Обнаружение вихревого тока в страте

Е.С. Дзлиева, В.Ю. Карасев, М.М. Макар, Л.А. Новиков, С.И. Павлов

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, v.karasev@spbu.ru, plasmadust@yandex.ru

Наложение магнитного поля на низкотемпературную плазму с пылевой компонентой выявило ее новые механические и термодинамические свойства — изменение упорядоченности, кинетической температуры частиц, вязкости, динамики структуры. Но самой интересной особенностью оказалась сложная динамика вращательного движения, проявляющаяся в инверсии угловой скорости вращения пылевой структуры [1, 2]. Обнаружение этого явления в стратифицированном тлеющем разряде вызвало появление ряда статей, обсуждающих возможные механизмы инверсии вращения [2 – 4].

В стратифицированном тлеющем разряде роль «горячих» электронов в разрядных процессах очень велика [5]. В недавнем цикле работ А.В. Недоспасова [3, 4] на основе работы [5] предсказано существование электронного вихревого тока в бегущих и стоячих стратах, что в магнитном поле должно приводить к вращению газа разряда и вовлечению пылевой плазмы в это вращение. В работе [2] показано, что данный эффект способен объяснить эксперименты [2], но согласие с экспериментами [1] получилось только приближенное. Однозначного объяснения инверсии вращения пылевых структур в стратах в магнитном поле до сих пор нет, поэтому подтверждение в эксперименте существования вихревого тока является актуальной задачей.

Вихревой ток в головной части страты направлен радиально внутрь разрядной трубки. В этой области электронная температура имеет максимальное значение и можно ожидать максимальной силы Ампера, приводящей во вращение газ с положительной проекцией угловой скорости на направление магнитного поля. Прямое изменение этого предсказанного вращения в комплексной плазме невозможно, поскольку пылевые структуры левитируют в ловушке, расположенной выше данной области. В области левитации пылевых структур могут существовать два механизма, вызывающих вращение пылевых частиц с угловой скоростью, имеющей отрицательную проекцию на направление магнитного поля. Это сила ионного увлечения и увлечение вращающимся газом из-за силы Ампера, связанной составляющей вихревого тока, направленной радиально от оси разряда. Выбор между моделями для этой области разряда позволяют сделать эксперименты, где варьировалась сила ионного увлечения.

В настоящей работе для проверки гипотезы вихревого тока было решено в эксперименте с помощью падающих пылевых частиц зондировать всю область страты, чтобы можно было исследовать участки, в которых пылевая плазма не создается, а вращение газа из-за вихревого тока может существовать. Интерпретация результатов подтверждает существование вихревого тока в стратах в тлеющем разряде. В общем случае направление вращения пылевых структур магнитном поле и доминирующий механизм вращения зависят от условий в разряде и размеров пылевых частиц.

Работа поддержана грантом РНФ № 14-12-00094

Литература

1. Karasev V. Yu., Dzlieva E. S., Ivanov A. Yu., Eikhval’d A. I. *Phys. Rev. E.,* **74 (**2006) 066403.
2. Vasiliev M. M., D’yachkov L. G., Antipov S. N., Huijink R., Petrov O. F., Fortov V. E. *EPL* **93** (2011) 15001.
3. Nedospasov A. V. *Phys. Rev. E.,* **79** (2009) 036401.
4. Nedospasov A. V. *EPL* **103** (2013) 25001.
5. Tsendin L. D., *Zh. Tekh. Fiz.,* 40 (1970) 1600.