**Хромов, Валерий Васильевич.**

## Механизмы воздействия оптического излучения на взаимодействующие атомные системы : диссертация ... доктора физико-математических наук в форме науч. докл. : 01.04.05. - Санкт-Петербург, 1999. - 62 с. : ил.; 20х15 см.

## Оглавление диссертациидоктор физико-математических наук в форме науч. докл. Хромов, Валерий Васильевич

Предпосылки к постановке работы, актуальность темы

Исследования взаимодействия оптического излучения с атомно-молекулярными системами всегда служили основой и стимулом развития разнообразных направлений физики. Появление лазеров существенно расширили арсенал возможностей таких исследований и произвели настоящую революцию в спектроскопии таких систем /1,2/.

Нелинейные Методы спектроскопии, помимо существенного повышения спектрального и временного разрешения, а также точности определения атомных констант, позволили создать принципиально новые способы изучения и направленного воздействия оптического излучения на атомно-молекулярные среды й решить ряд принципиальных задач, недоступных методам классической (долазерной) спектроскопии.

Несмотря на впечатляющие успехи лазерной спектроскопии, поиск новых областей применения ее методов до сих пор остаётся весьма актуальной задачей. Это связано как с новыми возможностями, появившимися благодаря успехам в развитии самой лазерной техники, так й с необходимостью разработки Новых методов селективного воздействия интенсивного светового излучения на вещество, диктуемой все возрастающими требованиями науки, техники и технологии.

В настоящей работе представлены экспериментальные исследования воздействия мощного оптического излучения на взаимодействующие атомные системы - системы соударяющихся атомов и атомы, адсорбированные на поверхности твердых тел, развиты методы лазерной спектроскопии таких систем. ф Надо отметить, что спектроскопия атомнь1Х столкновений является традиционной и до сих пор успешно развивающейся областью атомной физики Это связано с тем обстоятельством, что именно соударения атомов (й молекул) -на близких расстояниях определяют целый ряд принципиально важных процессов в газовых средах - релаксацию возбуждений в газовых разрядах, распределение заселенности электронных и колебательных молекулярных состояний в компонентах разряда, кинетику и направление химических реакций во взаимодействующих газовых смесях, динамику молекулярного и атомного взаимодействия с поверхностью твердых тел, процессы столкновительной ионизации, диссоциации и ассоциации взаимодействующих частиц и т. д., зачастую, именно столкновения ограничивают селективность воздействия оптического излучения на зтомно-молекулярные газовые системы.

Методы исследования атомных столкновений достаточно широки и разнообразны. Это и метод пересекающихся атомных пучков, в котором исследуется динамика рассеяния взаимодействующих частиц /3/, метод измерения ширины и сдвига ударного контура атомных лини(у4/. спектроскопия далеких крыльев атомных линий, форма которых определяется потенциалами взаимодействия между атомами в основном и возбужденном состояниях /51. Каждый из зтих методов имеет, разумеется, свои достоинства и недостатки, при этом можно надеяться, что развитие новых лазерных методов спектроскопии атомных столкновений позволит существенно расширить возможности каждого из вышеперечисленных экспериментальных направлений, как это уже продемонстрировано на примере использования методов нелинейной лазерной .спектроскопии для исследования столкновений в ударном контуре атомной линии/6/.

Что касается атомных взаимодействий с поверхностью твердых тел, то несмотря на практическую важность, поверхностных явлений для целого ряда прикладных задач физики, химии, техники и технологии, несмотря на богатую историю исследований этих процессов /7, 8/, на разработку в последнее время целого ряда современных экспериментальных методик исследования поверхностных явлений и процессов /9, 10/, многие их стороны остаются не, полностью выясненными до сих пор, что связано со сложным многочастичным характером взаимодействия атомов и молекул на поверхности твердых тел. Это особенно справедливо для взаимодействия частиц с поверхностью при их электронном возбуждении.

Отметим, что в большинстве работ по исследованию воздействия оптического излучения на поверхностные процессы, как правило, изучались лишь такие воздействия, которые изменяли адсорбционные свойства исследуемой поверхности /11/, но не электронное возбуждение адсорбированной частицы, что существенно ограничивало селективность

• такого воздействия. Именно поэтому исследования взаимодействия возбужденных атомных систем с поверхностью твердых тел, так же как и развитие.; лазерных методов детектирования поверхностных процессов представлялось весьма привлекательным и многообещающим.

Все вышесказанное, по нашему мнению, позволяет считать представленную работу достаточно актуальнрй.

Цель работы

Целью выполненных исследований являлось изучение механизмов воздействия мощного оптического излучения на системы взаимодействующих атомов и разработка на этой основе новых методов лазерной спектроскопии таких систем. Эти исследования включают в себя:

- экспериментальное обнаружение и интерпретацию нелинейных оптических эффектов насыщения в системах соударяющихся атомов;

- исследование полевых неадиабатических эффектов в процессах атомных столкновений; изучение спектральных и энергетических характеристик атомов, адсорбированных на поверхности прозрачных диэлектриков;

- измерение ряда кинетических и динамических характеристик атомов щелочных металлов, адсорбированных на поверхности широкозонных диэлектриков;

- изучение процессов оптического возбуждения адсорбированных атомов и исследование каналов релаксации энергии их электронного возбуждения.

Научная новизна и практическая ценность

Научная новизна работы состоит е экспериментальном обнаружении и интерпретации ряда новых нелинейных явлений в системах соударяющихся атомов, разработке модели фотодесорбции и фотостимулированной миграции атомов на поверхности широкозонных диэлектриков, получении ряда экспериментальных данных о взаимодействии атомов щелочных металлов с поверхностью монокристаллического сапфира, обнаружении и исследовании основных закономерностей явления фотоотрыва структурных дефектов поверхности металла под действам оптического излучения.

Практическая ценность работы состоит в разработке новых методов лазерной диагностики атомных столкновений, процессов фотодесорбции атомов с поверхности твердых тел, методов обнаружения и измерения кинетики образования и релаксации структурных дефектов на поверхности металла.

На защиту выносятся:

- методы лазерной спектроскопии насыщения системы соударяющихся атомов, позволяющие выделить такие межатомные взаимодействия, которые обеспечивают им длительное-пребывание в резонансе с возбуждающим излучением;

- экспериментальное обнаружение и интерпретация ряда специфических нелинейных эффектов в системе соударяющихся атомов, обнаружение состояний квазисвязанного движения атомов, эффекта просветления атомной среды без ее насыщения;

- методы лазерной спектроскопии для исследования процессов десорбции атомов с поверхности твердых тел;

- экспериментальные измерения ряда спектральных, энергетических и кинетических характеристик атомов натрия, адсорбированных на поверхности монокристаллического сапфира, обнаружение физической и химической форм адсорбции атомов, измерение их характеристик;

- экспериментальные доказательства предложенной модели фотодесорбции атомов с поверхности сапфира;

- экспериментальное обнаружение явления фотоотрыва атомов с поверхности собственного металла, связь этого явления со структурными дефектами поверхности, доказательства неполной делокализацйи электронных состояний таких дефектов.

Апробация работы

Настоящий доклад составлен по материалам, содержащимся в, научных публикациях. Основные результаты работы докладывались на Международных и Всесоюзных конференциях, в том числе:

1. II Международная конференция по взаимодействию электронов с сильным электромагнитным полем, Будапешт, 1975 г.

2. X, XI; XII, XIII, XIV, XV и XVI Всесоюзные конференции по когерентной и нелинейной оптике, 1980, 1982,1985, 1988, 1991, 1995 и 1998 гг.

3. IV, V и VI Ваеиловские конференции, Новосибирск, 1975, 1977,1981 гг.

4. VIII Всесоюзная конференция по взаимодействию излучения с ,веществом, Ленинград. 1990 г.

5. XXI Всесоюзная конференция по эмиссионной электронике, 1990 г.Ленинград.

6. XIII Европейская конференция по физике поверхности, Уорик, Англия, 1990.

2. ПРОЦЕССЫ НАСЫЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ СОУДАРЯЮЩИХСЯ АТОМОВ

17, 22-24, 26, 27/.