

Аннотационный отчет о выполненной работе в рамках гранта Фонда поддержки молодых ученых ОИВТ РАН на 2014–2015гг по теме «Фазовые переходы в плазменно-пылевых системах с анизотропным потенциалом взаимодействия.»

Получатель гранта: студент 182 гр.
Алексеевская А.А.

Основной целью проекта являлось изучение фазовых переходов в цепочечных плазменно-пылевых структурах, формирующихся в стратах тлеющего разряда постоянного тока под воздействием лазерного излучения. Для достижения поставленной цели предполагалось осуществить ряд задач:

- Определение параметров разряда, при которых формируются плазменно-пылевые структуры, состоящие из одной или несколько цепочек макрочастиц
- Определение условий формирования фазовых переходов в таких системах, а именно:
 - а) плавление (переход плазменно-пылевой подсистемы из упорядоченного состояния в разупорядоченное)
 - б) конфигурационные фазовые переходы (разделение одной цепочки на несколько, перераспределение макрочастиц между различными цепочками, формирование спиралевидной структуры)

В ходе работ был подготовлен экспериментальный стенд и диагностический комплекс для регистрации и исследования пылевых структур. Проведена дополнительная модификация и юстировка оптической схемы, включая настройку трехмерной (3D-) диагностики положения частиц в страте.

Проводилось исследование особенностей формирования упорядоченных структур пылевых частиц в разряде постоянного тока. Определялись параметры разряда, при которых формируется одна и несколько цепочек. Изучались поведения полученных структур в широком диапазоне параметров разряда при разных мощностях лазерного воздействия. Также изучались влияния мощности лазерного воздействия на частицы с разными типами покрытия.

Проведены две серии экспериментов, целью которых было изучение воздействия лазерного излучения на плазменно-пылевые структуры, состоящих из одной и двух цепочек. Первый эксперимент проводился со структурой, состоящей из одной цепочки. Цепочка состояла из 8 частиц, покрытых никелем, радиус которых составлял 5 мкм. Ток лазера изменяли от 2,3 до 10,8 А. Эксперименты проводились при следующих параметрах разряда: давление 0,16 торр, напряжение 1,71 кВ, ток 0,86 мА. Параметры видеосъемки: частота съемки 100 кадров/сек, разрешение 13 мкм/пиксель.

Второй эксперимент проводился с двумя цепочками, состоящих из 17 частиц, которые так же были покрыты никелем. Сначала проводился разогрев цепочечной структуры, затем охлаждение. Диапазон мощности лазера в данном эксперименте 0-3 Вт. Параметры разряда: давление 0,11 торр, напряжение 2,1 кВ, ток 0,7 мА. Параметры видеосъемки: частота съемки 200 кадров/сек, разрешение 30 мкм/пиксель

В процессе исследования отработан метод восстановления трехмерных координат и траектории движения пылевых частиц в структуре. Проведена так же обработка экспериментальных данных, а именно получены трехмерные координаты положения частиц в структуре, определены траектории движения и скорости частиц, а также средняя кинетическая энергия частиц в структурах, состоящих из одной и двух цепочек. Далее сделан вывод, что средняя энергия вертикального движения в несколько раз меньше, чем в горизонтальной плоскости. Показано, что при увеличении мощности воздействия лазера на пылевую упорядоченную структуру, состоящую из одной и двух цепочек, происходит разупорядочивание структуры и увеличение средней кинетической энергии частиц, а также при дальнейшем уменьшении мощности лазерного воздействия структура не возвращается обратно в изначальное цепочечное состояние.

В дальнейшие планы входит усовершенствование экспериментального стенда, поиск параметров разряда, при которых формируется устойчивая цепочечная структура из 10 и более частиц, а также расчет энтропии Колмогорова-Синяя.

Личное участие в конференциях:

1. 57-я научная конференция Московского физико-технического института «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики», Москва-Долгопрудный, 2015.

Публикации:

2. Алексеевская А.А, "Фазовые переходы плазменно-пылевых системах с анизотропным потенциалом взаимодействия ", Труды 57-й научной конференции МФТИ «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики»