

Студентка гр. 3 факультета химической техники и технологии Дуденкова Е.Г.

Научный руководитель – Вершина А.К.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Целью данной работы является сравнение эффективности очистки плазменных потоков, генерируемых в вакууме электродуговым испарителем, с помощью сепарирующих систем различных конструкций.

Известно, что продукты эрозии катода электродугового испарителя наряду с заряженной компонентой содержат также и нейтральную фазу: капли, твердые осколки материала катода, кластеры и т. д. Нейтральная составляющая плазменного потока, конденсируясь на подложке, вызывает в формируемых покрытиях значительную пористость, что отрицательно сказывается на защитных свойствах последних. Для исключения попадания указанных макрочастиц на поверхность конденсации применяют различные системы сепарации плазмы, генерируемой вакуумной дугой.

Для проведения исследований по разделению заряженной и нейтральной компонент плазменного потока нами разработаны два вида сепарирующих устройств – электростатический сепаратор и криволинейный плазмооптический сепаратор, которые монтировались на аноде электродугового испарителя вакуумной установки. Электростатический сепаратор состоит из стационарного электродугового испарителя и дополнительного электрода. В состав испарителя входят катод, анод, стабилизирующая электромагнитная и фокусирующая катушки. Испаритель крепится к стенке камеры, а дополнительный электрод устанавливается внутри полого анода на расстоянии, перекрывающем от попадания продуктов эрозии телесный угол, во внутренней области которого перемещаются обрабатываемые детали. Испытывали два вида дополнительного электрода: монолитный и разрезной. Однако полного отделения капельной фазы с помощью выше описанных устройств получить не удалось вследствие широкого диапазона скоростей разлета капель, хотя более высокими характеристиками в этом плане обладает система сепарации с дополнительным монолитным электродом. Кроме того, из-за осаждения материала эрозии катода на поверхности дополнительного электрода эти системы не отличаются высокой производительностью процесса. Отметим также, что при эксплуатации электростатических сепарирующих устройств возникают трудности, связанные с разогревом дополнительного электрода потоком эрозионной плазмы, приводящим к распылению с его поверхности как материала покрытия, так и материала электрода. Это требует дополнительного охлаждения последнего, что значительно усложняет конструкцию всей системы сепарации плазмы.

Наиболее надежным способом разделения капельной и заряженной компонент плазменного потока, генерируемого электродуговым испарителем, является сепарация составляющих потока в магнитном поле. Способ основан на том явлении, что плазма распространяется вдоль силовых линий магнитного поля. Последнее оказывает незначительное воздействие на макрочастицы вследствие малого отношения заряда к массе. В состав криволинейного плазмооптического сепаратора входят катод, полярный анод, стабилизирующая и фокусирующая катушки, плазмодод и катушка магнитной системы. Плазмодод с испарителем крепятся к стенке камеры. В нашем случае криволинейный участок плазмодода, выполненный из немагнитной стали $X18H10T$, представлял собой участок тора с большим радиусом 220 мм и малым – 60 мм, напряженность магнитного поля вдоль оси тороидального участка $H_z \sim 3700$ А/м. На корпус плазмодода подавался положительный потенциал 15-20 В, при этом коэффициент пропускания сепаратора

$\eta = \frac{I_{i_{вых}}}{I_{i_{вх}}}$ составлял $\sim 35\%$ ($I_{i_{вых}}$ и $I_{i_{вх}}$ – суммарные ионные токи насыщения на выходном и входном сечениях плазмодода соответственно).