

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ КОМБИНИРОВАННОГО РАЗРЯДА

Козлова С. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Мадвейко С. И. – канд. техн. наук, доцент

В работе рассмотрена физическая модель формирования низкотемпературной плазмы комбинированного разряда пониженного давления. Описаны особенности низкотемпературной плазмы комбинированного разряда пониженного давления.

Взаимодействие активных частиц плазмы с поверхностью вызывает протекание различных гетерогенных процессов. Для осуществления многих процессов, в том числе и упрочняющих, происходящих при взаимодействии частиц плазмы с поверхностью, в первую очередь необходимо, чтобы тяжелые частицы плазмы обладали достаточной энергией для воздействия на поверхность. Для рассмотрения вопросов модификации поверхности при воздействии частиц плазмы комбинированного (СВЧ и НЧ) разряда пониженного давления, необходимо выявить его свойства и структуру и сравнить их с известными разрядами низкотемпературной газоразрядной плазмы пониженного давления [1].

Особенностями низкотемпературной плазмы комбинированного разряда являются способ ее формирования и месторасположения плазменного облака. Плазма формируется:

- в условиях наложения электростатического поля и сверхвысокочастотного электромагнитного поля на пониженном уровне СВЧ-мощности при давлении порядка 300 Па в среде технологического газа;

- непосредственно вокруг обрабатываемого инструмента, имеющего выступающие части или заостренные кромки [2].

При формировании и в процессе поддержания плазмы комбинированного разряда возникают и протекают явления:

- пробой газа на внешней границе;
- дрейф электронов к поверхности инструмента в объеме плазменного облака;
- эмиссия электронов и ионов с внутренней границы плазмы;
- формирование скомпенсированного потока заряженных частиц;
- процессы рекомбинации и передачи энергии ионов и электронов поверхности инструмента.

Особенность комбинированного разряда пониженного давления заключается в том, что разряд формируется вокруг обрабатываемого объекта сложной формы, имеющего выступающие части или заостренные кромки. При подаче на образец положительного потенциала вокруг него возникает разряд в результате наложения электростатического поля и сверхвысокочастотного электромагнитного поля.

Подводимая СВЧ мощность ниже необходимой для возбуждения и поддержания стационарного безэлектродного СВЧ-разряда пониженного давления, но достаточна для возбуждения и поддержания комбинированного разряда на этом давлении. Определяющими процессами являются процессы, происходящие на внешней и внутренней границе плазмы (рисунок 1).

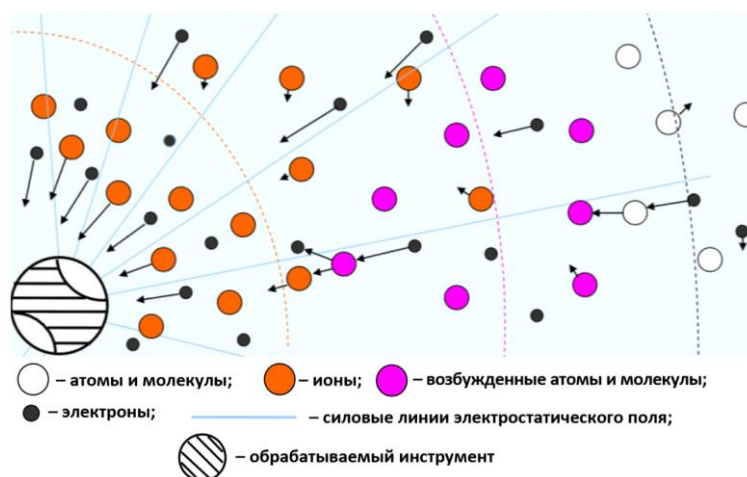


Рисунок 1 – Физическая модель формирования низкотемпературной плазмы комбинированного разряда вокруг обрабатываемой поверхности металлорежущего инструмента

Хаотическое движение электронов, осциллирующих со сверхвысокой частотой электромагнитного поля, в условиях наложения полей приобретает направленное движение к положительному электроду (обрабатываемому объекту), что ведёт к наращиванию как энергии, так и плотности электронов. В этих условиях вблизи обрабатываемой части объекта концентрация электронов нарастает так, что баланс электронов восстанавливается, их энергия и плотность возрастают и становятся достаточными для неупругого взаимодействия с тяжелыми частицами газа, тем самым создаются условия для пробоя газа вблизи обрабатываемой. Это проявляется в образовании светящейся области плазмы стационарного комбинированного разряда.

Управление энергией частиц в потоке плазмы осуществляется путем изменения СВЧ-мощности, расположения обрабатываемого объекта в камере обработки, величины положительного потенциала, подаваемого на обрабатываемый объект и рабочего давления.

Несмотря на то, что исследованию приведенных параметров и характеристик посвящено достаточно исследований, литературные сведения о них остаются недостаточно полны. Все это обуславливает необходимость проведения подобного рода исследований, которые являются перспективными для решения проблем потребности в качественном износостойком режущем инструменте, обладающем гарантированными эксплуатационными свойствами.

Список использованных источников:

1. Бржозовский, Б.М. Экспериментальное исследование тепловых процессов при упрочнении металлорежущего инструмента в низкотемпературной плазме / Б.М. Бржозовский, М.В. Мартынов, Е.П. Зинина // Вектор науки тольяттинского государственного университета – 2015. – Vol. 32, № 2. – P. 2073-5073.
2. Е.П. Зинина: Повышение износостойкости мелкоразмерного режущего инструмента обработкой в низкотемпературной плазме комбинированного разряда / Е.П. Зинина – Саратов. – 2009. – 251 с.