

ГЕНЕРАЦИЯ МОЩНЫХ ПОТОКОВ КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЙ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. ПРОЕКТ № 21

Координаторы: д-р физ.-мат. наук Лосев В. Ф., д-р физ.-мат. наук Осипов В. В.
Исполнители: ИСЭ СО РАН, ИЭФ УрО РАН

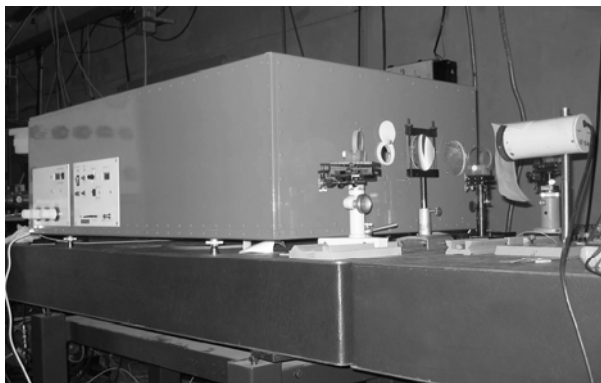
В ИСЭ СО РАН выполнено моделирование параметров активной среды электроорядного ХеСl-лазера ($\lambda = 308$ нм). Получены расчетные временные зависимости концентраций частиц в разрядной плазме, а также расчетные скорости процессов ионизации, рекомбинации, прилипания и образования молекул ХеСl в возбужденных состояниях. Проведен анализ расчетных зависимостей и установлены закономерности влияния начальных параметров на мощность и эффективность лазерного излучения, выбраны оптимальные режимы накачки. На основании этого создан эффективный и компактный ХеСl-лазер с длительностью импульса генерации 27 нс, плотностью мощности излучения $6,7$ МВт/см², энергией излучения 0,2 Дж, КПД более 1,9 % и частотой повторения импульсов до 50 Гц (см. рисунок). Показано, что эффективность и мощность излучения в основном ограничиваются тушением эксимерных молекул при электронном ударе. Для реализации оптимального режима работы лазера требуется обеспечивать мощность

накачки ~ 3 МВт/см³ и плотность тока $\sim 1,5$ кА/см².

Исследовано взаимодействие мощных УФ-импульсов излучения ($\tau = 100, 20$ и 2 нс) с тонкими металлическими фольгами с целью изучения механизмов образования отверстий малого диаметра и поиска оптимальной длительности импульса излучения для прошивки отверстий. Показано, что механизм образования отверстий в тонких металлических фольгах меняется в зависимости от длительности импульса воздействия и количества импульсов. При прошивке отверстия одним импульсом преобладает ударный механизм.

При использовании следующих друг за другом импульсов преобладает механизм абляции. Наибольшая эффективность образования отверстия (минимальная энергия пучка) наблюдается при оптимальной длительности импульса (20 нс), что обусловлено механизмом передачи энергии от лазерного пучка материалу.

Исследованы возможности изменения наноструктур в сплавах, обладающих эффектом памяти форм, при воздействии на них мощным лазерным пучком. Целью исследований была проверка возможности получения таких структур на поверхности материала в тонком слое. В результате впервые показана возможность термоупругих мартенситных превращений и стабилизации мартенсита напряжений в монокристаллах никелида титана под воздействием излучения ХеСl-лазера. Это позволит непосредственно изучить механизм взаимодействия дисперсных наночастиц с кристаллами мартенсита и разработать модели зарождения и роста новых кристаллов, обладающих эффектом памяти формы и сверхэластичности.



Внешний вид ХеСl-лазера.
External view of the ХеСl laser.

Проведено исследование взаимодействия излучения CO₂-лазера с диэлектриками на примере политетрафторэтилена (PTFE, [–CF₂–CF₂–]_n, тефлон). Целью исследований являлось выяснение механизма уноса вещества с поверхности образца и поиск условий получения минимального размера частиц PTFE. При взаимодействии излучения CO₂-лазера с политетрафторэтиленом в различных температурных режимах было показано, что при длительности импульса менее 100 нс механизмом уноса частиц с поверхности образца является абляция, а более — преобладает вскипание. Для реализации частиц микронного размера необходимо использовать температуру менее 80 °С. Для эффективного получения мелкодисперсионных частиц с размером 0,6 мкм необходимо обеспечивать интенсивность излучения на мишени ~10⁹ Вт/см². Получаемые частицы микронного размера могут быть использованы для выращивания моно- и поликристаллических структур, напыления тонких диэлектрических пленок.

Проведены исследования спектрального состава излучения лазерной плазмы или лю-

минесценции при воздействии на вещество ультрафиолетового лазерного импульса излучения с целью разработки новых лазерных методов диагностики для промышленности и медицины. Медицинская диагностика была посвящена проблеме распознавания раковых тканей, а промышленная — анализу защитных покрытий, имеющих толщину пленки — нано- и микрометры.

Проведенные нами исследования спектров автофлуоресценции тканей слизистой мочевого пузыря при их возбуждении импульсом ультрафиолетового излучения показали принципиальную возможность проведения дифференциальной диагностики злокачественных новообразований на ранних стадиях. Обнаружены отличия в спектрах здоровой и больной тканей без введения экзогенных фотосенсибилизаторов.

При исследовании лазерной плазмы, зажигаемой наносекундным импульсом излучения на поверхности защитных покрытий, показана принципиальная возможность разработки новых экспресс-методов контроля состава и толщины нанопокровов.

Основные публикации

1. Шулепов М. А., Орловский В. М., Тарасенко В. Ф., Феденев А. В. Получение наночастиц политетрафторэтилена при криогенных температурах// Изв. РАН. Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17, № 2—3. С. 179—182.
2. Trtica M. S., Gakovic B. M. et al. Surface modifications of TiN coating by the pulsed TEA CO₂ and KrCl laser// Applied Surface Science. 2004. N 225. P. 362—371.
3. Феденев А. В., Липатов Е. И., Тарасенко В. Ф. и др. Нарушение адгезии при абляции тонких пленок импульсным лазерным излучением// Квантовая электроника. 2004. Т. 34, № 4. С. 375—380.
4. Bychkov Yu. I., Losev V. F., Panchenko Yu. N. et al. Research of short pulse discharge XeCl LASER// Proceedings of SPIE. 2005. V. 5777. P. 558—561.
5. Панченко Ю. Н., Иванов Н. Г., Лосев В. Ф. Особенности формирования активной среды в короткоимпульсном электроразрядном ХеСl лазере// Квантовая электроника. 2005. Т. 35, № 9. С. 816—820.