

лизуется в нижних слоях ионосферы Земли, а при напуске газа возможен и на более больших высотах. При этом возможны сильные локальные возмущения окружающей плазмы, которые можно использовать для стимулирования некоторых геомагнитных возмущений (особенно в полярной ионосфере) в качестве дополнительных средств диагностики ионосферной плазмы и для решения ряда других прикладных вопросов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Марков Г.А., Миронов В.А., Сергеев А.М. // Письма в ЖЭТФ. 1979. Т. 29. В. 21. С. 672-676.
[2] Марков Г.А., Попова Л.Л., Чугунов Ю.В. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 23. С. 1465-1469.
[3] Беляев П.П., Поляков С.В., Рапопорт В.О., Трахтенгерц В.Ю. // Доклады АН СССР. 1987. Т. 297. № 4. С. 840-843.

Горьковский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

Поступило в Редакцию
7 июня 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 17

12 сентября 1989 г.

05.3; 07

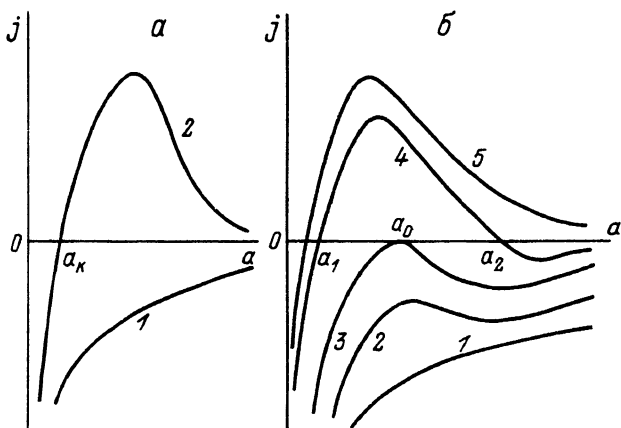
ДВУХФАЗНАЯ СИСТЕМА В ПОЛЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

С.Н. К л и м и н, В.В. С е р ж е н т у,
И.И. Ж е р у, И.Г. Л у п я

Тепловое воздействие лазерного излучения на вещество во многом отличается от нагрева внешними источниками тепла. Например, в многофазных системах излучение может избирательно нагревать какие-либо фазы, что приводит к специфическим формам самоорганизации.

В [1] исследован процесс выпадения растворенного вещества из пересыщенного раствора. Рассматривая кинетику таких систем на стадии коалесценции в присутствии электромагнитного излучения в рамках приближений, сделанных в [1], предположим, что излучение поглощается только в зернах растворяемого вещества. Концентрация определяется как объем вещества, растворенного в единичном объеме раствора. Обозначим через c и T соответственно концентрацию и температуру на большом удалении от зерна. Диффузионный поток растворенного вещества задается выражением

$$j(r) = D(r) \left[\frac{\partial c(r)}{\partial r} - \frac{Qc(r)}{T^2(r)} \frac{\partial T(r)}{\partial r} \right], \quad (1)$$



Зависимость скорости роста зерна от его радиуса для $E < 0$ (а) и для $E > 0$ (б).

где $D(r)$ - коэффициент диффузии, $c(r)$ - концентрация, Q - коэффициент Сорэ, $T(r)$ - температура, r - расстояние от данной точки до центра зерна. Концентрация вблизи поверхности зерна с радиусом a совпадает с равновесным значением

$$c(a) = c_0 \exp \left[\frac{1}{T(a)} \left(\frac{2\alpha\nu}{a} - E\alpha \right) \right], \quad (2)$$

где α - коэффициент поверхностного натяжения на границе раздела фаз, ν - молекулярный объем растворяемого вещества, $T(a)$ - температура поверхности зерна, $E\alpha$ - удельная энергия растворения одной молекулы, а константа c_0 зависит от свойств растворителя и растворяемого вещества. Поток подчиняется уравнению непрерывности, сферически симметричное решение которого имеет вид:

$$j(r) = \frac{\text{const}}{r^2}, \quad (3)$$

что дает выражение для скорости роста зерна $\frac{da}{dt} = j(a)$:

$$j(a) = \frac{c \exp\left(\frac{Q}{T}\right) - c_0 \exp\left(\frac{\frac{2\alpha\nu}{a} - E}{T(a)}\right)}{a^2 \int_a^\infty \frac{dr}{r^2 D(r)} \exp\left(\frac{Q}{T(r)}\right)}, \quad (4)$$

где $E \equiv E\alpha - Q$.

Температура поверхности зерна выражается через интенсивность излучения I , эффективное сечение поглощения $\sigma(\alpha)$ и теплопроводность раствора κ :

$$T(\alpha) = T + \frac{I\sigma(\alpha)}{4\pi\alpha a}. \quad (5)$$

Из характера зависимости $\sigma(\alpha)$ (см. [2]) следует, что $T(\alpha)$ неограниченно возрастает с ростом α .

Рассмотрим поведение данной системы в пределе больших времен. Для этого исследуем зависимость $j(\alpha)$ в двух возможных ситуациях.

1. В области значений $E < 0$ функция $j(\alpha)$ представлена на рисунке, а. Если концентрация c удовлетворяет неравенству $c < c_0 e^{-Q/T}$, то наблюдается зависимость типа 1, т.е. все зерна растворяются. При $c > c_0 e^{-Q/T}$ имеет место зависимость типа 2, т.е. зерна с радиусом, превышающим критический радиус α_k , растут, а остальные - растворяются. В отсутствие излучения зависимость типа 1 наблюдается при $c < c_0 e^{-Ea/T}$, а зависимость типа 2 - при $c > c_0 e^{-Ea/T}$. Следовательно, в области концентраций $c_0 e^{-Q/T} < c < c_0 e^{-Ea/T}$ должно происходить стимулированное излучением выпадение растворенного вещества, обусловленное термодиффузией растворенного вещества к зернам.

2. При $E > 0$ излучение становится фактором, препятствующим росту зерен. В области $c < c_0 e^{-Ea/T}$ все зерна растворяются независимо от наличия излучения, при $c > c_0 e^{-Q/T}$ происходит неограниченный рост крупных зерен за счет мелких.

Для концентраций $c_0 e^{-Ea/T} < c < c_0 e^{-Q/T}$ функция качественно совпадает с одной из зависимостей на рисунке, б. Функции типа 1, 2 имеют место при высоких интенсивностях излучения, когда в точке локального максимума α_0 поток $j(\alpha_0) < 0$. Если $j(\alpha_0) > 0$, то часть зерен, для которых $\alpha_1 < \alpha < \alpha_2$, растет, а остальные зерна растворяются. Если же $j(\alpha_0) = 0$, то устанавливается стационарное состояние, в котором α_0 определяется из условий $j(\alpha_0) = 0$, $\frac{dj(\alpha_0)}{d\alpha_0} = 0$. Из них следует уравнение:

$$\alpha_0 \frac{d\sigma(\alpha_0)}{d\alpha_0} - \sigma(\alpha_0) = \frac{8\pi\alpha_0^2 T}{IE}. \quad (6)$$

Здесь учтено, что на стадии коалесценции $\alpha_0 \gg \frac{2\alpha_0}{E}$.

Например, для длинноволнового излучения, когда длина волны $\lambda \gg \alpha_0$, решение уравнения (6) имеет вид:

$$\alpha_0 = \left(\frac{3\alpha_0^2 T}{\tilde{K}IE} \right)^{1/3}, \quad \tilde{K} \equiv \frac{3\omega}{c} \operatorname{Im} \left[\frac{\epsilon(\omega) - 1}{\epsilon(\omega) + 2} \right]. \quad (7)$$

Наоборот, при $\lambda \ll \alpha_0$:

$$\alpha_0 = \left(\frac{3\alpha \nu \varepsilon T}{\tilde{\kappa} I E} \right)^{1/3}, \quad \tilde{\kappa} \equiv \frac{\kappa}{n} [n^3 - (n^2 - 1)^{3/2}] \quad (8)$$

- в случае слабого поглощения, где n - показатель преломления,

$$\alpha_0 = \left(\frac{8\alpha \nu \varepsilon T}{I E} \right)^{1/2} \quad (9)$$

- в случае, когда зерно полностью поглощает падающее излучение. Таким образом, при $E > 0$ лазерное излучение при определенных условиях приводит к образованию устойчивого ансамбля зерен растворяемого вещества с одинаковыми размерами. Размер зерна оказывается тем меньше, чем выше интенсивность излучения.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Л и ф ш и ц И.М., С л е з о в В.В. // ЖЭТФ. 1958. Т. 35. В. 2 (8). С. 479-493.
- [2] Б о р н М., В о л ь ф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1973. 719 с.

Кишиневский государственный университет
им. В.И. Ленина

Поступило в Редакцию
29 мая 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15 вып. 17

12 сентября 1989 г.

05.3; 06.3; 07

ОБ ОПТИЧЕСКОЙ БИСТАБИЛЬНОСТИ ПЛЕНОК VO_2 В ОБЛАСТИ СОБСТВЕННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

Ф.А. Е г о р о в, Ю.Ш. Т е м и р о в,
А.А. С о к о л о в с к и й, В.Ф. Д в о р я н к и н,
В.Т. П о т а п о в, С. Р о м а н о в а

Известно [1], что на основе явления оптической бистабильности (ОБ) могут быть созданы различные оптические устройства обработки информации. Это диктует необходимость поиска и исследования новых физических явлений, приводящих к ОБ. Вопросы возможности существования ОБ в материалах, оптическая нелинейность которых обусловлена фазовым переходом типа „полупроводник-металл“, впервые обсуждалась в работе [2]. В этой работе экспериментально наблюдалась ОБ (тепловой природы) на пленках VO_2 в СВЧ