

Разогрев колебаний пылевых частиц в плазме газового разряда

Тимофеев А.В., Норман Г.Э.

ОИВТ РАН

В лабораторных экспериментах было обнаружено, что пылевые частицы в плазме газового разряда при определённых условиях приобретают кинетическую энергию порядка 10 эВ и выше, что значительно превышает температуру ионов, а также температуру электронов в рассматриваемом разряде. Нередко средняя кинетическая энергия горизонтального движения значительно отличается от средней кинетической энергии вертикального движения пылевых частиц. Допустимость использования понятия «температура» для описания движения пылевых частиц и равенство её средней кинетической энергии также вызывает много вопросов у физического сообщества. В данной работе сделана попытка сформулировать механизм передачи энергии в плазменно-пылевой системе, объяснить эффект аномального разогрева колебаний пылевых частиц на основе учёта совместного влияния различных сил и явлений, а также сделана попытка обосновать допустимость использования термина «температура» и определить границы применения данного термина для описания динамики системы пылевых частиц.

Сформулирована система уравнений движения пылевых частиц в газовом разряде с учётом флуктуаций заряда и особенностей приэлектродного слоя газового разряда. Проведено молекулярно динамическое моделирование системы пылевых частиц. Использование метода молекулярной динамики позволяет учесть влияние на движение пылинок всех известных явлений в совокупности, включая нелинейные и стохастические. Варьирование параметров уравнений движения пылевых частиц позволяет обойти проблему отсутствия точных значений ряда параметров плазменно-пылевой системы. Предложен механизм передачи энергии от вертикальных колебаний к горизонтальным, основанный на явлении параметрического резонанса. Теоретические вычисления согласованы с молекулярно-динамическим моделированием. Построена схема переноса энергии от газового разряда к колебаниям пылевых частиц.