

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ЛИНЗАМИ

В.Т. Доронин

Устройство для электронно-лучевой сварки содержит высоковольтный источник 1 питания, вакуумную камеру 2, катод 3, сетку 4 смещения электрического потенциала с отверстием, ускоряющий анод 5 с отверстием, электромагнитные фокусирующие линзы 6, 7 и электромагнитную отклоняющую систему 8. Устройство предназначено для сварки изделия 9. Катод 3 выполнен из монокристалла гексаборида лантана и обеспечивает электрический ток в 1 ампер. Каждая электромагнитная фокусирующая линза 6, 7 выполнена в виде одновитковой индуктирующей кольцеобразной трубки 10 из сверхпроводящего материала, имеющей пазовое разделение торцов 11, 12 с образованием зазора 13 между ними. В индуктирующей кольцеобразной трубке 10 имеется полость 14 между торцами 11 и 12. Образованный торцами 11 и 12 индуктирующей кольцеобразной трубки 10 зазор 13 служит для пазового разделения торцов 11, 12 друг от друга по току.

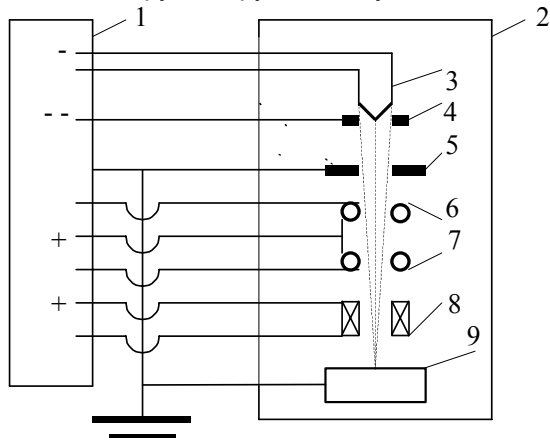


Рисунок 1 – Общий вид устройства для электронно-лучевой сварки.

На рисунке 2 представлен общий вид электромагнитной фокусирующей линзы; на рис.3 – её вид сверху. Каждая фокусирующая линза 6, 7 содержит токоподводящие шины 15 для электрического тока и патрубки 16 для охлаждающей жидкости.

Для формирования фокусирующего магнитного поля и качественной фокусировки электронного луча, индуктирующую кольцеобразную трубку 10 изготавливают из сверхпроводника круглого или эллипсовидного сечения. Токоподводящие шины 15 присоеди-

няются к торцам 11 и 12 индуктирующей кольцеобразной трубки 10 каждой электромагнитной фокусирующей линзы 6 и 7 по линиям раздела торцов 11 и 12 со сложным зазором 13.

Присоединение токоподводящих шин 15 к концам индуктирующей кольцеобразной трубки 10 обеспечивает протекание электрического тока по полному витку индуктирующей кольцеобразной трубки 10. Токоподводящие шины 15 противоположными концами подсоединяются к электрическому источнику 1 питания. Вдоль индуктирующей кольцеобразной трубки 10 протекает постоянный по направлению электрический ток, формирующий магнитное поле для фокусировки электронов. Пазовое разделение торцов 11 и 12 индуктирующей кольцеобразной трубки 10 каждой электромагнитной линзы 6 и 7 обеспечивают однородное распределение индукции вокруг фокусируемого электронного луча и высокую фокусировку электронного луча. Охлаждение сверхпроводящей индуктирующей кольцеобразной трубки 10 осуществляется подводимым к патрубкам 16 и далее циркулирующим вдоль полости 14 индуктирующей кольцеобразной трубки 10 охлаждающим агентом.

Предлагаемое устройство для электронно-лучевой сварки работает следующим образом. Высоковольтный источник 1 питания обеспечивает электрической энергией функционирование всех узлов устройства для электронно-лучевой сварки, в том числе обеспечивает нагрев расположенного в вакуумной камере 2 катода 3. Катод 3 позволяет непрерывно работать до 30 часов. Из него происходит эмиссия электронов. Выходящие из катода 3 электроны сначала формируются в направленный поток электронов. Затем с помощью электрического поля между катодом 3, сеткой 4 смещения электрического потенциала с отверстием и ускоряющим анодом 5 электроны фокусируются в пучок с диаметром, сначала равным диаметру отверстия в сетке 4 смещения потенциала, затем в пучок, равным диаметру отверстия в аноде 5.

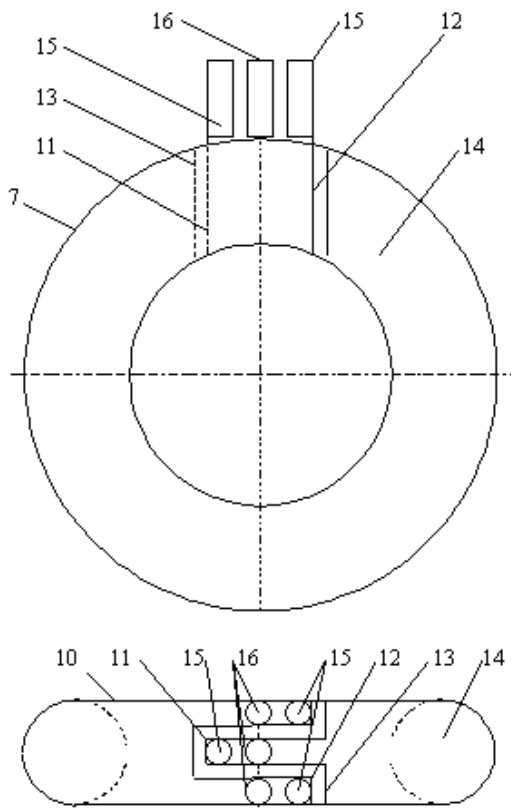


Рисунок 2 - общий вид электромагнитной фокусирующей линзы

Разность потенциалов между ускоряющим анодом 5 и катодом 3 достигает нескольких десятков тысяч вольт, поэтому испускаемые катодом 3 электроны на пути к аноду 5 приобретают высокую кинетическую энергию. Далее, для увеличения плотности энергии в электронном луче, после выхода электронов из отверстия ускоряющего анода 5 электроны направляются в электромагнитную фокусирующую линзу 6. Для формирования фокусирующего магнитного поля электрический ток пропускается по витку индуктирующей кольцеобразной трубки 10 электромагнитной линзы 6. Разность потенциалов подаётся на концы индуктирующей кольце

образной трубки 10 электромагнитной фокусирующей линзы 6. Распределение индукции по радиусу электромагнитной фокусирующей линзы 6 таково, что получают в центре витка индуктирующей кольцеобразной трубки 10 фокусирующее магнитное поле и зону фокусировки электронов. В центре витка индуктирующей трубки 10 с помощью магнитного поля осуществляется фокусировка луча электронов. При пропускании постоянного электрического тока через индуктирующую трубку 10 вокруг индуктирующей трубки 10 возникает магнитное поле, напряженность которого не изменяется по величине и по направлению в пространстве. Напряженность магнитного поля и плотность магнитного потока получают наибольшими внутри витка вблизи индуктирующей трубки 10. У направленного электронного луча внутри витка индуктирующей трубки 10 постоянный магнитный поток осуществляет ещё большую фокусировку. Магнитное поле фокусирующей линзы 6 особенно активно воздействует на электроны в поверхностных слоях потока электронов, что и приводит к фокусировке электронного луча. Глубина фокусировки, профиль магнитного поля и параметры электронного луча зависят от формы индуктирующей трубки 10 и конструкции торцов 11 и 12. Пазовое разделение торцов 11 и 12 индуктирующей трубки 10 обеспечивает протекание постоянного электрического тока по полному витку индуктирующей трубки 10 и однородную индукцию магнитного поля вокруг фокусируемого электронного луча. Магнитный поток приводит к действию силы Лоренца на все пролетающие электроны.

После электромагнитной линзы 6 электроны следуют в такую же электромагнитную линзу 7, где происходят аналогичные процессы, далее в электромагнитную отклоняющую систему 8 и затем к свариваемому изделию 9. Свариваемое изделие 9 размещено по ходу электронов после электромагнитной отклоняющей системы 8.