ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПЛАЗМОЙ В СИЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ НА УДВОЕННОЙ ВЕРХНЕГИБРИДНОЙ ЧАСТОТЕ

1Красовицкий В.Б., 2Туриков В.А.

1Институт прикладной математики РАН, г. Москва, Россия, krasovit@mail.ru
2Университет дружбы народов, г. Москва, Россия, vtuikov@yandex.ru

В процессе взаимодействия мощного лазерного излучения с плотной плазмой происходит генерация сверхсильных квазистатических магнитных полей. Экспериментально наблюдавшиеся в области критической плотности магнитные поля достигали значений в несколько сотен МГс [1]. Резонансное взаимодействие мощного лазерного излучения с плазмой в сильном магнитном поле приводит к возбуждению нелинейных плазменных колебаний большой амплитуды [2]. Сильное магнитное поле в плазме может быть также создано в области перетяжек Z-пинча. В работе [3] были рассмотрены процессы воздействия лазерного излучения на такую плазму. В экспериментах на установке NTF [4] мощное лазерное излучение на четвертой гармонике основной частоты с длиной волны 1064 нм использовалось для диагностики внутренней области пинча. В связи с этим представляет интерес выяснить возможность дополнительного нагрева плазмы в Z-пинче на таких частотах лазерного излучения. В данной работе исследуется процесс электронного нагрева необыкновенной лазерной волной в области основного параметрического резонанса на удвоенной верхнегибридной частоте. Такой тип нагрева широко используется в системах с магнитным удержанием плазмы. Однако амплитуды ВЧ излучения в этих системах намного ниже амплитуд излучения современных мощных лазеров. Поэтому важно исследовать влияние нелинейных эффектов на динамику параметрической неустойчивости в таком диапазоне амплитуд. Проведено одномерное численное моделирование процесса распространения необыкновенной лазерной волны в области параметрического резонанса на удвоенной верхнегибридной частоте. Численные эксперименты показали, что при этом происходит эффективный нагрев электронов плазмы с начальными электронными температурами порядка 1 кэВ. Нагрев наблюдался при значительных расстройках относительно основного параметрического резонанса, что обусловлено большой амплитудой возбуждающей волны. Этот факт приводит, в частности, к снижению резонансной величины сильного магнитного поля, наблюдавшемуся в работе [2]. Исследован диапазон амплитуд излучения на четвертой гармонике с основной длиной волны 1064 нм, при котором имеет место параметрическая неустойчивость. Параметры плазмы и величина внешнего магнитного поля выбирались близкими к из значениям в экспериментах [4]. Показано, что минимальное значение безразмерной амплитуды излучения ε, необходимое для начала эффективного нагрева в таких условиях составляет порядка 0,1, что соответствует интенсивности 1017 Вт/см2.

Исследование выполнено при поддержке программы РУДН «5-100». Оно было также частично поддержано Министерством науки и высшего образования РФ (соглашение
№ 3.2223.2017/4.6).

Литература

1. Tatarakis M., Gopal A., Watts I. et al., Phys. Plasmas, 2002, V. 9, P. 2244.
2. Красовицкий В.Б., Туриков В.А., Физика плазмы, 2010, Т. 36, С. 1085.
3. Krasovitskii V.B., Dorofeenko V.G., Sotnikov V.I. et al., Phys. Plasmas, 2004, V. 11, P. 724.
4. Ivanov V.V., Astanovitskiy A.L., Papp D. et al., Phys. Plasmas, 2010, 102702.