

История сварочной техники и технологии

Электронно-лучевые технологии

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) явилась одним из перспективных и быстро развивающихся способов соединения различных металлов, в первую очередь тугоплавких, химически активных и разнородных, качественных сталей, высокопрочных сплавов на основе алюминия и титана.

Электронно-лучевая сварка основана на **использовании тепла, которое выделяется при торможении остросфокусированного потока электронов, ускоренных до высоких энергий.**

Явление термического воздействия электронных пучков на твердые материалы было известно давно. В частности, это явление было отмечено в докладе В. Гроува, прочитанного в Лондонском Королевском обществе в апреле 1852 г.

Электронно-лучевые технологии

Однако только благодаря развитию **вакуумной техники и электронной оптики** этот источник нагрева получил широкое применение сначала в сварочной, а затем в металлургической технике.

Толчком, послужившим поиску новых способов соединения материалов, явились **трудности сварки таких металлов, как молибден, тантал, ниобий, вольфрам, цирконий**, которые обнаружались в середине 60-х гг. прошлого века. Эти металлы составляют **группу трудносвариваемых**, так как обладают **высокими температурой плавления и химической активностью**.

Это предполагает использование **высококонцентрированных источников тепла и серьезной защиты зоны сварки**.

Электронно-лучевые технологии

В процессе ЭЛС в вакууме порядка 10^{-4} мм рт.ст. обеспечивается **практически полное отсутствие примеси вредных газов.**

Высокая концентрация энергии в электронном луче до 10^9 Вт/см² при минимальной площади пятна нагрева до 10^{-7} см² **способствует уменьшению термических деформаций при сварке, незначительным структурным превращениям в зоне нагрева и обеспечивает формирование сварного шва с ярко выраженной кинжальной формой проплавления.**

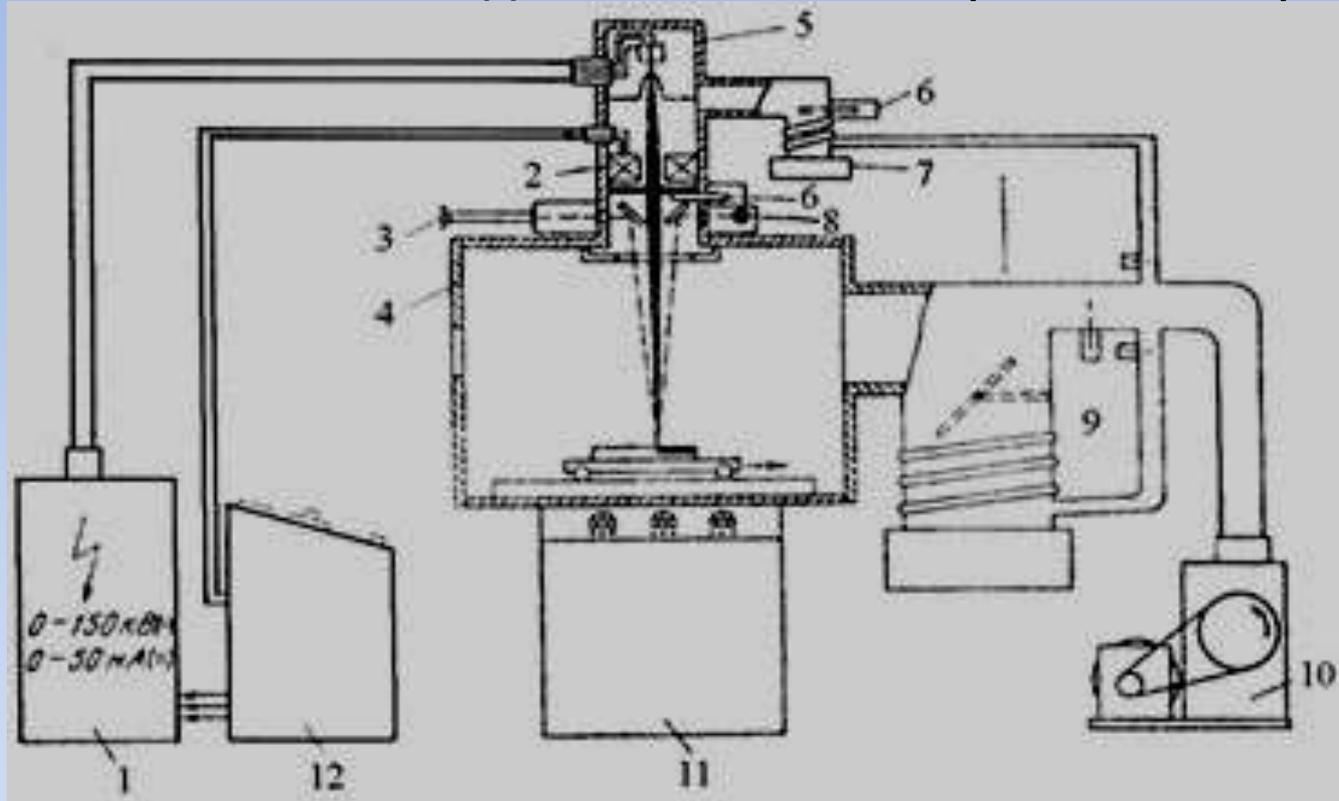
Электронно-лучевые технологии

Разработка техники и технологии ЭЛС связана с работами французских и американских инженеров Д.А. Стора, Д. Бриолы, В.Л. Вимена, которые были опубликованы в 1957-58 гг.

В эти же годы в СССР в Московском энергетическом институте под руководством Н.А. Ольшанского и Институте электросварки им. Е.О. Патона под руководством Б.А. Мовчана независимо от работ иностранных ученых также были проведены исследования по применению электронно-лучевой сварки.

Электронно-лучевые технологии

Процесс сварки реализуется в специальных установках, принципиальная схема одной из них изображена на рисунке



- 1 – высоковольтный источник питания; 2 – магнитное отклоняющее устройство;
- 3 – телескопическое устройство для наблюдения;
- 4 – сварочная камера; 5 – электронная пушка; 6 – вентиль;
- 7 – диффузионный насос; 8 – освещение; 9 – вакуумный вентиль;
- 10 – роторный форвакуумный насос; 11 – пульт управления движением детали;
- 12 – электрический пульт управления

Электронно-лучевые технологии

При создании сварочных электронных пушек были решены многие вопросы, которые не возникали ранее в электронном приборостроении.

Для сварки потребовались **пучки электронов с малыми поперечными размерами**, причем на значительном расстоянии от пушки и в условиях существенного рассеяния на остаточных газах и парах свариваемых металлов.

Были сведены к минимуму **погрешности электронно-оптической системы**.

Технологические и электронно-оптические характеристики пушки с однокаскадной электростатической фокусировкой были улучшены **введением в конструкцию ускоряющего электрода**.

Дальнейшим шагом в развитии ЭЛС явилось применение так называемой **комбинированной фокусировки**, когда в электростатическом поле эмиссионной системы осуществляется предварительное формирование пучка, а окончательное – в области электромагнитной фокусирующей линзы.