**Распределение по размерам полидисперсного порошка цинка в плазме тлеющего разряда.**

Голованов А.И., Сысун В.И., Щербина А.И.

*Петрозаводский Государственный Университет, Россия, респ. Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина 33, 185000, der\_meister26@gmail.com*

**1. Введение.**

В лабораториях по изучению пылевой плазмы зачастую используется «пыль» специального производства. Например, калиброванный порошок меламинформальдегида(MF) или SiO2. Частицы этого порошка имеют сферическую форму, известный размер и плотность и являются очень удобным объектом для исследования. Но при этом стоимость такого порошка достаточно высока.

Помимо калиброванных порошков в экспериментах используются полидисперсные порошки таких соединений, как оксидов алюминия или цинка. Размеры частиц образующих плазменный кристалл при использовании таких порошков заранее не известен.

В экспериментах по выращиванию протяженных плазменно-пылевых структур использовался некалиброванный порошок цинка с неизвестным распределением частиц по размерам. В этом случае, нам неизвестно из каких по размеру частиц состоит плазменный кристалл. [1,2]

Работа посвящена точному определению размеров частиц, участвующих в построении упорядоченной плазменно-пылевой структуры.

Предлагаемая в работе методика позволяет изучать пылевые частицы микронного размера методом *in situ*, то есть получать изображение этих частиц, а в дальнейшем и данные об их размерах, находящихся непосредственно в плазме.

Для измерений использовался полидисперсный порошок цинка с неизвестным распределением частиц по размерам. Данный порошок использовался в экспериментах по выращиванию протяженных плазменно-пылевых структур.

До инжекции пыли в плазму, была построена гистограмма распределения частиц по размерам. Для определения размеров пылевых частиц использовался биологический рабочий микроскоп МБР-1.

Для построения распределения использовалось 350 случайным образом выбранных частиц. В результате измерений получилось распределение, представленное на графике (рис. 1).

Из графика видно, что 80% частиц цинка имеют диаметр менее 6 мкм, из них около половины частиц имеют диаметр меньший 2 мкм.

|  |
| --- |
| Рис. 1. Гистограмма распределения частиц цинка по размерам. |

## 2. Методика определения размеров частиц, левитирующих в плазме.

|  |
| --- |
| Рис. 2 Схематичное изображение установки по определению размеров частиц в плазме |

На рис. 2. представлена схема экспериментального стенда для наблюдения и измерения размеров пылевых частиц непосредственно левитирующих в плазме.

Свет от галогеновой лампы (Рис. 2), проходя сквозь трубку с пылевыми частицами, попадает в объектив микроскопа, который формирует изображение этих частиц на фотоприемнике, которым является ПЗС-матрица. Наблюдение ведется за центральной областью страты разряда.

Для наблюдения за частицами невооруженным глазом также используется лазерный нож, создаваемый лазером и одной цилиндрической линзой. Данное оборудование располагается перпендикулярно оптической оси микроскопа.

Полученное изображение поступает в компьютер, где сохраняется в виде видео файлов. В дальнейшем из видео файла извлекаются кадры с наиболее четким и сфокусированным изображением пылевых частиц в плазме разряда.

В качестве фотоприемника выступает ПЗС-матрица скоростной видеокамеры ***HiSpec 1***. Видеокамера позволяет производить видеосъемку с частотой кадров до 506 Гц при разрешении 1280🞩1024 пикселей. Она подвижна относительно окуляра микроскопа, а также имеет регулировочные винты для перемещения в плоскости изображения по вертикали и горизонтали.

|  |
| --- |
| Рис. 3. Гистограмма распределения по размерам частиц цинка, левитирующих в плазме неона. |

### 3. Результаты.

Измерения проводились в плазме аргона и неона. Как показали предыдущие эксперименты[1,2], в плазме аргона возможно существование протяженных плазменно-пылевых структур, что не наблюдалось в плазме неона. Давление плазмообразующего газа и разрядный ток выбирались из области давлений и токов в которых возможно существование протяженных плазменно-пылевых структур.

|  |
| --- |
| Рис. 4. Гистограмма распределения по размерам частиц цинка, левитирующих в плазме аргона. |

В результате измерений частиц цинка в плазме было получено распределение частиц по размерам, которое представлено на гистограммах ниже. Гистограммы строились по 120 частицам.

На первом графике (рис. 3.) можно увидеть, что в неоне происходит левитация частиц, основная фракция которых имеет диаметр от 2 до 4 мкм.

В случае когда плазмообразующим газом явлется аргон, картина несколько иная. Из гистограммы(рис. 4.) видно, что частицы, диаметр которых менее 2 мкм, не участвовали в процессе образования плазменно-пылевого кристалла. Интересно заметить, что данных частиц в общем количестве цинковой пыли было более 40%. В образовании плазменно-пылевого кристалла основную роль играют частицы с диаметром от 4 до 6 мкм.

Как видно из графиков происходит явление селекции частиц по размерам в плазме. Из всего широкого спектра частиц в плазме левитирует лишь часть из них, и в различных плазмообразующий газах левитируют совершенно разные по размерам частицы.

**ЛИТЕРАТУРА**

# 1. Sergey F. Podryadchikov and Anatoly D. Khakhaev. Elongated Dusty Structures in a Glow Discharge Plasma. IEEE Transactionson Plasma Science, num.11 vol.39 (November2011), p.2745.

# 2. A.I. Golovanov, S.F. Podryadchikov, A.I. Scherbina. Investigation of extended dusty plasma structures. Украинский физический журнал. 2014. T. 59, № 4