

УДК 621.7.077

СИСТЕМА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ СТЕКЛА

Татьяна Сергеевна Жулева

Магистр 1 года,

кафедра "Электронные технологии в машиностроении"

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Л.Л. Колесник,

кандидат технических наук, доцент кафедры "Электронные технологии в машиностроении"

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) является наиболее перспективным способом соединения изделий из тугоплавких и химически активных металлов (сплавов); изделий из термически упрочнённых материалов, когда нежелательна, затруднена или невозможна термообработка; изделий после завершающей механической обработки при необходимости обеспечения минимальных сварочных деформаций; ряда толстолистовых и толстостенных конструкций ответственного назначения.

Наиболее широко освоено промышленное применение ЭЛС в мире в авиакосмической промышленности; ядерной энергетике; энергетическом машиностроении; турбиностроении; электровакуумном, приборостроении и релейном производстве; автомобильной промышленности и др [1].

Плавление металла при ЭЛС и образование зоны проплавления обусловлено давлением потока электронов в электронно-лучевой пушке, выделением теплоты в объеме твердого металла, реактивным давлением испаряющегося металла, вторичных и тепловых электронов и излучением.

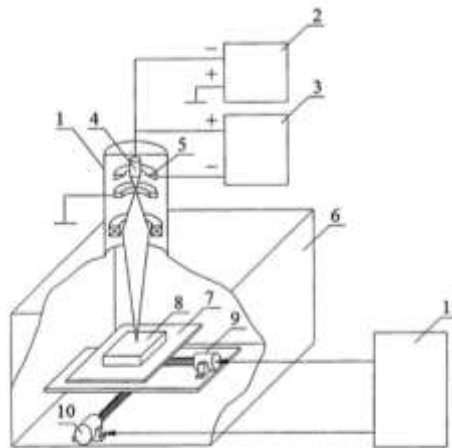
ЭЛС осуществляется в вакууме, который создается для того, чтобы электроны не расходовали свою энергию на ионизацию газовой смеси и для получения качественных швов металла.

ЭЛС нашла большое применение при изготовлении конструкций из молибдена, вольфрама, тантала, ниобия и других тугоплавких и активных металлов, а также из высокопрочных сталей и алюминиевых сплавов.

Технические характеристики, предъявляемые для конструкции:

- размер камеры: 800x800x500 мм;
- форма изделий: трубчатая, плоская;
- скорость сварки: 1 см/мин;
- глубина провара: до 5 мм;
- температура проведения процесса: до 800°C.

ЭЛС реализуется в специальной установке, принципиальная схема которой изображена на рисунке 1.



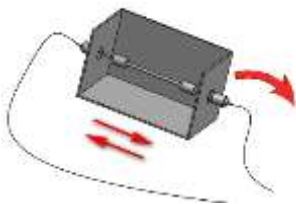
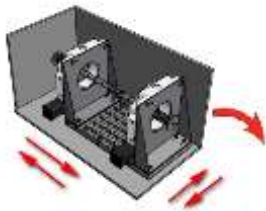
1 – пушка ЭЛП; 2 – низковольтный трансформатор; 3 – источник питания управляющего электрода; 4 – катод ЭЛП; 5 – управляющий электрод; 6 – вакуумная камера; 7 – платформа; 8 – изделие; 9, 10 – двигатели; 11 – блок управления двигателями; [2]

Рис. 1 – Принципиальная схема электронно-лучевой сварки

Существуют следующие технические решения для обеспечения сваривания полых трубчатых поверхностей: перемещение пушки или перемещение самой заготовки внутри камеры.

Существуют два способа передачи вращательного движения в вакуумной камере: с помощью вакуумных вводов вращения, а также с помощью поворотных платформ с двигателями, работающими в вакууме, сравнение которых приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Способы передачи вращения в вакуумную камеру при процессе ЭЛС

Вакуумные вводы вращения	Поворотные платформы с двигателями
Стоимость исполнения выше за счет дополнительного оборудования и увеличения стоимости камеры.	Стоимость будет не на много меньше, так как поворотные платформы и двигатель, работающий в вакууме, достаточно дороги.
Требуется обеспечение соосности.	Соосность обеспечивается конструкцией.
Сложность изготовления и проектирования.	Относительная простота.
Увеличение габаритов установки за счет внешних устройств.	Переносная конструкция, устанавливающаяся в камеру.
Из-за относительно большого газовыделения с течением времени теряется вакуумная плотность.	Почти что полное отсутствие газовыделения при длительной, непрерывной обработке.
	

Вывод: Как видно из таблицы (таблица 1):

1. Стоимость поворотных платформ и двигателей немного меньше, чем стоимость вакуумных вводов вращения

2. Конструкция оснастки для поворотных платформ обеспечивает их соосность, в то время как вакуумные вводы вращения требуют дополнительных усилий для обеспечения соосности
3. Вакуумные вводы вращения увеличивают габариты установки, а также имеют высокое газовыделение по сравнению с поворотными платформами.

Исходя из вышеизложенных преимуществ, целесообразнее выбрать поворотные платформы с двигателями, работающими в вакууме.

Рассмотрим систему для закрепления образцов для установки электронно-лучевой сварки стекла

Стеклозаготовка, позиция 1, устанавливается на ось, которая состоит из двух частей, указанных на рисунке 2 позициями 2 и 3, и вставляется одна в другую. Оси устанавливаются на кронштейн 4 и содержат на себе втулки, цанги, прижимные диски, втулки со сквозными отверстиями, фланцы, гайки, кольца, пружины. Рисунки конструкции приведены на рисунках 2 и 3.

Фланцы 5 закреплены на поворотных платформах 6, которые управляются с помощью шагового двигателя 7. При приведении двигателя в действие, он обеспечивает вращательное движение оси, которая крепится к фланцу с помощью винта. Втулки со сквозными отверстиями 8 крепятся на ось с помощью специальных винтов 9. При вращении оси, втулки 10 остаются неподвижными. Они служат для обеспечения перемещения прижимных дисков 11, которые перемещаются благодаря сжатию и разжатию пружины 12 посредством движения по резьбовой части оси гайки 13 с кольцом 14. Прижимные диски служат для регулировки диаметра цанги 15. Цанга изготавливается из пружинного материала, например, бериллиевой бронзы, и служит внутренним креплением для стеклянных трубок

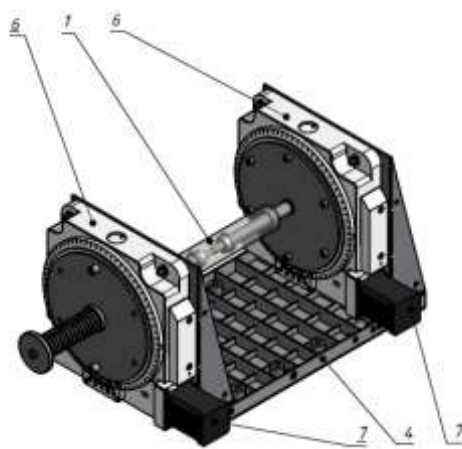


Рис. 2 – Система закрепления образцов для установки электронно-лучевой сварки стекла

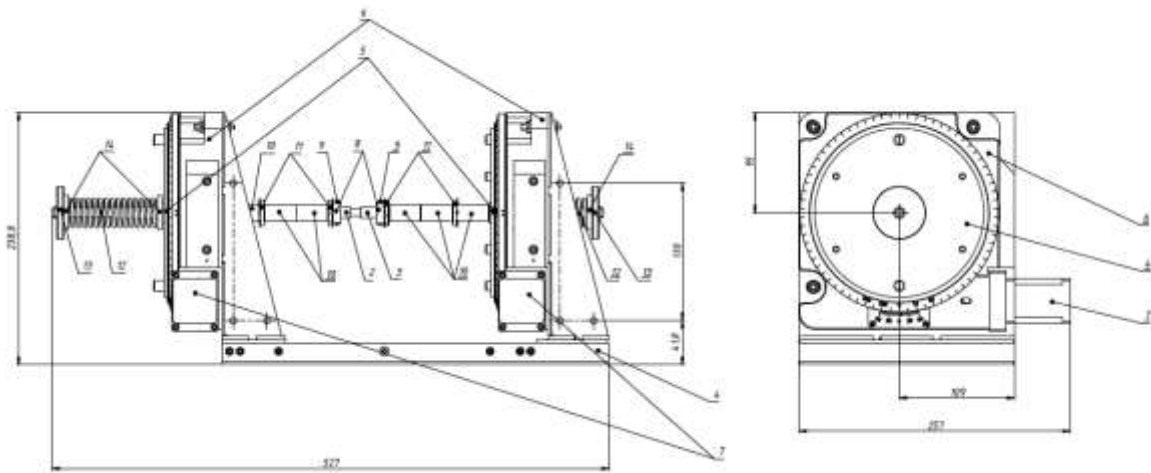


Рис. 3 - Система закрепления образцов для установки электронно-лучевой сварки стекла

Был произведен прочностной расчет в среде трехмерного проектирования и анализа Autodesk Inventor Professional 2010, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Прочностной расчёт

Вид конструкции (нагружение)	Напряжения по Мизесу	Смещение	Коэффициент запаса по прочности

Вывод: для обеспечения вращения был сконструирован кронштейн, который состоит из свариваемых элементов. Основание П-образного кронштейна было заменено на решетку для снижения массы конструкции, а к вертикальным сторонам были добавлены треугольные рёбра для увеличения жесткости конструкции. Спроектированная оснастка имеет достаточную жесткость. Коэффициент запаса прочности значительно превышает требуемый в любой точке оснастки. Смещение в нагруженном состоянии приемлемое, прогибается поперечный лист в верхней плоскости на 0,04 мм.

Заключение и выводы:

В ходе работы был выбран способ передачи вращения внутри камеры с помощью поворотных платформ с шаговыми двигателями, так как это более удобно, так как конструкция

переносная, а конечная стоимость будет меньше, чем при использовании вакуумных вводов вращения.

Спроектированная оснастка имеет достаточную жесткость. Коэффициент запаса прочности значительно превышает требуемый в любой точке оснастки.

Смещение в нагруженном состоянии приемлемое, прогибается поперечный лист в верхней плоскости на 0,04 мм.

На данный момент оснастка выполнена в металле.

У вышеописанной системы нет аналогов на рынке.

Работа была выполнена в рамках государственного контракта №13411.1006899.11.063 при финансовой поддержке Министерства промышленности и торговли РФ.

Литература

1. Справочник по вакуумной технике и технологиям / под ред. *Д. Хоффмана, Б. Сингха, Дж. Томаса III*. М.: Техносфера, 2011. 736 с.
2. Электронно-лучевая сварка/*О. К. Назаренко, А. А. Кайдалов, С. Н. Ковбасенко* и др./Под ред. *Б. Е. Патона*.— Киев: Наукова думка, 1987.— 256 с.
3. Патент RU 2 467 849 С1 – Устройство для управления процессом электронно-лучевой сваркой
4. Сварка и свариваемые материалы, под общей редакцией *В.Н. Волченко*. – М., "Металлургия", 1991
5. «Конструирование и расчёт вакуумных систем» *Пипко, Плисковский*, Москва «Машиностроение», 1979г.
6. Вакуумная техника: справочник /*К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин* и др.; под общ. ред. *К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова*. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2009. – 213 с.
7. Сварка и свариваемые материалы, под общей редакцией *В.Н. Волченко*. – М., "Металлургия", 1991