

ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ТИТАНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

**Васильев И.Д., студент 2 курса инженерного факультета Научный
руководитель – Яковлев С.А., доктор технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: титан, сплав, способ сварки, сварочный шов, химическая активность.

В данной статье рассматриваются основные способы и особенности процесса сварки титановых сплавов.

Титановые сплавы являются одними из наиболее сложных металлов для сварки из всех металлических материалов, разработанных в промышленности за последние десятилетия. К сварке и обработке титановых металлов предъявляются особые требования и методы для достижения хорошего качества сварных соединений [1].

Благодаря высокой прочности и стойкости к агрессивным химическим воздействиям, титановые сплавы нашли широкое применение в самых разных и ответственных областях современного машиностроения. Однако обработка титана и его сварка имеет определенные трудности из-за физико-химических свойств металла.

Одним из таких факторов является высокая температура плавления (1470-1825°C), а также склонность к увеличению размеров кристаллов и появлению пор при температурах более 880°C [2]. Для этого используют специальные методы нагрева и охлаждения для минимизации напряжений, возникающих в зоне сварки, и предотвращения деформации сварного соединения, а для уменьшения напряжений применяют предварительное натяжение [3].

Для качественной сварки титана необходимо соблюдать надежную защиту зоны сварки от воздействия атмосферного воздуха из-за формирования титанового оксида [4], который приводит к образованию окислов на поверхности металла, а также всех его участков, температура которых превышает 400°C.

Дополнительные трудности при сварке титана вызывает наличие в сплавах металла таких элементов как железа, хрома, марганца, молибдена, вольфрама или ванадия, снижающие пластичность металла, и в ряде случаев, после сварки, требующих отжиг [5].

Эти факторы привели к необходимости сварки титана и его сплавов в среде защитных газов, в первую очередь аргона и гелия. Кроме того, одной из основных задач сварочного оборудования, задействованного при работе с этими металлами, является минимизация времени и площади термического воздействия как на шов, так и на прилегающие зоны [6].

Титановые металлы также предъявляют высокие требования к чистоте сварочных материалов и литейных форм. Даже небольшие примеси могут сильно повлиять на качество сварки. Именно поэтому для сварки титановых металлов, обладающих высокой степенью чистоты, используются специальные сварочные электроды, проволока и токи.

Кроме того, сварка титановых сплавов обычно требует специального оборудования и навыков. Специалисты по сварке должны быть хорошо обучены сварке титана и иметь некоторый опыт работы с этими материалами.

Также, важно отметить, что при сварке титановых металлов предъявляются «особые требования к контролю качества» [7, 8]. Следует тщательно контролировать прочность, коррозионную стойкость и другие характеристики сварного соединения. Это требует использования неразрушающих методов контроля для выявления дефектов.

Из-за необходимости защиты шва при сварке титана и титановых сплавов от вредного воздействия окружающего воздуха, а также из-за их склонности терять прочность при длительном термическом воздействии применяют следующие виды сварки: электродуговая в защитной газовой среде; электрошлаковая сварка; электронно-лучевая; лазерная технология; контактная; диффузионная; холодная; прокатка биметаллов [4].

При любом из способов сварки титана используются добавки из аналогичного материала - в частности, проволока ВТ1-00 [1]. Кромки титановой заготовки подготавливаются механически, а их поверхность,

а также поверхность проволоки и прилегающего металла очищаются травлением или также механически.

Для растворения остаточных пленок применяется смесь дистиллированной воды, соляной кислоты и фторида натрия в соотношении 13:7:1 [1]. Время воздействия на металл составляет 5-10 минут, требуемая температура - около 60°С. При окончательной обработке сваркой стык и прилегающие участки (шириной до 25 мм) очищаются металлической щеткой до характерного блеска, после чего смазываются спиртовыми составами.

Правильно выполненные подготовительные операции сводят к минимуму вероятность образования полостей в сварном шве, его растрескивания или разрушения под нагрузкой и позволяют сформировать однородную стабильную сварочную ванну.

Таким образом, сварка титановых сплавов имеет свои особенности, связанные с высокой химической активностью титана. Поэтому необходимо строго соблюдать технологии очистки поверхности и использование защитных газов, правильно подходить к выбору сварочных методов и параметров. Это помогает добиться оптимального качества сварного соединения и минимизировать возможные проблемы, связанные с термическим воздействием на металл.

Библиографический список:

1. Жиганов, В.И. Основы сварочного производства / В.И. Жиганов, С.А. Яковлев, О.Н. Лукьянчинков // Учеб. пособие - Ульяновск, ГСХА, 2003.- 88 с.
2. Макарова Е.Б. Влияние температуры нагрева на структуру и свойства титана ВТ1-0 после ротационной вытяжки / Е.Б. Макарова, А.А. Батаев, Т.В. Журавина, И.А. Батаев, Д.В. Павлюкова, А.А. Руктуев // СТИН. 2012, № 4, С. 38-40.
3. Влияние повышенных температур на упрочненные электромеханической обработкой структуры титанового сплава ВТ22 / С. А. Яковлев, М. М. Замальдинов, А. А. Глущенко, И. Р. Салахутдинов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16, № 8(188). – С. 376-379.

4. Морозов, А.В. Практикум по материаловедению и технологии конструкционных материалов / А.В. Морозов, С.А. Яковлев, Н.И. Шамуков, – Ульяновск: УлГАУ, 2021.- 186 с.

5. Морозов, А.В. материаловедение: лабораторный практикум / А.В. Морозов, С.А. Яковлев. - Ульяновск: УлГАУ, 2019. -152 с.

6. Акулов, А.И. Технология и оборудования сварки плавлением: Учебник для студентов вузов / А. И. Акулов, Г.А Бельчук, В. П. Демянцевич. – Москва: Машиностроение, 2019. – 432 с.

7. Яковлев, С.А. Технологическое обеспечение качества электромеханической обработки деталей при ремонте сельскохозяйственных машин: специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»: диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук / Яковлев Сергей Александрович; Чувашский ГАУ. – Чебоксары, 2023. – 329 с.

8. Яковлев, С. А. Управление качеством электромеханической обработки деталей машин / С. А. Яковлев, Н. П. Каняев // Инновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва: Московский ГАУ им. В.П. Горячкина, 2012. – С. 111-113.

FEATURES OF WELDING OF TITANIUM METALS

Vasiliev I.D.

Scientific supervisor – Yakovlev S.A.

FSBEI HE Ulyanovsk SAU

Keywords: *titanium, alloy, welding method, welding seam, chemical activity.*

This article discusses the main methods and features of the welding process of titanium alloys.