

УДК 621.791.722**РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ БАРАБАНА РОТОРА КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

Амирасланов Виталик Узеирович

*Студент 6 курса,**кафедра «Технологии сварки и диагностики»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: В.М. Неровный,**доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

Проанализированы способы сварки барабана ротора компрессора высокого давления из титанового сплава BT18У, обоснован выбор способа электронно-лучевой сварки [1]. Произведена расчетная оценка тепловых параметров источника нагрева для сварки изделия. Проведён расчет распределения температур в изделии. Проанализированы данные, полученные в Mathcad и выбран оптимальный режим для сварки титанового сплава в зависимости от глубины проплавления и ширины шва.

Из-за низкой теплопроводности титанового сплава возможен перегрев шва и околошовной зоны. Устранить указанную трудность возможно благодаря применению оптимального режима сварки, который выражается в снижении погонной энергии.

Моделирование теплового процесса выполнялось решением задач теплопроводности методом функций Грина [2]. Были приняты следующие условия однозначности:

1) геометрия свариваемого тела – бесконечная пластина толщиной δ :
 $-\infty < x < \infty; -\infty < y < \infty; 0 < z < \delta$;

2) граничные условия смешанного типа:

- по осям x и y граничные условия первого рода равны 0;

- по оси z граничные условия второго рода равны 0:

$$\frac{\partial T}{\partial z}(x, y, 0, t) = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial z}(x, y, L, t) = 0$$

3) теплофизические характеристики c, λ, ρ, a (свойства при температуре 700°C , для упрощения расчета принимаем их постоянными);

4) допущения: материалы являются изотропными, теплофизические свойства не зависят от температуры, на границе раздела двух материалов принимаем среднее значение теплофизических характеристик, температура в начальный момент времени равна 0 [3];

5) источник теплоты – непрерывно действующий комбинированный источник, линейный по глубине (ось Z) и круговой нормально-распределенный на поверхности, введенный в начале координат и действующий в течение определённого отрезка времени.

Решение краевой задачи получено использованием программы MathCad 15 [4].

Исходя из требуемых геометрических размеров сварного шва выбраны подходящие тепловые характеристики источника нагрева. Рекомендуемое оптимальное расстояние от торца пушки до изделия 150-200 мм с учетом необходимости хорошего отображения зоны стыка во вторичных электронах [5].

Оптимальная форма шва образуется при заглублении фокальной плоскости на 60-85% от глубины проплавления относительно поверхности изделия [6]. Примем диапазон регулировки тока фокусировки 760-790 мА.

Применение высоких скоростей сварки позволяет получить качественные соединения со свободным формированием и повышает стабильность формирования швов при ЭЛС титановых сплавов [7]. Таким образом, возьмем максимально расчетную скорость сварки $V=40$ м/ч.

Таблица 1 - Рекомендуемый диапазон параметров режима ЭЛС

L, мм Толщина детали	U, кВ Напряжение пушки	I, mA Ток пучка	I _ф , mA Ток фокусировки	V, м/ч Скорость сварки	l, мм Расстояние от торца пушки до изделия	p, Па Давление в камере
12	60	93-95	760-790	40	190-200	$(1-4) \cdot 10^{-2}$

Данная расчетная модель способствует существенному сокращению затрат на экспериментальную отработку параметров режима ЭЛС для выполнения качественного сварного соединения.

Литература

1. Лукин В. И. Сварка плавлением титанового сплава BT18У /В. И. Лукин, Е. Н. Иода, М. Д. Пантелеев, А. А. Скупов // Труды ВИАМ. - 2015. - №5. – Ст. 04
2. Язовских В.М. Математическое моделирование и инженерные методы расчета в сварке. В 2 ч. Ч. 2. Тепловые процессы при сварке и моделирование в пакете MathCad / В.М.Язовских. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 119 с.
3. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / [В.М. Неровный и др.]; под ред. В.М. Неровного. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 702 с.
4. Ольшанская Т. В. Тепловые модели при электронно-лучевой сварке различным динамическим позиционированием луча, полученные при решении методом функций Грина / Ольшанская Т. В., Федосеева Е. М., Саломатова Е. С., Трушников Д. Н., Беленький В. Я // Вторая международная конференция электронно-лучевая сварка и смежные технологии, Москва, 17 ноября 2017. – Москва: МЭИ, 2017. – 60-81 с.
5. Влияние рабочего расстояния сварочной электронной пушки на геометрию сварочного шва /Назаренко О.К., Загорников В.И. //Автоматическая сварка. 2010. №5. С. 32–35.
6. Терентьев Е. В. Повышение качества формирования сварных соединений при электронно-лучевой сварке неповоротных стыков со сквозным проплавлением: дис. канд. техн. наук: 05.02.10. – НИУ МЭИ, 2014 – 163 с.
7. Терентьев Е. В. Выбор максимально допустимой скорости сварки при ЭЛС со сквозным проплавлением / Е. В. Терентьев, А. П. Слива // Вестник ПНИПУ. – 2013. Том 15. - №4.