

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА УСТАНОВКЕ ПК-4

*Зобнин А.В.,*¹ Липаев А.М.,¹ Наумкин В.Н.,¹ Усачев А.Д.,¹
Thoma M.H.,² Kretschmer M.²*

¹ОИВТ РАН, Москва, Россия, ²JLU, Geissen, Германия

**zobnin@ihed.ras.ru*

Представлены результаты недавних экспериментов, проведенных на установке "Плазменный Кристалл-4" [1] на борту Международной космической станции.

В первой серии экспериментов наблюдалась фрагментация и коллапс в плотные кластеры облака микрочастиц, помещенных в достаточно плотную плазму. Размеры образовавшихся кластеров составляли 0.1–1 мм при числе микрочастиц в них от десятков до нескольких тысяч. Наблюдавшееся явление аналогично гравитационной неустойчивости и обусловлено притяжением между микрочастицами по механизму Ле Сажа вследствие потоков плазмы, рекомбинирующей на поверхности микрочастиц. Специальная процедура экспериментов была разработана на основе анализа условий доминирования притяжения между микрочастицами и неустойчивости облака по отношению к распаду на кластеры. Из анализа яркости свечения плазмы в линии неона 585 нм была оценена концентрация электронов в условиях экспериментов ($4\text{--}8 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$). Также были проведены измерения концентраций пылевых частиц в кластере, как по усредненной яркости кластера, подсвеченного лазером, так и по подсчету частиц, когда это было возможно. Концентрации частиц диаметром 3.38 мкм достигали $7 \times 10^6 \text{ см}^{-3}$ в наиболее плотных кластерах. Основные результаты опубликованы в недавней работе [2].

В другом эксперименте была сформирована стабильная трехмерная упорядоченная плазменно-пылевая структура в разряде постоянного тока с переменной полярностью (скважность 0.6) и специально созданным градиентом температуры. Микрочастицы испытывали случайные колебания с эффективной температурой 4000–6000 К. Фурье анализ скоростей микрочастиц позволил выявить спектры, характерные для решеточных колебаний, причем наблюдались как продольные, так и поперечные моды. Скорости звука продольных волн, распространяющихся вдоль оси разрядной трубки составляла 2 см/с в направлении среднего поля и 1.6 см/с в противоположном направлении. Для продольных волн в направлении, перпендикулярном оси разряда, скорость звука оказалась 1.2 см/с. Для поперечных волн скорость звука определить удалось только для волн, бегущих вдоль оси разряда. Она оказалась около 0.4 см/с. Экспериментальные спектры были сравнены

со спектрами, полученными в численном моделировании методом молекулярной динамики кристалла со взаимодействием по потенциалу Юкава с подобранными параметрами (заряд $1 \cdot 10^{-15}$ Кл, длина экранирования 125 мкм). Выявлено влияние анизотропии взаимодействия микрочастиц на спектры колебаний. По полученным результатам подготовлена публикация.

Обе работы выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования, гос. задание № 755-00270-24-00.

-
1. Pustynnik M. Y., Fink M. A., Nosenko V., et al. // Rev. Sci. Instrum. 2016. V. 87. 093505.
 2. Zobnin A. V., Lipaev A. M., Syrovatka R. A., Usachev A. D., Naumkin V. N., Petrov O. F., Thoma M. H., Novitsky O. V., Ryzhikov S. N. // Phys. Rev. E. 2024. V. 110. 035203