

# РАЗОГРЕВ КОЛЕБАНИЙ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Норман Г.Э., Тимофеев А.В.

*ОИВТ РАН, Москва*

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. В данной работе сделана попытка объяснить эффект аномального разогрева колебаний пылевых частиц. Сформулирована система уравнений движения пылевых частиц в газовом разряде с учётом флуктуаций заряда и особенностей приэлектродного слоя газового разряда. Флуктуации заряда пылевой частицы описываются формулой  $\langle \delta q(t) \delta q(t') \rangle = \langle \delta q^2 \rangle \exp(-\Omega t)$ , где  $\delta q(t)$  - амплитуда флуктуаций заряда, а  $\Omega$  - характерная частота перезарядки частиц. 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. Показано, что флуктуации заряда вызывают вынужденные колебания, которые разогревают вертикальные колебания пылевых частиц. Предложен механизм передачи энергии от вертикальных колебаний к горизонтальным, основанный на явлении параметрического резонанса. К развитию этого резонанса приводит пересечение диапазонов вертикальных и горизонтальных частот колебаний пылевых частиц. Комбинация параметрического и вынужденного резонансов позволяет объяснить аномально высокие значения кинетической энергии пылевых частиц. Предложена схема передачи энергии от газового разряда к вертикальным и горизонтальным колебаниям пылевых частиц, и далее в нейтральный газ. Оценки частоты, амплитуды и средней кинетической энергии колебаний пылевых частиц удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными.