Н.А. Урусова
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

НЕЛИНЕЙНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЛН В НЕРАВНОВЕСНЫХ СРЕДАХ

В работе исследуются различные типы трёхволнового взаимодействия, наблюдающиеся в неравновесных средах. Показано, что в рассматриваемом случае условие синхронизма выполняется при распаде волны на две с меньшими поперечными индексами. Изучается влияние граничных условий и параметров среды на изменение характера взаимодействия.

Взаимодействие квазимонохроматических волн и распространение нелинейных сигналов в безграничной плазме со случайными неоднородностями исследованы весьма подробно. Но так как в реальных условиях плазма является ограниченной, представляет интерес анализ влияния ограниченности системы на параметрическое взаимодействие волн. Рассматривается строгая нелинейная краевая задача о взаимодействии волн в плоском плазменном волноводе, заполненном холодной плазмой с хаотическими одномерными флуктуациями концентрации плазмы.

Считая стенки волновода идеально проводящими, дополним систему граничными условиями

$$E_{xy}(0,1) = 0. \tag{1}$$

Рассмотрим случай, когда случайное отклонение электронной концентрации, а также величина возмущения под действием электромагнитного поля зависят от одной координаты. Электронную концентрацию можно представить в виде

$$N = N_0 + \Delta N(x) + \langle N(x,t) \rangle + N(x,t), \tag{2}$$

где $\langle N \rangle$ – среднее по ансамблю;

N' – флуктуационная часть возмущения. Скобки в (2) обозначают статистическое усреднение.

Представим величины полей и скорости в виде средних значений и их флуктуационных отклонений, тогда после усреднения системы, уравнение для средней величины концентрации примет вид

$$\frac{d}{dt}\langle N \rangle + \delta div\langle V \rangle + \delta div\langle \Delta N V' \rangle = \mu\{- div\langle N \rangle\langle V \rangle\}. \tag{3}$$

Параметр μ введён для обозначения малости правых частей, он определяется отношением возмущённых компонент к их равновесному значению. Предполагаем, что по порядку величины μ совпадает с параметром ξ, характеризующим неоднородность данной среды.

В системе для средних величин содержатся члены, связанные с наличием флуктуаций концентрации, которые могут привести к появлению диссипации в среде. Так как мы рассматриваем взаимодействие плоских волн, распространяющихся вдоль оси X, то для интересующей нас задачи необходимо знать Фурье – компонент членов в системе, связанных с флуктуациями N:

$$\nu_1(\varpi, k) = \delta \int div\langle \Delta N(x) V' \rangle e^{-i(\varpi t - rx)} dt dx\,. \tag{4}$$

Таким образом, для нахождения декрементов необходимо знать флуктуирующие компоненты скорости. Следовательно необходимо рассмотреть задачу о нахождении рассеянного поля на флуктуациях концентрации. Для этой цели найдём вынужденное решение системы (4) в виде разложения в ряд по собственным функциям соответствующей однородной задаче с данными граничными условиями

$$\left\langle \psi(z) \right\rangle = \sum_n A_n \sin \pi n z, \quad \left\langle \psi' \right\rangle = \sum_n B_n \sin \pi n z. \tag{5}$$

В результате проведения ряда преобразований и численной обработке полученных выражений имеем следующие данные: концентрация $N_0 \approx 10^{11} cm^{-3}$, частота волны накачки $\varpi_h = 1{,}2 \cdot 10^{12} c^{-1}$, (длина волны $\lambda \approx 1{,}57 mm$), $n = 1$, $\omega_1 = 3{,}5 \cdot 10^{11} c^{-1}$, $\nu_1 = 9{,}8 \cdot 10^{-3} c^{-1}$. При этом пороговое значение амплитуды $|a_0| = 1{,}1 \cdot 10^{-2} в / cm.$

Н.К. Шарыгина
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ЗАДАЧА О ВРАЩАЮЩЕМСЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ТОНКОМ ДИСКЕ

Рассмотрено воздействие остаточного газа на вращающийся в цилиндрической полости тонкий диск при диффузном отражении молекул от поверхностей.

При работе и конструировании устройств с движущимися в разреженном газе элементами, важно знать силы и моменты, действующие со стороны остаточного газа на эти элементы. Силы F_x, F_y и момент торможения M_z необходимы для исследования динамики ротора, поскольку они могут вызвать его неустойчивость (сила F_y, перпендикулярная смещению, была впервые указана Капицей при расчете им турбодетандера). Чем меньше газовые силы, тем меньше тенденция ротора к неустойчивости. С точки зрения уменьшения энергетических затрат на вращение ротора особый интерес представляет величина момента торможения.

Рассматривается ротор в виде тонкого диска, который вращается в вакуумированной прямой круглой цилиндрической полости вокруг оси, перпендикулярной плоскости ротора и проходящей через его центр. Система координат xyz выбирается так, что центр ее находится в центре ротора, а ось O_z перпендикулярна его плоскости.

Воздействия остаточного газа найти можно и методами моделирования (Монте-Карло) и итерационным методом, основанным на определении функций распределения случайных величин – точек соударения молекул с внутренними поверхностями ротора и статора, подробно описанным в [1–2].

При расчетах предполагается, что молекулы отражаются поверхностями диффузно. Предполагается также, что время соударения молекул с поверхностями мало и при отражении от движущегося элемента молекула в дополнение к своей случайной скорости приобретает и упорядоченную скорость этого элемента. Очевидно, траектория молекулы между двумя последовательными соударениями с поверхностями полости прямолинейная.

В цилиндрических полостях малой высоты дисковый ротор устойчив по отношению к отклонению оси диска от оси полости, поскольку при относительно малой высоте полости у молекул нет возможности больших перелетов. Здесь основным движе-