

УДК 533.951;533.9.082.5

DOI: 10.17223/00213411/62/12/42

Д.К. СОЛИХОВ¹, С.А. ДВИНИН², Д.У. ХОБИЛОВ¹

О ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ УРАВНЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ ВЫНУЖДЕННОГО РАССЕЯНИЯ МАНДЕЛЬШТАМА – БРИЛЛЮЭНА В ПЛАЗМЕ

Рассмотрена задача о вынужденном рассеянии Мандельштама – Бриллюэна в однородной и неоднородной плазме в приближении сильной диссипации звуковых волн при учёте нелинейности второй гармоники и истощения волны накачки. Показано, что одновременный учет двух нелинейностей в однородной плазме приведет к снижению коэффициента отражения. В неоднородной плазме учет нелинейности возмущений звуковых волн даже при учете истощения волны накачки ведет к увеличению рассеянного излучения и, следовательно, к возрастанию коэффициента отражения.

Ключевые слова: вынужденное комбинационное рассеяние: ВКР, ВРМБ, SBS, SRS, ионный звук, приближение сильной диссипации.

Введение

По линейной теории вынуждённого рассеяния Мандельштама – Бриллюэна (ВРМБ), когда не учитывается генерация высших гармоник ионно-звуковых волн и поле волны накачки считается постоянным, интенсивность рассеянного излучения нарастает по экспоненциальному закону. В экспериментах такая зависимость обычно не наблюдается, что свидетельствует о важности нелинейных эффектов при ВРМБ. В разреженной плазме следует прежде всего учитывать нелинейность возбуждаемых ионно-звуковых волн, как это показано в работе [1]. Учёт генерации второй гармоники [2, 3] показал, что эта нелинейность снижает интенсивность рассеянного излучения. Позднее теория ВРМБ в плазме развивалась в работах [4–6].

В настоящей работе рассмотрено численное решение уравнений нелинейной теории ВРМБ в однородной и неоднородной плазме с учётом генерации второй гармоники звуковой волны и истощения волны накачки. В отличие от работ [2, 3, 5], где пренебрежено диссипацией звуковых волн, мы исследовали случай сильной диссипации, когда длина свободного пробега звуковых волн мала по сравнению с размерами области взаимодействия волн. В отличие от работы [6], где не учитывалось истощение (изменение волны накачки), но звук считался сильнозатухающим, мы рассматриваем влияние изменения амплитуды падающей волны на коэффициент отражения и интенсивности взаимодействующих волн.

Основные уравнения

Для рассмотрения ВРМБ используем систему уравнений для амплитуд основной звуковой волны, её второй гармоники и амплитуд рассеянной и падающей волн:

$$\frac{\partial v_1}{\partial t} - \vartheta_s \frac{\partial v_1}{\partial x} + \gamma_s v_1 = -ik_0 v_1^* v_2 - ia\varepsilon_0 \delta E^* e^{-i\varphi(x)}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial v_2}{\partial t} - \vartheta_s \frac{\partial v_2}{\partial x} + \gamma_s v_2 = -ik_0 \vartheta_s v_1^2; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \delta E^*}{\partial t} + \vartheta_t \frac{\partial \delta E^*}{\partial x} + \gamma_t \delta E^* = ibv_1 \varepsilon_0^* e^{i\varphi(x)}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial t} - \vartheta_t \frac{\partial \varepsilon_0}{\partial x} + \gamma_t \varepsilon_0 = -ibv_1 \delta E e^{i\varphi(x)}, \quad (4)$$

где $v_{1,2} = \delta N_{1,2} / N_0$, $\delta N_{1,2}$ – возмущения концентрации электронов в основной звуковой волне

(индекс 1) и в гармонике (индекс 2); $\gamma_s = \frac{\nu_i}{2}$, $\gamma_t = \frac{\nu_e \omega_{Le}^2}{2\omega_0^2}$ – соответственно коэффициенты затуха-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>