

М.Ф. Сэм¹, В.Е. Привалов², М.А. Казарян³, Г.С. Евтушенко⁴

Лазеры на парах металлов

¹ Ростовский государственный университет, г. Ростов-на-Дону

² Балтийский государственный технический университет, г. Санкт-Петербург

³ Физический институт им. П.Н. Лебедева, г. Москва

⁴ Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

Поступила в редакцию 15.02.2001 г.

Традиционный (13-й) Симпозиум «Лазеры на парах металлов (ЛПМ)» проходил с 25 по 29 сентября 2000 г. в оздоровительном комплексе (ОК) «Зарница» на берегу Черного моря (п. Лазаревское, вблизи Сочи). В программе были 82 доклада, более 20 докладов – из Москвы, столько же из Томска, 12 – из Ростова-на-Дону, чуть меньше из Новосибирска. По одному-два доклада были из Санкт-Петербурга, Киева, Иванова, Обнинска, Радужного (Владимирская область), Фрязино, Долгопрудного, Вильнюса.

К началу Симпозиума были изданы подробная Программа Симпозиума и Тезисы докладов [1] (к сожалению, далеко не все докладчики представили свои материалы к моменту опубликования тезисов).

Как всегда, открыл работу Симпозиума председатель Оргкомитета профессор М.Ф. Сэм (Ростовский госуниверситет). Он представил присутствующим состав Оргкомитета, напомнил основные вехи двенадцати симпозиумов и задачи нынешнего. Он же вел первое заседание.

С первым докладом «Электроразрядные непрерывные лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов с ионизационным расселением нижнего лазерного уровня» выступил профессор И.И. Климовский (ИВТ РАН, Москва). Затронув историю вопроса, докладчик перешел к основной теме доклада «Самосогласование электронной плотности и электронной температуры в разряде ЛПМ, с целью получения непрерывного режима генерации». Привел положительные результаты на примерах бария и кальция. Доклад вызвал широкоую и, надо отметить, неоднозначную дискуссию.

В следующем докладе «Непрерывные лазеры на $r-m$ -переходах: проблемы и перспективы» профессор Г.Г. Петраш (ФИ РАН, Москва) отметил, что в ИК-области КПД газовых лазеров достигает 40% (CO_2), в то время как в видимом диапазоне ~1%. Доклад был посвящен возможностям повышения КПД, средней мощности столкновительных ОКГ и серьезным трудностям реализации непрерывной генерации.

Далее Г.С. Евтушенко (ИОА, Томск) рассказал о 13-м Международном симпозиуме-конференции «Газодинамические и химические лазеры, мощные лазеры» – «GCL-NPL'2000», участником которого он был. Симпозиум проходил во Флоренции с 18 по 22 сентября, собрал около 200 участников, в том числе 20 – из России. В Программе было 145 докладов, из них 65 – устные. На секции ЛПМ было 4 устных доклада и более 10 – стендовых. От ИОА СО РАН (Томск) были представлены два доклада, один из них устный.

Большинство докладов на секции были посвящены лазерам на парах меди и парах галогенидов меди. Среди доклад-

чиков были представители основных научных групп по исследованиям и разработкам ЛПМ: профессор К. Вебб (Университет Оксфорда), профессор Н. Саботинов с коллегами (Институт физики полупроводников, Болгария) Р. Милдрен, участник «ИЛПАМ-99» в г. Томске, представлявший результаты научной группы профессора Дж. Пайпера (Макуори университет, Австралия), Э. Гуадек из Национального исследовательского центра (Франция), Р. Рива (Исследовательский институт, Бразилия).

Кратко сегодняшние достижения по ЛПМ можно сформулировать следующим образом: средняя мощность излучения лазера – до 200 Вт с метра активной длины, КПД – до 4%, ресурс – тысячи часов, в том числе с отпаянными активными элементами, средняя мощность преобразованного излучения ЛПМ в кристалле ВВО превышает 1 Вт, что открывает широкие возможности применения данного излучения (с высоким качеством пучка) в технологических процессах (на длине волны 255 нм).

Наибольший интерес представляет исследование лазеров на галогенидах паров металлов как более простых, дешевых, а по техническим параметрам не уступающих лазерам на парах чистых металлов. Г.С. Евтушенко отметил, что по уровню результатов исследований и разработок ЛПМ Россия должна быть представлена в подобных Симпозиумах более весомо (и по числу докладов, в том числе приглашенных, и по числу участников). Он обратился к участникам Российского Симпозиума по ЛПМ с предложением найти возможность участвовать в следующем (14-м) Симпозиуме GCL-NPL, который пройдет в Польше осенью 2002 г.

Возвращаясь к 13-му Российскому симпозиуму по ЛПМ, отметим, что всего в первый день прозвучало более 20 докладов, из них 10 стендовых, на которые выделялось небольшое время для устного сообщения (до 5 мин) и затем 2 ч для обсуждения всех докладов у стендов. Среди них стоит отметить доклад Е.Л. Латуша (РГУ, Ростов-на-Дону) «Способ уменьшения межимпульсной концентрации электронов за счет ускоренной амбиполярной диффузии». Автор сообщил, что импульс (подогрев) между импульсами тока накачки ускоряет амбиполярную диффузию. И.Г. Иванов (РГУ) в докладе «Плазма РПК как источник пучка ионов и метастабилей инертного газа для накачки ионных лазерных переходов металлов ударами 2-го рода» отметил, что добавка криптона увеличивает скорость ионизации гелия. Дискуссию вызвал доклад В.Н. Кухарева «О динамическом согласовании разрядного контура с активным элементом Cu-Vg-лазера» (ИОА, Томск).

Научная группа из Томского госуниверситета (А.Н. Солдатов с коллегами) представила два стендовых

доклада, которые предшествовали обзорному докладу А.Н. Солдатову на вечернем заседании «Лазеры на парах металлов с управляемыми через электронную компоненту параметрами».

Второй день начался докладом А.Р. Сорокина (ИФП СО РАН, Новосибирск) «Режимы формирования электронных пучков в открытом разряде». Автор дает свое объяснение механизму открытого разряда – вторичная эмиссия при бомбардировке катода тяжелыми частицами, при этом роль фотоэффекта пренебрежимо мала (что вряд ли оправданно). Более подробно ознакомиться с результатами этой работы можно в журнале «Письма в ЖТФ». 2000. Т. 46. № 24. С. 89–94. За докладом А.Р. Сорокина последовал доклад О.О. Пруцакова, Г.Д. Чеботарева и Е.Л. Латуша (РГУ) «Динамика продольного и поперечного катафореза в импульсно-периодических лазерах на парах металлов».

Авторы считают, что полученные ими результаты свидетельствуют о перспективности использования катафореза в импульсно-периодических ЛПМ для формирования активных сред и позволяют осуществить целенаправленный выбор режимов возбуждения, обеспечивающих высокую степень их однородности. Результаты позволяют также анализировать процессы формирования радиальных профилей накачки в саморазогреваемых импульсно-периодических ЛПМ и определять условия их однородности.

Г.Н. Толмачев (Филиал ИОФ РАН, Ростов-на-Дону) в докладе «Лазеры на парах металлов с поперечным ВЧ-разрядом» рассказал об исследованиях He–Cd- и He–Se-лазеров, о минимизации уровня шумов. Доклад Г.А. Калинин и И.Г. Иванова (РГУ) «Моделирование процессов в разряде с полым катодом в многокомпонентных газовых смесях» содержал модели He–Cd, He–Cd–Hg и He–Kr–Hg. Во второй день также были представлены стендовые доклады (более десяти), которые занимали два часа перед вечерним заседанием.

Вечернее заседание началось докладами сотрудников ИОФ РАН (Москва) профессора С.И. Яковленко, А.В. Карелина, О.В. Симаковой, А.М. Бойченко по кинетике лазеров на смесях инертных газов. Профессор Г.Г. Петраш (ФИ РАН) в докладе «Влияние НВг на функцию распределения электронов по энергиям в смесях с парами металлов» (выполнен совместно со специалистами Ивановского госуниверситета) отметил, что добавки НВг в разряд с парами металлов в буферном газе неоне существенно изменяют функцию распределения электронов по энергиям, делая ее отличной от максвелловской, в том числе в области малых энергий. При такой функции распределения эффективность «паразитного» заселения нижних рабочих состояний ЛПМ существенно меньше, чем в отсутствие добавок НВг.

Два доклада: «Резонаторы в активных оптических системах с усилителями на парах металлов» и «Активные оптические системы и проекционное телевидение» сделал К.И. Земсков (ФИ РАН). Т.М. Горбунова (СФТИ, Томск) также сделала два доклада: «К вопросу о развитии импульсных высоковольтных разрядов с продольной конфигурацией, ограниченных диэлектрическими стенками», выводы которого представляются весьма спорными, и «Диагностика активных сред на парах металлов», в котором основное внимание было уделено методу «крюков Рождественского».

Утреннее заседание 28 сентября началось серией докладов по лазерному разделению изотопов, первым из которых был доклад профессора С.И. Яковленко (ИОФ РАН)

«Основные проблемы выделения весовых количеств редких изотопов методом AVLIS (Atomic Vapor Laser Isotope Separation)». Еще 4 доклада на эту же тему были представлены В.В. Бучановым и Н.А. Юдиным от научной группы профессора П.А. Бохана (ИФП СО РАН, Новосибирск). Следует отметить, что на сегодняшний день приложения ЛПМ для AVLIS-технологий наиболее заманчивы, в том числе в коммерческом плане, так как стоимость одного грамма изотопа достигает сотен (тысяч) долларов (для элементов, не имеющих летучих соединений).

Профессор В.Е. Привалов (БГТУ, Санкт-Петербург) выступил с докладом «Лидеры на основе лазеров на парах металлов». В частности, изучались возможности дистанционного зондирования молекул йода, водорода и ряда углеводородов. Основное направление исследований – определение минимальных концентраций примесей в атмосфере на расстоянии до нескольких километров и нахождение максимальных расстояний, на которых предельно допустимые концентрации этих молекул могут быть обнаружены. В расчетах использовались различные длины волн лазера на парах меди, в том числе вторые гармоники.

С двумя докладами о технических и эксплуатационных характеристиках, рынке сбыта активных элементов лазеров на парах меди типа «Кулон» и «Кристалл» выступили представители ГНПП «Исток» Н.А. Лябин и А.Д. Чурсин. С.Г. Казанцев (Всероссийский испытательный лазерный центр «Радуга», г. Радужный) сделал доклад «Термомеханический механизм повреждения материалов силовой ИК-оптики при непрерывном и импульсно-периодическом облучении». Рассмотрены формирование пор, их рост, развитие сетки трещин на оптике, что ведет к деградации оптики.

Перечисленные доклады не исчерпывают всех материалов Симпозиума, но позволяют составить представление о нем. В конце состоялось заседание Круглого стола, на котором были обсуждены перспективы исследования, разработок и приложений ЛПМ, принято Решение Симпозиума. В Решении, в частности, отмечено, что впервые традиционный Симпозиум поддержан РФФИ. Возможно, это одна из причин того, что по сравнению с предыдущим симпозиумом было заметно больше докладов, а главное, докладчиков, впервые опубликованы тезисы докладов.

Было отмечено, что более активно в этот раз поработал Оргкомитет, в состав которого входили представители РГУ, ФИ РАН, ИОФ РАН, ТГУ, ИОА, ИСЭ, БГТУ. Среди участников Симпозиума (докладчиков, и в том числе устных докладов) вновь появились молодые сотрудники и аспиранты, что радует. С учетом этого принято решение обратиться в Целевую программу «Интеграция вузовской и академической науки» за поддержкой следующего, 14-го Симпозиума по ЛПМ, который состоится осенью 2002 г.

В заключение на заседании Круглого стола был сделан ряд объявлений. В частности, Г.С. Евтушенко напомнил собравшимся об очередной конференции «Импульсные лазеры на переходах атомов и молекул – ИЛПАМ-2001», которая пройдет осенью 2001 г. в Томске (см. [Webb-page: http://symp.iao.ru](http://symp.iao.ru)). В.Е. Привалов сообщил об очередной конференции «Лазеры. Измерения. Информация», которая состоится 6–8 июня 2001 г. в Санкт-Петербурге (справки по электронной почте: scipro@bstu.spb.su).

1. Симпозиум «Лазеры на парах металлов». Лазаревское, ОК «Зарница», 25–29 сентября 2000 г.: Тезисы докл. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 2000. 64 с.