

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

[53 + 524] (048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР
(24—25 февраля 1988 г.)**

24 и 25 февраля 1988 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась научная сессия Отделения общей физики и астрономии АН СССР. Были заслушаны доклады:

24 февраля

1. А. М. Бонч - Бруевич, М. Н. Либенсон, В. С. Макин. Поверхностные поляритоны и силовое действие излучения.

2. В. И. Анисимов, В. П. Антропов, В. А. Губанов, М. И. Кацнельсон, А. И. Лихтенштейн. Зонная теория магнетизма металлов и сплавов.

25 февраля

3. Н. Н. Чугай. Сверхновая в Большом Магеллановом облаке: первый год наблюдения.

4. Г. С. Бисноватый - Коган. Гравитационный коллапс, излучение нейтрино и кривые блеска сверхновых.

Краткое содержание докладов публикуется ниже.

538.9(049.3)

А. М. Бонч-Бруевич, М. Н. Либенсон, В. С. Макин. Поверхностные поляритоны и силовое действие излучения. Несколько лет назад было установлено, что во взаимодействии лазерного излучения с конденсированными средами существенную роль играют поверхностные поляритоны, или поверхностные электромагнитные волны (ПЭВ) оптического диапазона. Они представляют собой частично продольные волны ТМ-типа, бегущие вдоль границы раздела двух сред с диэлектрическими проницаемостями (ϵ) разных знаков и существующие одновременно в них обеих^{1, 2}. Электрическое и магнитное поля ПЭВ сосредоточены вблизи границы и сравнительно быстро спадают по обе стороны от нее. В физику воздействия лазерного излучения на вещество представления о поверхностных поляритонах проникли из спектроскопии, где были предложены и реализованы методы возбуждения ПЭВ лазерным излучением с помощью призм связи, дифракционных элементов и диафрагм и продемонстрированы интересные возможности использования ПЭВ для исследования оптических свойств, состава, рельефа и других характеристик поверхностей (см., например,³). С привлечением представлений о поверхностных поляритонах (и других поверхностных электромагнитных модах), возбуждаемых интенсивным лазерным излучением на шероховатой поверхности, удалось объяс-

нить ряд непонятных прежде экспериментальных наблюдений образования поверхностных периодических структур (ППС), появление размерно-ориентационной зависимости поглотительной способности материалов, изменение средних скоростей протекания поверхностных физико-химических процессов и др.³ В настоящее время такие исследования вылились в отдельное направление физики взаимодействия лазерного излучения с веществом. Результаты исследований отражены в обзорах⁴.

В докладе рассмотрены основные процессы и закономерности воздействия интенсивного лазерного излучения на поверхностно-активные среды ($\text{Re } \epsilon < 0$), связанные с возбуждением поверхностных поляритонов. В ИК и видимой областях спектра, в которых работают большинство лазеров; к поверхностно-активным средам относятся металлы, расплавы многих полупроводников и некоторые диэлектрики, аномальная дисперсия величины ϵ которых обусловлена взаимодействием света с решеткой. Одним из главных признаков генерации поверхностных поляритонов в процессе силового действия лазерного излучения на такие среды является образование ППС с периодом порядка длины волны света λ и ориентированных своими штрихами перпендикулярно проекции электрического вектора световой волны на поверхность (при линейной поляризации излучения). Согласно разработанным представлениям, образование структур обязано частичному преобразованию лазерного излучения в ПЭВ на «резонансных» периодических решетках, в той или иной мере представленных в пространственном спектре случайных неровностей реальной поверхности (поляритонный механизм). Период и ориентация решетки соответствуют условию, когда дифрагированные на них в $+1$ -м (или -1 -м) порядках волны распространяются вдоль поверхности. В результате интерференции падающего излучения и ПЭВ распределение интенсивности воздействующего излучения оказывается пространственно промодулированным с тем же периодом, что и резонансная решетка. При достаточной интенсивности воздействующего излучения в сформированном интерференционном поле происходит неоднородный разогрев среды и вызванное им изменение высоты рельефа на резонансной пространственной частоте вследствие активации различных тепловых процессов на поверхности. Последнее замыкает цепь положительных обратных связей и приводит к росту резонансного рельефа, от высоты которого зависит эффективность возбуждения ПЭВ и глубина модуляции интерференционного поля. После окончания воздействия рельеф сохраняется в виде ППС. Конкретными процессами их образования могут быть испарение, оплавление поверхности и вытеснение расплава избыточным давлением паров, термокапиллярный и термохимический механизмы, термические деформации, генерация поверхностных акустических волн и др. Явление носит универсальный характер и наблюдается при воздействии лазерного излучения в широком диапазоне длин волн (от ИК- до УФ-области) и длительностей импульсов (от пикосекундных до непрерывных воздействий). Отметим, что задолго до³, в⁵ в терминах теории вынужденного рассеяния была рассмотрена близкая по сути задача о росте резонансного рельефа на идеальном металле под действием пондеромоторных сил. Однако реально ППС возникают в результате более низкопороговых, тепловых процессов.

Образование ППС представляет собой интересный пример самоорганизации в системе, где изначально отсутствуют выделенные структуры и направления. Росту ППС сопутствует и специфическое оптическое явление — заметное перераспределение (и усиление) светового поля на поверхности и вблизи нее, поскольку на границе раздела сред в этом случае свет не только отражается и преломляется, но и частично преобразуется в поверхностные поляритоны. Оценки показывают, что напряженности электрического поля в ПЭВ и падающем линейно поляризованном излучении сравниваются при высоте резонансного рельефа $h \sim 10^{-3} \lambda$ и такое преобразование играет важную роль в энергетическом балансе на поверхности. Возбужденные светом

поверхностные поляритоны при своем пробеге вдоль поверхности, как правило, поглощаются. Вследствие этого изменяется поглощательная способность поверхностно-активной среды: она не только может заметно возрасти (вплоть до ~ 1), но и приобретает характерную размерно-ориентационную зависимость, определяемую направлением и длиной пробега ПЭВ, когда она превышает размер зоны лазерного облучения. Эта особенность позволяет управлять степенью теплового воздействия излучения, изменяя ориентацию электрического вектора световой волны относительно какого-либо другого выделенного направления, например направления сканирования светового пучка вдоль поверхности. Перераспределение и усиление результирующего поля при генерации поверхностных поляритонов способствует интенсификации различных физико-химических процессов на поверхности: термо- и фотоэмиссии, адсорбции-десорбции, химических реакций и др. Не исключено, что поверхностные поляритоны участвуют в элементарных актах некоторых каталитических реакций. Усиление поля может носить и локальный характер, обусловленный возбуждением локализованных поверхностных плазмонов и цилиндрических ПЭВ, и приводить к снижению порога оптического пробоя поверхности. Представляют интерес также эффекты увлечения, связанные с поверхностными поляритонами, например увлечение ими свободных электронов в тонких металлических пленках.

Наряду с поверхностными поляритонами в определенных условиях к образованию структур на поверхности диэлектриков и изменению их эффективного поглощения ведет возбуждение светом волноводных мод, также являющихся резонансными для пространственно неоднородной среды или при наличии в ней нескольких плоских границ раздела. На гофрированной границе диэлектрика нерезонансным образом может возбуждаться также излучательная мода, имеющая структуру полей, подобную ПЭВ, но отличающаяся от нее как физической сущностью, так и эффективностью генерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агранович В. М., Гинзбург В. Л. Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии и теория экситонов.— М.: Наука, 1979.
2. Поверхностные поляритоны/Под ред. В. М. Аграновича, Д. Л. Миллса.— М.: Наука, 1985.
3. Коченгина М. К., Либенсон М. Н., Макин В. С., Пудков С. Д.//Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по нерезонансному взаимодействию оптического излучения с веществом.— Л., 1981.— С. 381.
Бонч-Бруевич А. М., Коченгина М. К., Либенсон М. Н., Макин В. С., Пудков С. Д., Трубаев В. В.//Изв. АН СССР. Сер. физ. 1982. Т. 46. С. 1186.
Аксенов В. П., Журкин Б. Г.//ДАН СССР. 1982. Т. 256. С. 1356.
Keilmann F., Bai Y. H.//Appl. Phys. Ser. A. 1982. V. 29. P. 9.
Brueck C. R. J., Ehrlich D. J.//Phys. Rev. Lett. 1982. V. 48. P. 1678.
Прохоров А. М., Сычуглов В. А., Тищенко А. В., Хакимов А. А.//Письма ЖТФ. 1982. Т. 8. С. 961.
Guosheng Zhon, Fauchet P. M., Siegman A. E.//Phys. Rev. Ser. B. 1982. V. 26. P. 5366.
Анисимов В. Н., Баранов В. Ю., Большов Л. А., Дыхне А. М., Мальята Д. Д., Письменный В. Д., Себрант А. Ю., Степанова М. А.//Поверхность, 1983. № 7. С. 138.
4. Ахманов С. А., Емельянов В. И., Коротеев Н. И., Семинов В. Н.//УФН. 1985. Т. 147. С. 675.
Siegman A. E., Fauchet P. M.//IEEE J. Quantum Electron. 1986. V. QE-22. P. 1384.
5. Кац А. В., Маслов В. В.//ЖЭТФ. 1972. Т. 62. С. 496.

537.611(048)

В. И. Анисимов, В. П. Антропов, В. А. Губанов, М. И. Кацнельсон, А. И. Лихтенштейн. Зонная теория магнетизма металлов и сплавов. Проблема ферро- и антиферромагнетизма переходных металлов и их сплавов, в особенности сочетания черт локализованного и коллективизированного поведения магнитных электронов, остается одной из