

Доклад по презентации.

Моя курсовая работа называется «Способы создания микроплазмы и её применение». Микроплазма (слайд 2) – плазма малых размеров, от мм до мкм в трехмерных масштабах. Микроплазма, как и обычная плазма, может существовать в разных формах (тепловая или нетепловая) и иметь разные параметры (температура, давление, степень ионизации). В данный момент микроплазма не так хорошо изучена, как хотелось бы, но, тем не менее, применяется на практике. Во-первых, это освещение сверхтонкими пластинками: плазма может светиться. Во-вторых, это датчики окружающей среды: т.к. микроплазма очень чувствительна, её используют как детектор для обнаружения вредных веществ. В-третьих, это плазменные дисплеи: новейшие плоские очень тонкие дисплеи, состоящие из двух стеклянных пластинок, пространство между которыми заполнено плазмой. В-четвёртых, косметика: есть процедуры по омоложению кожи и пилингу с использованием микроплазмы. Также ведутся разработки по применению плазмы в медицине: есть исследования по использованию плазмы для лечения рака.

Как было уже сказано, микроплазма бывает разных типов (слайд 3). На слайде представлена диаграмма типов плазмы на плоскости пространственного размера d (по оси абсцисс) и концентрации электронов n_e (по оси ординат). В общем можно выделить три вида микроплазм: традиционная плазма (размер 1-100 мм, концентрация электронов $10^{12} - 10^{14} \text{ см}^{-3}$), которая по свойствам практически не отличается от обычной; промежуточно-экзотическая плазма (размер $10^{-5} - 1 \text{ мм}$, концентрация электронов - $10^{14} - 10^{16} \text{ см}^{-3}$ при размерах до 10^{-3} мм , $10^{16} - 10^{20} \text{ см}^{-3}$ при размерах до 10^{-5} мм) – можно сказать, что это «характерная микроплазма», т.к. она более-менее изучена, относительно широко используется (об этом было сказано выше), но её свойства отличаются от обычной плазмы; и экзотическая плазма (размер $10^{-3} - 10^{-5} \text{ мм}$, концентрация электронов $10^{16} - 10^{20} \text{ см}^{-3}$) – наименее изученный тип плазмы, обладающая очень высокой температурой и плотностью.

Теперь поговорим о способах создания микроплазмы (слайд 4). На рисунке изображены различные плазменные струи, представленные в виде диаграммы: по оси абсцисс отложена частота электромагнитного поля, поддерживающего разряд, по оси ординат – мощность, вкладываемая в единицу объёма. На диаграмме представлено 6 типов струй:

- Струи на постоянном токе (DC plasma torches, частота $<10 \text{ Гц}$, удельная мощность $10-10^7 \text{ Вт/м}^3$)
- Струи на переменном токе (AC plasma jets, частота – $10^4 - 10^6 \text{ Гц}$, удельная мощность - $10 - 10^3 \text{ Вт/м}^3$)
- Пульсирующие струи (Self pulsing DC, частота – $10 \text{ Гц} - 10 \text{ кГц}$, удельная мощность $1 - 10^3 \text{ Вт/м}^3$)
- Струи на барьерном разряде (AC plasma torches, частота – $10-10^6 \text{ Гц}$, 10^4-10^6 Вт/м^3)

- Струи, направляемые лазерной искрой (Gliding arcs, частота – $1-10^4$ Гц, удельная мощность – 100-1000 Вт/м³)
- Радиочастотные плазменные струи (RF plasma jets, частота – 1 МГц -1 ГГц, удельная мощность – 1-1000 Вт/м³)
- Струи, поддерживаемые микроволновым излучением (MW jets, частота – $10^8 - 10^{10}$ Гц, удельная мощность – 100-10000 Вт/м³)

В своей работе я поставила следующие цели (слайд 5):

1. Изучит различные способы применения микроплазмы;
2. Изучить способы создания микроплазмы;
3. Рассмотреть различные способы создания микроплазмы с помощью плазменной струи;
4. Изучить системы уравнений, требуемых для создания микроплазмы;
5. Рассмотреть различные схемы создания микроплазмы в потоке газа;
6. Провести предварительный расчет параметров аргоновой плазмы в струе.

Существует несколько классификаций плазменных устройств. Вот основные критерии, по которым классифицируется плазма:

- Геометрия разряда, устройство электронов и конфигурация поля
- Тип плазмы, которая генерируется (изотермическая дуга/факел (горелка), или неизотермическая/холодная плазма)
- Частота поля (Постоянный ток, низкочастотный переменный ток, ВЧ плазма, микроволновая плазма)
- Импульсная или непрерывная плазма
- Химический состав газа, в котором создается плазма.

От различных параметров зависят и свойства плазмы (слайд 6). На рисунке представлены различные типы плазменных устройств, в 7ми разных геометриях (коаксиальной (1–6) и прямоугольной (7)). Эти устройства можно классифицировать по различным критериям:

1. Электродные разряды (без диэлектрика)
2. Диэлектрические барьерные разряды (ДБД)
3. Струи с разрядами, похожими на ДБД
4. Разряды в коаксиальной линии.

Геометрия 1 представляет собой дугу прямого нагрева. При больших мощностях в данной геометрии создается ЛТР плазма, но малых размерах и небольших вложенных мощностях возможна генерация неравновесной плазмы.

В геометрии 2 реализуется дуга непрямого нагрева. Как правило, если трубка металлическая, то установка классифицируется как dielectric free (бездиэлектрическая) и в ней реализуется равновесная плазма.

В случае использования диэлектрической трубы это в такой геометрии реализуется ДБД-подобный источник плазмы. Внутренний электрод также может быть покрыт диэлектрическим слоем.

В геометрии 3 оба электрода располагаются вне разрядной трубки

В геометрии 4 для облегчения создания плазмы реализуется полый катод.

Геометрия 5 представляет собой индуктивный разряд.

Геометрия 6 реализует микроволновый разряд в резонаторе, а геометрия 7 – емкостной ВЧ разряд между двумя электродами.

Основные уравнения, описывающие свойства плазмы (слайд 7):

- Уравнения гидродинамики для газа;
- Уравнения Максвелла для высокочастотного электромагнитного поля;
- Уравнения амбиполярной диффузии для заряженных частиц.

На слайде 8 представлена расчетная геометрия для создания плазмы. На слайде 9 – основные диаграммы (амплитуда скорости и контур избыточного давления) при протекании аргона через разрядную трубку. На слайде 10 представлены примеры пространственного распределения электромагнитного поля в разряде (в относительных единицах).

Основные выводы, полученные в результате работы (слайд 11):

1. Микроплазма, создаваемая при атмосферном давлении является очень интересным объектом как с точки зрения своих физических свойств, так и с точки зрения физических приложений.
2. В зависимости от вкладываемой мощности плазма может быть как изотермической, так и неравновесной.
3. Для технологического применения может быть использована как импульсная, так и непрерывно создаваемая плазма.
4. Существует режим плазмы, когда при периодическом питании наблюдается режим плазменных шаров (плазменных пуль), генерируемых в определенные фазы поля. Практически эти шары представляют собой генерируемые в разряде волны ионизации различной природы.
5. Наиболее выгодным с точки зрения управления параметрами плазмы может быть ее поддержание с помощью двух источников, одного создающего плазму в потоке, и второго, ускоряющую плазму по направлению к подложке.
6. Неравновесная плазма, создаваемая высокочастотным полем, может быть описана с помощью уравнений баланса энергии электронов, уравнения амбиполярной диффузии и уравнений Максвелла. Для описания течения плазмы используются уравнения Навье-Стокса.
7. Проведен предварительный расчет параметров плазмы, генерируемой в потоке инертного газа.

