

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СВАРКИ ТИТАНА

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

**Ключевые слова:** сварка, электрод, сила тока, дуга, металл, шов  
*Работа посвящена обзору и анализу сварки титана. Рассмотрены методы сварки, а также выявлены их особенности.*

Технология сварки титана и его сплавов в основном используется в промышленности из-за особых физических и химических свойств этого материала. Титан начинает плавиться при температурах от 1470 до 1825 °С. При этом он остается сверхпрочным даже при температуре в 500 °С, устойчив к образованию ржавчины и не «боится негативного воздействия агрессивных сред» [1, 2].

Для достижения высокого качества сварки титана используются присадки. Кроме того, необходимо защитить зону сварки и обратную сторону шва от негативного воздействия окружающей среды. Причем необходимо обеспечить защиту как сварочной ванны, так и металлического профиля, нагретого более чем 400 °С. Также необходимо следить за тем, чтобы время нагрева сварочной кромки было коротким. При работе с этим материалом могут возникнуть трудности из-за того, что его зернистость увеличивается при нагревании до 880°С, в результате чего образуются поры [3, 4].

Сплавы титана имеют склонность к закалке, здесь все зависит от легирующего элемента. Так, Cr, Fe, Mn, W, Mo, V, которые входят в состав сплава, делают его менее пластичным. Если температура достигает 250 °С, происходит активное поглощение O<sub>2</sub>, при температуре 600 °С – азота.

В практике чаще всего применяются следующие виды сварки: ручная дуговая, автоматическая, сварка под флюсом, электрошлаковая, контактная, точечная.

Ручная аргонодуговая сварка используется для изготовления небольших титановых изделий или сложных работ, которые невозможно запрограммировать. Для листов толщиной до 0,3 см подходит зазор 0,5-1,5 мм и сила тока 100 Ампер. Для получения более толстых листов требуется напряжение 140 ампер. Электрод перемещают прямо, наклоняя его вперед, и непрерывно подают присадочную проволоку. В течение 1,5-2 минут после сварки подают защитные газы для предотвращения образования оксида [4, 5].

Для автоматической сварки титана используются вольфрамовые электроды с постоянным током. Полярность неплавящегося электрода должна быть прямой. Разжигать и гасить дугу нужно не на элементе, а на находящихся рядом с началом шва планках. Объясняется данное требование тем, что в начале и конце работы дуги в ходе переходных процессов может резко меняться напряжение, что приведет к проплавлению основной детали [6, 7].

При сварке титана под флюсом на шов наносится слой порошкового флюса, который образует облако инертных газов, покрывающее сварочную ванну и прилегающую территорию. Эта технология позволяет производить сварку толстых деталей (до 0,5 см) с высокой скоростью (40-50 м/ч). С помощью данной технологии можно сваривать элементы большой толщины – до 0,5 см, что подходит для стыков и углов, и до 0,3 см при сварке внахлест. Ток должен быть 250–300 А, рабочее напряжение – 24–38 В. Сварка титана и стали под флюсом позволяет достичь высокой скорости: 40–50 км/ч, то есть практически метр в минуту.

При электрошлаковой сварке используются энергоемкие трехфазные сварочные источники, сила тока 1,5 кА и пластинчатые электроды (12х60 мм) для эффективного соединения заготовок из титановых сплавов, получения высококачественных швов с механическими свойствами, аналогичными элементам.

При контактной сварке электроды для зажигания дуги используются для подачи тока. Эта технология используется для соединения листов небольшой толщины при производстве емкостей и корпусов. Оптимальная скорость плавления составляет 2-3 мм/с [8, 9, 10].

---

Таким образом, правильное понимание особенностей процесса сварки титана и соблюдение всех необходимых мер предосторожности обеспечивают надежность и долговечность сварочных соединений, что делает этот материал незаменимым в самых ответственных конструкциях.

### **Библиографический список:**

1. Влияние повышенных температур на упрочненные электромеханической обработкой структуры титанового сплава BT22 / С. А. Яковлев, М. М. Замальдинов, А. А. Глущенко, И. Р. Салахутдинов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16, № 8(188). – С. 376-379.
2. Упрочняемость титанового сплава BT22 электромеханической обработкой на токарно-винторезных станках / С. А. Яковлев, М. М. Замальдинов, Ю. В. Нуретдинова [и др.] // СТИН. – 2017. – № 12. – С. 26-28.
3. Обеспечение самозатачивания режущих частей рабочих органов сельскохозяйственной техники точечной электромеханической обработкой / С. А. Яковлев, В. И. Курдюмов, А. А. Глущенко [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – Т. 17, № 9(201). – С. 419-423.
4. Яковлев, С. А. Технологическое обеспечение качества электромеханической обработки деталей машин / С. А. Яковлев, В. И. Курдюмов. – Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – 258 с.
5. Структура режущих частей рабочих органов почвообрабатывающей техники, изготовленных из стали 30MnB5 после наплавки релита с последующей закалкой / С. А. Яковлев, Е. В. Сидоров, Б. В. Кузнецов, И. А. Сагитов // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК: Материалы XI Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутский ГАУ, 03–04 октября 2024 года. – Иркутский: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 217-222.
6. Эффективность электромеханической осадки шпоночных пазов на валах при ремонте машин / С. А. Яковлев, В. И. Курдюмов, О.

Ф. Симонова [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2021. – Т. 17, № 12(204). – С. 570-573.

7. Electromechanical Hardening of VT22 Titanium Alloy in Screw-Cutting Lathes / A. L. Mishanin // Russian Engineering Research. – 2018. – Vol. 38, No. 6. – P. 488-490.

8. Жиганов, В.И. Основы сварочного производства / В.И. Жиганов, С.А. Яковлев, О.Н. Лукьянчинков // Учеб. пособие - Ульяновск, ГСХА, 2003.- 88 с.

9. Исаев, Ю. М. Распределение электрического потенциала при электромеханической обработке цилиндрических деталей тремя электродами-инструментами / Ю. М. Исаев, В. И. Курдюмов, С. А. Яковлев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1(57). – С. 18-24.

10. Results of metallographic studies of cutting parts of cultivator sweeps made of the 30MnB5 steel / S. A. Yakovlev, V. I. Kurdyumov, V. E. Proshkin [et al.] // Tractors and Agricultural Machinery. – 2024. – Vol. 91, No. 5. – P. 637-645.

## ANALYSIS OF TITANIUM WELDING FEATURES

**Vlasov M. S.**

**Scientific supervisor - Yakovlev S.A.**

**Ulyanovsk SAU**

**Keywords:** *welding, electrode, current strength, arc, metal, seam*

*The work is devoted to the review and analysis of titanium welding. Welding methods such as electric arc and flame welding are considered, and their features are revealed.*