серийно и являются наиболее широко востребованными. Аргонодуговая сварка в большинстве случаев выполняется в производственных условиях на специально оснащённом рабочем месте.

Установка аргонодуговой сварки с использованием неплавящегося вольфрамового электрода оборудована следующими элементами:

- источником сварочного тока – постоянного и/или переменного;
- горелкой или их комплектом, предназначенным для работы на разных токах;
- устройством, обеспечивающим первоначальное возбуждение дуги или стабилизирующим дугу переменного тока;
- аппаратурой, которая управляет сварочным циклом и его защитой;
- устройством для компенсации или регулирования постоянной составляющей тока.

ГОСТ 5.917-71 предполагает выпуск промышленностью горелок для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом вида РГА-150 с массой в 0,35 кг на наибольший сварочный ток 200 А с естественным охлаждением под диаметр электрода 0,8-3,0 мм. Он же предполагает выпуск горелок РГА-400 на наибольший сварочный ток 500 А с массой в 0,625 кг с водяным охлаждением для электродов диаметром 4,0-6,0 мм.

Имеются требования и к керамическим соплам для аргонодуговой сварки. Керамическое сопло для аргонодуговой сварки представляет собой, так называемую, расходную часть горелки, отвечающую за качество процесса газовой защиты. По форме различают такие разновидности сопел, как цилиндрические, конические, а также профилированные. Обычно при работе в помещении используют цилиндрические либо конические сопла, а вот при работе на открытом воздухе применяют профилированные либо цилиндрические модели сопел с более крупным диаметром отверстия (выходного). Удлиненные сопла применяют, как правило, в труднодоступных местах.

Следует помнить и о том, что перед началом работ, все поверхности свариваемых конструкций обязательно очищают и от жира, и от грязи посредством механических (химических) методов, а также проводят обезжиривание [1].

Литература:

1. Аргонная сварка (аргонодуговая) // Электронный ресурс: <http://rezhemmetall.ru> (дата обращения 26.02.16).
2. Сварочное производство: технологии, оборудование, материалы // Электронный ресурс: <http://www.osvarke.com> (дата обращения 26.02.16).

## НАНОМАТЕРИАЛЫ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ (ОБЗОР)

*Л.А. Попов, студент группы 10А22,*

*научный руководитель: Кузнецов М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

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

В начале XXI века возникла необходимость коренного повышения научно-технического уровня экономики во всем мире. Для решения задачи требуется проведение обширных научных исследований, а также массовое внедрение новых технологий в промышленное производство [1].

Нанотехнология - высокотехнологичная отрасль, направленная на изучение и работу с атомами и молекулами [2]. Одно из важнейших направлений нанотехнологии - это получение наночастиц (нанопорошков) и их применение в практике. Используя нанопорошки, например как добавки, можно значительно улучшить качество различных материалов и продуктов (лекарств, топлив, полимеров, фильтров, присадок к смазочным материалам, компонентов низкотемпературных высокопрочных припоев и др.). Наноматериалы которые производятся в настоящее время, подразделяются на четыре группы: оксиды металлов, сложные оксиды (состоящих из двух и более металлов), порошки чистых металлов и смеси. В отличие от обычных методов обработки металлов, когда повышение прочности неминуемо приводит к существенному снижению пластичности, при наноструктурировании материал может сохранять пластичность [3].

Направления, касающиеся сварочного производства, пока являются новыми. Однако уже есть некоторые научные разработки в области внедрения нанотехнологий в сварочное производство. В работе [4] представлено применение наноматериалов и высокотемпературной обработки никельхромовых сплавов при электрошлаковом литье и электрошлаковой сварке. При этом возможно управление микро- и макроструктурой жаропрочных никельхромовых сплавов и их физико-механическими свойствами при помощи введения в расплав наночастиц карбонитрида титана в виде нанокристаллов, которые служат центрами кристаллизации.

Нанопорошки применяются при лазерной сварке. В работе [5] представлена разработанная технология лазерной сварки с применением нанопорошка, позволяющая получать сварной шов с существенно улучшенными прочностными свойствами. Основная идея новой представленной технологии — введение в сварной шов порошка тугоплавкого соединения (например, карбида или нитрида титана) с наноразмерными частицами. Сварной шов с дендритно-игольчатой структурой не столь прочен, как с мелкодисперсной. Уменьшается размер неметаллических включений, соответственно повышаются механические свойства (прочность и пластичность) металла шва, возрастает в несколько раз относительное удлинение, увеличиваются предел прочности и предел текучести. В работах [6, 7] рассмотрены исследования процесса лазерной сварки с применением нанопорошковых инокуляторов. Применение наномодификаторов позволяет повысить скорость сварки при той же мощности луча за счет увеличения коэффициента поглощения интенсивности лазерного излучения. При этом уменьшается ширина сварного шва, зона термического влияния улучшается качество соединения, измельчается структура сварного шва, существенно возрастают его механические характеристики. В работе [8] рассматривалась лазерная сварка стали с титановым сплавом. Для проведения экспериментов использовались коррозионно-стойкая сталь и титановый сплав с промежуточными вставками. Сварное соединение с медной вставкой обладает достаточно высокой прочностью.

Наноструктурируемые материалы нашли свое применение и в сварке давлением. Например, в работе [9] описывается применение наноструктурных материалов при диффузионной сварке жаропрочных никелевых сплавов. Для сохранения в сварном соединении структурной и кристаллографической ориентировки исходного материала рассмотрена возможность использования в качестве соединительного слоя при диффузионной сварке отмеченных сплавов пленок из Ni-Al сплава с различным структурным состоянием: наноструктурные кристаллические монолиты интерметаллидов  $Ni_3Al$  и  $NiAl_3$ .

Следует отметить, что при обычных способах сварки осуществляется нагрев металлических материалов до температуры, которая обеспечивает их расплавление или активацию диффузионных процессов в зоне соединения. Нагрев до высокой температуры приводит к необратимым структурным превращениям и деградации первоначальных физико-механических свойств материала [1].

Решения такой задачи в целом базируется на том, что температуру процесса соединения в твердой фазе можно снизить, если в качестве сварочных присадок применить быстрокристаллизующиеся аморфизированные гомогенные ленты или композиционные тонкопленочные материалы с нанослойной структурой. В качестве сварочных присадок используются многослойные наноструктурные пленки, которые состоят из многослойных композиций различных металлических элементов (Ti/Al, Ni/Al, Cu/Al). Пленки обладают высокими значениями сопротивления пластической деформации и упругого восстановления, и целым рядом важных эксплуатационных характеристик: высокой твердостью, жаростойкостью, износо- и коррозионной стойкостью, устойчивостью к ударным воздействиям, высокими значениями электросопротивления. [1].

Особенности контактной сварки алюминидов титана с использованием нанослойных Al-Ti, Al-Ni и Al-Cu фольг рассмотрены в работах [10, 11]. Исследования проводились при помощи диффузион-

ной, электронно-лучевой, прессовой и контактной сварки без использования наноструктурных фольг, соединения, полученные этими способами сварки, имели слабые прочностные характеристики и наличие трещин в шве и зоне термического влияния. При контактной сварке с использованием наноструктурных фольг наблюдается интенсивное выделение тепла в стыке, что уменьшает время сварки, уменьшение грата и зоны термического влияния, снижение температуры сварки, соединение имеет стабильную макроструктуру. [10, 11].

В работе [12] представлено получение неразъемных соединений сплавов на основе TiAl с использованием нанослойной прослойки способом диффузионной сварки в вакууме. При отклонении режима от оптимального в зоне термического влияния возникают напряжения, что приводит к образованию трещин. Соединение, полученное диффузионной сваркой без нанопрослойки, имеет хрупкую прослойку, что снижает прочность, а соединение с нанопрослойкой (Ti/Al толщиной 20 мкм) имеет структуру подобную основному металлу. Отсутствие пор и трещин в зоне шва, так и в зоне термического влияния свидетельствует о высоком качестве сварного соединения.

Нанопорошки используются в направлении сварочного производства – наплавка. Так, в работе [13] рассмотрено повышение твердости наплавленного слоя при индукционной наплавке. В исходную шихту добавляли нанодисперсные порошки и изучали их влияние на твердость наплавленного слоя. В качестве таких порошков применяли карбид титана и феррохром. Опыты с применением нанодисперсных порошков карбида титана, а также опыты с наплавкой на сталь покрытий из шихты с добавлением феррохрома дали значение достаточные для высокой твердости покрытий.

Также нанопорошковые технологии применяются в борьбе с концентраторами напряжений (дефектами). В работе [14] рассмотрено повышение долговечности образцов из алюминиевого сплава с концентраторами напряжений. Исследовали влияние нанопокртытия, состоящего из эпоксидной смолы и углеродных наночастиц, на концентраторы напряжений. Нанопокртытие наносилось в зону концентрации напряжений, влияние наноматериала заключалось в уменьшении распространения микротрещин в зону меньшей концентрации напряжений. Исследование поверхности разрушения испытанного на долговечность образца с нанокompозитным покртытием показало, что отсутствует отслоение его от поверхности.

#### Литература.

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., наконечный А. А. Особенности контактной сварки алюминидов титана с использованием нанослойных алюминиево-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 алюминий-никелевых и алюминий-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.
13. Черепанов А. Н., Марусин В. В., Афонин Ю. В., Репин А. А. Применение модифицирующих нанопорошковых материалов при высокотемпературной обработке стали и сплавов // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сборник трудов 5 Международной научной - практической конференции. – Санкт – Петербург, 2008 – Т. 12 – с. 321-322.
14. Доценко А. М., Теперин Л. Л. Исследование применимости углеродного наноматериала для повышения долговечности образцов из алюминиевого сплава с концентраторами напряжений // Нанотехнологии – производству 2007: труды Международной научно-практической конференции. – Фрязино, 2007 – с. 265-268.

### **ИНВЕРТОРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ РДС – ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СВАРОЧНЫХ РАБОТ**

*И.Д. Садыков, студент группы 10А52*

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

Качественный (химический) состав атмосферы воздуха рабочей зоны зависит от состава аэрозоля, образующегося в высокотемпературной зоне пары материала электрода и ванны расплавленного металла выделяющегося в окружающую среду, имеющую более низкую температуру, где, конденсируясь в твердые частицы, образующие в воздухе взвесь мелкодисперсных частиц, которые за счет аэродинамических сил продолжительное время могут находиться во взвешенном состоянии [1-4].

Твердые и газовые составляющие атмосферы при высокотемпературных способах обработки металлов оказывают влияние на органы системы дыхания, зрительный анализатор, кожные покровы и иммунную систему человека.

На сегодняшний момент на рынке сварочных материалов и оборудование появилось большое количество современных разнообразных типов источников питания для дуговой сварки плавлением, однако рекомендаций по выбору оборудования, с учетом санитарно-гигиенических характеристик нет, поэтому проведенные исследования помогут устранить этот пробел.

Провели исследования РДС покрытыми электродами (марки LB 52U) с использованием различных типов источника питания (диодного выпрямителя, инверторного источника питания). В процессе исследования выявили валовые выделения пыли и газов при РДС покрытыми электродами в лабораторных условиях. Отбор проб воздуха для определения уровня загрязнения воздушной среды проводился в зоне дыхания сварщика. В исследованиях использовали следующее оборудование: аспиратор для отбора проб воздуха модель 822; барометр-анероид БАММ-1; психрометр аспирационный МВ-4М; газоанализатор «ЭЛАН-СО-50».

Аспиратор работал 20 минут при каждом отборе пробы, протягивая за это время  $0,2\text{ м}^3$  воздуха. Количество образующейся при сварке ТССА (сварочный аэрозоль, хромовый ангидрид, оксид хрома, марганец) определяли по разности весов фильтров, через которые осуществлялось протягивание воздуха [1]:

$$P = \frac{M_1 - M_2}{V}$$

где  $M_1$  – масса фильтра после сварки и контрольного времени, г;  $M_2$  – исходная масса фильтра, г;  $V$  – объем протянутого через фильтр воздуха,  $\text{м}^3$ .

Полученные результаты исследования составляющих компонентов сварочной аэрозоли образующейся при РДС (вытяжная вентиляция выключена) с применением различных типов источника питания представлены в таблице 1.