тОКОВЫе СЛОи И ФРАКТАЛы в ПЛАЗМе ДУГОВОГО РАЗРЯДА

Смоланов Н.А.

МГУ им. Н. П. Огарева (Национальный исследовательский университет), г. Саранск, Россия, smolanovna@yandex.ru

Цель настоящей работы – поиск условий, при которых могут формироваться фрактальные структуры в плазме дугового разряда. При анализе фрактальных структур частиц основное внимание в работе уделено как полевой, так и корпускулярной компоненте плазмы.

Проведен анализ процессов в плазме вакуумной дуги, которые могут влиять на образование и рост фрактальных структур. В основе анализа лежат фундаментальные теоретические и экспериментальные результаты магнитной гидродинамики (плазмодинамики). Показано, что теория фрактала приобретает основную роль при объяснении коллективного поведения сложных систем.

Ионно-плазменные методы являются одними из методов получения наноструктур. Исследование процессов в плазме зондами Ленгмюра не в состоянии разрешить пространственное распределение потенциалов магнитного и электрического полей в пределах наноразмеров формирующихся в плазме частиц. Условия протекания процессов, в том числе и плазмохимических, во многом зависит от координаты (расположения) в камере. Следует также учитывать плотность тока в пределах площади, где возможны различные направления токов. В работе дан обзор результатов изучения осажденных в межэлектродном пространстве структур из плазмы дуги. Комплексный подход в изучении процессов в плазме и образующихся из нее структур сделан в работе [1]. Особое внимание уделено 2-м моментам: «…созданию плазмы и ее гибели на стенках рабочего объема» [2, cтр. 12]. Наши результаты исследования дисперсной системы микрочастиц методом малоуглового рентгеновского рассеяния показали, что основной вклад в рассеяние вносят частицы, которые можно отнести к массовым фракталам с размерностью 2,62 [3-5].

Установлено, что фрактальность частиц обусловлена условиями формирования дисперсных частиц, составом потока плазмы, параметрами электрического и магнитного полей в межэлектродном пространстве. Обычно образование фракталоподобных агрегатов происходит в условиях неустойчивости фронта роста, а рост фракталов сопровождается высокими скоростями диссипации энергии [6]. Где могут существовать такие условия в нашем случае? Возникло предположение (гипотеза), что своей необычной структуре (фрактальной) часть осажденных частиц из плазмы дугового разряда обязана токовым слоям. В работе проведен анализ условий появления токовых слоев (ТС), их параметры и проявления в широких масштабах – от космической плазмы до лабораторной [7 – 10]. В плазменном потоке вакуумной дуги возможны два процесса с участием токовых слоев, один из которых приводит к образованию фракталов.

Литература

1. Смоланов Н.А., и др. // Поверхность. 2015, № 4, с. 72 – 76.
2. Морозов А.И. Введение в плазмодинамику. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 616 с.
3. Смоланов Н.А., Неверов В.А. // Письма о материалах, 5 (2), 2015, с. 179 – 184.
4. Smolanov N.A. // Journal of Surface Investigation 2017, 11 (2), с. 353 – 560.
5. Smolanov N.A. // Journal of Surface Investigation 2018, 12 (3), с. 593 – 597.
6. Anders A. Cathodic Arcs: From Fractal Spots. Berckley: Springer Science, 2008. 540 p.
7. Франк А. Г.// УФН 180 982–988 (2010).
8. Леденцов Л. С.. Сомов Б. В. //У ФН 185 113 – 142 (2015).
9. Budaev V.P., Khimchenko L.N. Fractal Grown in Tokamak: Preprint IAE-6404/7. — M., 2006.
10. Подгорный И.М., Подгорный А.И. Физика солнечных вспышек. Тез. докл. ХLV Звениг. конф. по физ. плазмы и УТС. г. Звенигород, 2-6 апреля 2018 г. – М.: ЗАО НТЦ «ПЛАЗМАИОФАН», 2018г. с.187.