

МЕТОДЫ ЛАЗЕРНО- И СТОЛКНОВИТЕЛЬНО-ИНДУЦИРОВАННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ

Н.В.ТАРАСЕНКО

Институт молекулярной и атомной физики АН Б, 220072, Минск, Беларусь

В настоящем докладе излагаются результаты применения методов лазерно- и столкновительно-индуцированной флуоресценции (ЛИФ-СИФ) для исследования физико-химических процессов в лазерно-абляционной плазме, а также плазме послесвечения импульсного газового разряда. Основное внимание уделено определению абсолютных концентраций частиц, их пространственно-временных и энергетических распределений. Рассмотрены также возможности методов ЛИФ-СИФ для выяснения механизмов химических реакций и исследования столкновительных процессов.

Проанализированы проблемы количественной интерпретации флуоресцентных измерений плотности атомов и молекул в нестационарной неравновесной плазме. Обсуждается возможность учета столкновительной дезактивации возбужденных состояний молекул в рамках упрощенной четырехуровневой модели.

Показано различие механизмов лазерного распыления алюминия под действием излучения эксимерного XeCl ($\lambda=308\text{nm}$) и АИГ:Nd³⁺ ($\lambda=1064\text{nm}$) лазеров.

Исследовано влияние условий облучения мишени (диаметра пятна фокусировки и плотности потока излучения) на процесс рекомбинации ионов в распадающейся лазерной плазме титана (Бураков и др., 1992). Плазма создавалась при воздействии излучения АИГ:Nd³⁺-лазера (1,06 мкм, $10^9\text{-}10^{10}$ Вт/см², 10нс) на поверхность титановой мишени в воздухе при нормальном давлении. Зарегистрированный диапазон концентраций атомов титана составляет $2 \cdot 10^{13}$ - $1.1 \cdot 10^{15}$ см⁻³, ионов - $2.5 \cdot 10^{12}$ - $4.5 \cdot 10^{13}$

см^{-3} . Обсуждаются механизмы формирования пространственно-временной структуры потоков атомов и ионов.

Каналы протекания реакции окисления атомов титана в лазерной плазме раскрыты на основе исследования пространственно-временных и энергетических распределений реагентов и молекулярного продукта реакции (TiO). Установлена область пространственной локализации и временной диапазон эффективного протекания реакции окисления (Бураков и др., 1994). Для выявления вклада метастабильных атомов титана изучено временное изменение распределения атомов по возбужденным состояниям и характер изменения при этом спектра хемилюминесценции молекул TiO.

Явление столкновительной дезактивации оптически возбужденных атомов использовано для определения сечений столкновительных процессов. На основе измерений отношения сигналов СИФ и ЛИФ развит метод определения плотности электронов в газоразрядной плазме. Его достоинства определяются возможностью проведения локальных, разрешенных во времени измерений плотности электронов в диапазоне 10^{10} - 10^{12} см^{-3} . В качестве примера обсуждаются результаты применения метода для диагностики плазмы послесвечения импульсного разряда в неоне.

Выполненные эксперименты демонстрируют значительные диагностические возможности методов ЛИФ-СИФ для изучения процессов, определяющих динамику образования, развития и распада плазмы на основе измерений пространственно-временных распределений, определения абсолютных значений концентраций атомов, ионов и продуктов их физико-химических превращений.

Бураков В.С., Тарасенко Н.В., Чепцова Н.А.: 1992, ЖПС 56, 837.

Бураков В.С., Савастенко Н.А., Тарасенко Н.В.,: 1994, Хим. физика 13, 18.