Краткие сообщения по физике № 7-1989 г.

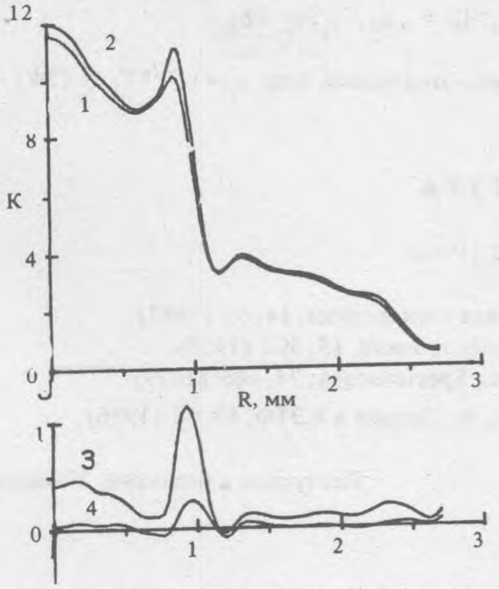
УДК 533.9

КОРРЕКЦИЯ ПРОФИЛЯ ПЛОТНОСТИ С РЕЗКИМ ГРАДИЕНТОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИНТЕРФЕРОГРАММ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ

С.Ф. Гончаров, П.П. Пашинин, Р.В. Серов, В.П. Яновский

При обработке сложной интерферограммы лазерной плазмы со слиянием полос произведена коррекция профиля плотности методом итераций. Восстановленная интерферограмма отличается от экспериментально полученной не больше, чем ошибка ввода интерференционных полос.

В экспериментах по ускорению тонких пленок лазерным излучением на установке УМИ-35 получены сложные интерферограммы лазерной плазмы со слиянием интерференционных полос. В /1/ предложен метод обработки таких интерферограмм. В предположении, что все интерференционные полосы в месте слияния не исчезают, не перепутываются, а сгущаются, решалось уравнение Абеля для каждого сечения H = =const (рис. 1 в /1/) по методу Нестора – Олсена /2/. Были определены пределы изменения профиля электронной концентрации, когда видны резкие отличия восстановленной (после решения прямой задачи) интерферограммы от экспериментально полученной. Однако полученный профиль электронной концентрации не вполне отвечал искомому, так как восстановленная интерферограмма (после обратного и прямого преобразований Абеля) отличалась от исходной интерферограммы больше, чем ошибка ввода интерферомет-



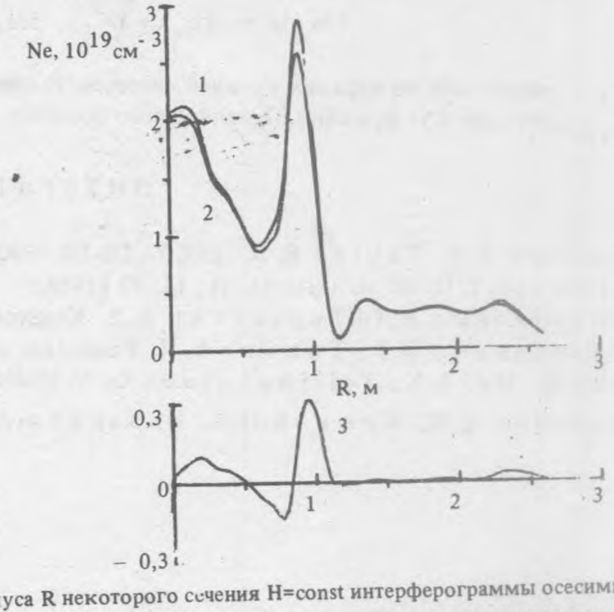


Рис. 1. Зависимость сдвига фаз K (в числе полос) от радиуса R некоторого сечения H=const интерферограммы осесимметричной лазерной плазмы. Ось симметрии совпадает с осью греющего пучка, H– расстояние от плоскости мишени вдоль оси лазерного излучения; 1– экспериментальный профиль, 2– восстановленный профиль, после обратного и прямого преобразования Абеля методом Нестора– Олсена, 3– отклонение восстановленного профиля 2 от экспериментального 1; 4– отклонение оптимизированного профиля от экспериментального 1.

Рис. 2. Зависимость электронной концентрации N_e от радиуса R некоторого сечения H=const: 1– восстановленный профиль электронной концентрации, после решения уравнения Абеля методом Нестора– Олсена; 2 – оптимизированный профиль электронной концентрации после коррекции; 3 – отклонение восстановленного профиля электронной концентрации 1 от оптимизированного 2.

пиально не сложные вычисления поляризации системы (решение (4) см. в Приложении), приведем окончательный вид уравнения, описывающего распространение УКИ в активной среде эксимерного усилителя:

$$\partial\epsilon/\partial z + (1/c)\,\partial\epsilon/\partial t = (4\pi N\omega/c)\,\overline{\mu}\; Y_1\Big((2\overline{\mu}/\hbar)\int_{-\infty}^{t}\epsilon dt\Big). \qquad (5)$$

Здесь N – число активных молекул в см^3, Y_1 – функция Бесселя первого порядка. Устойчивое значение площади импульса $\theta = (2\overline{\mu}/\hbar)\int_{-\infty}^{\infty}\epsilon dt$ будет соответствовать нулям функции $Y_1(\theta)$, доставляющим локальные максимумы энергосъема. Для изменения энергии импульса $W = (c/8\pi)\int_{-\infty}^{\infty}\epsilon^2 dt$ из (5) получим уравнение: $dW/dz = (1/2)N\hbar\omega[1 - Y_0(\theta)]$. Устойчивые значения площади находятся из условия $\theta_i = X_{2i}$, i = 1, 2, ..., где X_{2i} – корни уравнения $Y_1(X) = 0$ с четными номерами. Поскольку максимум съема энергии приходится на корень $X_2 = 3{,}8$, то при усилении УКИ реализуется именно эта площадь $\theta_1 = 3{,}8$ /6/. Эффективность энергосъема, соответствующая этой площади, составляет $\eta = (1/2)[1 - Y_0(3{,}8)] = 0{,}7$.

В процессе усиления импульс будет испытывать сжатие по длительности аналогично усилению в двухуровневом усилителе, поскольку площадь импульса сохраняется вблизи устойчивого значения.

Таким образом, анализ усиления УКИ в среде эксимерного XeCl лазера показал принципиальность учета когерентности взаимодействия излучения с активной средой. Процесс когерентного усиления характеризуется двумя особенностями – высокой эффективностью энергосъема (~ 70%) и компрессией импульса по длительности.

Приложение

Пронумеруем последовательно связанные уровни так, чтобы отсчет велся от уровня j = |m|, который обозначим индексом l = 1 и т. д.. Тогда задача (4) формулируется следующим образом:

$$i\,da_l/d\psi = -(a_{l+1} + a_{l-1}), \quad i\,da_1/d\psi = -a_2, \quad a_l(0) = \delta_{ll_0},$$

где l_0 – какой-либо из верхних уровней системы. Решение этой задачи есть: $a_l = i^{\,l-l_0} Y_{l-l_0}(2\Psi) - i^{\,l+l_0} \times Y_{l+l_0}(2\Psi)$, где Y_l – функции Бесселя целого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Corkum P. B., Taylor R. S. IEEE Y., **QE-18**, 1962 (1982).
2. Glownia Y. H. et al. Optics Lett., **11**, 79 (1986).
3. Платоненко В. Т., Таранухин В. Д. Квантовая электроника, **14**, 62 (1987).
4. Платоненко В. Т., Тишина Е. Н. Квантовая электроника, **15**, 303 (1988).
5. Sur A., Hui A. K., Yellinghuisen G. Y. Molec., Spectroscopy, **74**, 465 (1979).
6. Беленов Э. М., Крюков П. Г., Назаркин А. В. Письма в ЖЭТФ, **43**, 68 (1986).

Поступила в редакцию 29 марта 1989 г.