Дипольная структура терагерцового излучения при лазерном воздействии на кластеры

Фролов А.А.

Объединенный институт высоких температур РАН, РФ, Москва, frolov@ihed.ras.ru

Теория, развитая ранее в публикациях [1, 2] для квадрупольного излучения терагерцовых (**ТГц**) волн при лазерно-кластерных взаимодействиях, обобщается на случай учета дипольного механизма эмиссии ТГц полей. Изучено проникновение лазерного излучения в кластер с размерами меньше глубины скин-слоя и найдено пространственное распределение лазерного поля в нем. Показано, что электрическое поле лазерного излучения заметно усиливается в сверхкритической кластерной плазме в условиях, когда частота лазера близка к частотам дипольной и квадрупольной мод плазменной сферы. Рассмотрено возбуждение ТГц полей в кластере при пондеромоторном воздействии лазерного излучения на свободные электроны и вычислено их пространственное распределение внутри кластера и в вакууме. Изучены угловые, спектральные и энергетические характеристики ТГц излучения на больших расстояниях от кластера в волновой зоне для лазерного импульса с гауссовым распределением интенсивности по времени. Установлено, что для разреженной кластерной плазмы в спектре излучения присутствуют острые максимумы на частотах дипольных и квадрупольных колебаний плазменной сферы, что связано с возбуждением в кластере под действием излучения лазера, так называемых вытекающих мод, которые могут излучаться в окружающую среду. При увеличении плотности свободных электронов эти спектральные линии постепенно исчезают, а вместо них в случае сверхкритической концентрации электронов формируется широкий максимум на частоте, сравнимой с обратной длительностью лазерного импульса. Показано, что для малых размеров кластера в режиме частых соударений электронов угловое распределение энергии имеет дипольную структуру, и излучение ТГц волн происходит главным образом под углом  относительно направления распространения лазерного импульса. Вычислена полная энергия ТГц излучения и исследована ее зависимость от плотности свободных электронов. Показано, что энергия ТГц излучения имеет максимальное значение в плотной кластерной плазме в условиях резонансов, когда частота лазерного излучения совпадает с собственными частотами дипольной и квадрупольной моды плазменной сферы. Установлено, что дипольный механизм эмиссии ТГц волн является превалирующим для кластеров с малыми размерами в условиях частых соударений электронов. Исследовано пространственно-временное распределение электромагнитного поля в импульсе ТГц излучения. Показано, что для разреженной кластерной плазмы колебания поля в импульсе ТГц излучения происходят на частотах дипольной и квадрупольной мод плазменной сферы, а его временная длительность определяется декрементом затухания соответствующей моды и может составлять несколько пикосекунд. В случае сверхкритической концентрации электронов ТГц сигнал содержит всего 2 цикла колебаний и имеет временную продолжительность, сравнимую с длительностью лазерного импульса. Оценки показывают, что при взаимодействии фемтосекундных лазерных импульсов с кластеризованными газами происходит генерация мощного ТГц излучения с высоким коэффициентом конверсии

Литература.

1. Фролов А.А. Физика плазмы 2016. Т. 42. С.580.
2. Фролов А.А. Физика плазмы 2016. Т. 42. С.1063.