К вопросу о фрактальности пылевых структур из плазмы вакуумного дугового разряда

Н.А. Смоланов, В.А. Неверов

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, г. Саранск, Россия, smolanovna@yandex.ru

Сравнение структуры и свойств частиц, образующихся в плазмах дугового разряда и УТС, говорит об аналогичности процессов, начинающихся с появления в катодном пятне мелкодисперсной капельной фракции, и капельно – паровой эрозии на стенках токамаков [1, 2]. Нами подробно изучены структуры конденсированных сред, осажденных из плазменного потока [2 – 4]. Особый интерес к процессам в плазме дугового разряда возник после обнаружения фрактальных структур на стенках вакуумной камеры [4].

Фрактал — это форма, части которой каким-либо образом подобны целому. Фрактальная размерность D служит показателем в степенном законе вида М(λ,r) = λ D M(r), где М — некоторое «свойство» данного фрактала, а D-дробное число [5]. В настоящее время нет схемы описания неравновесных процессов, в том числе и агрегации наночастиц. Общий подход к образованию фракталоподобных агрегатов: они возникают в условиях неустойчивости фронта роста, когда небольшие возмущения фронта (поверхности раздела) начинают расти гораздо быстрее соседних участков [5].

В настоящей работе обосновывается, что исследуемые нами фрактальные структуры из плазмы дугового разряда являются следствием как особых свойств токовых слоев с перемежаемостью [1, 6], так и турбулентности плазменного потока.

Потоки ионов из перемещающегося катодного пятна в дуговом разряде можно рассматривать как взаимодействующие токовые слои. Магнитное поле, создаваемое токовыми слоями, является источником энергии, диссипация которой означает пересоединение магнитных силовых линий [1]. Вероятно, что подобная ситуация возникает вблизи катодного пятна дугового разряда в коаксиальном магнитном поле, когда подается отрицательный потенциала на подложку и возникает электрическое поле в межэлектродном пространстве. Тогда при диссипации магнитного поля в малой области плазмы, в частности, в области катодного пятна, возникают условия для роста частиц фрактальной структуры с сильно развитой поверхностью.

Для объяснения на основе токовых слоев других эффектов, в частности, ретроградных движений катодного пятна и смены вращения плазмы при критическом значении магнитного поля отметим, что угол разлета продуктов катодного пятна (ионов, капельной фракции) вблизи катода подчиняется закону косинуса. Это может сильно влиять на геометрию результирующего магнитного поля. Более глубокий анализ результатов исследования структуры будет дан с учетом распределения плотности тока в токовых слоях плазмы и их магнитного поля [7].

Литература

1. Budaev V.P., Khimchenko L.N. Fractal Grown of Deposited Films in Tokamak: Preprint IAE-6404/7. — M., 2006.
2. Смоланов Н.А., Панькин Н.А. *//*Тез. Док. XXXIX Межд. конф. по физике плазмы и УТС. ЗАО НТЦ «ПЛАЗМАИОФАН», 2012. С. 154.
3. Смоланов Н.А., и др.// Прикладная физика, 2014, № 1.с.3.
4. Смоланов Н.А., Неверов В.А.//Письма о материалах,5(2), 2015,с.179-184.
5. Свергун Д.И., Фейгин Л.А. Рент. и нейтр малоугл. расс. – М.: Наука., 1986. – 280 с.
6. Франк А. Г.// *УФН* **180** 982–988 (2010).
7. Леденцов Л. С.. Сомов Б. В. //*УФН* **185** 113–142 (2015).