**Игошин, Валерий Иванович.**  
Кинетические модели химических лазеров и их приложения : диссертация ... доктора физико-математических наук : 01.04.21. - Москва, 1997. - 472 с. : ил.

## Оглавление диссертациидоктор физико-математических наук Игошин, Валерий Иванович

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ КИНЕТИКИ ХИМИЧЕСКИХ

ЛАЗЕРОВ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ЧИСЛЕННОГО

МОДЕЛИРОВАНИЯ.

§1 .Качественный анализ работы химических лазеров

1 .Удельная мощность излучения 31 2.3акономерности развития инверсной населенности при

химической накачке. 38 3.Энергетические характеристики химического лазера и их

зависимость от физико-химического механизма

§2.Неравновесное возбуждение при химических реакциях. 50 §З.Инверсия населенностей и усиление излучения при

колебательно-вращательных переходах. 55 1 .Условие усиления, понятие о полной и частичной инверсии населенностей. 55 2.Коэффициент усиления. 58 §4.Элементарные процессы колебательной релаксации. 59 §5.Основные уравнения, описывающие физико-химические

процессы в лазерной среде

1 .Радиационные процессы

2.Химическая кинетика

3.Колебательно-вращательная кинетика

4.Уравнение сохранения энергии

5.Генерация излучения в газовых потоках. 77 §6.0сновные задачи численного кинетического моделирования

химических лазеров

ГЛАВА 2. ТЕОРИЯ ГЕНЕРАЦИИ И УСИЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В КОЛЕБАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНОМ СПЕКТРЕ 84 МОЛЕКУЛ.

§1 .Вычислительно эффективная квазистационарная модель многоуровнего лазера: приближение вращательного равновесия

§2.Теория химического лазерного усилителя мощности на

основной гармонике и обертонах молекулярных колебаний. 101 1 .Постановка задачи

2.Эффективность преобразования химической энергии в световую на обертонах

3.Усиление излучения на основной гармонике и обертонах в условиях нестационарной накачки

§3.Вычислительно эффективная квазистационарная модель многоуровневого химического лазера, учитывающая вращательную неравновесность и ангармонизм колебаний молекул

1.0 возможности анализа энергетики многоуровневого химического лазера с помощью эквивалентной двухуровневой схемы возбуждения

2.Формулировка модели вращательного резервуара для расчета характеристик химического лазера, решение урав- 119 нений.

3.Обобщение кинетической модели на ангармонические осцилляторы

§4.06 эффективности лазеров с колебательно-вращательной

инверсией населенностей

§5.Многолинейчатая квазистационарная модель молекулярных и

химических лазеров

ГЛАВА 3. НСЬ-ЛАЗЕР НА РЕАКЦИЯХ Н2+СХ2, Н+СЬ2

§1 .Импульсный химический НС1-лазер на реакции Н2+СЛ2

1 .Кинетическая схема реакции Н2+С12- 141 2.Интегрирование кинетических уравнений и обсуждение

результатов

§2.Пути увеличения эффективности НС1-лазера

ГЛАВА 4. НГ-ЛАЗЕР НА РЕАКЦИИ Н2+¥2

§1 .Механизм реакции водорода со фтором, взрывные пределы

§2.Обзор основных теоретических и экспериментальных

результатов по фтороводородному лазеру (ФВЛ)

§З.Расчетно-кинетические модели фтороводородного лазера

1.Моделирование в приближении вращательно-равновесного гармонического осциллятора (модель 1)

2.Моделирование ФВЛ с учетом вращательной неравновесности и ангармонизма излучающих молекул (модель 2)

§4.Расчет влияния основных факторов на энергетику и динамику излучения импульсного ФВЛ, сравнение теории с экспериментом, генерация на обертонах

260

ГЛАВА 5. HF-HCl-ЛАЗЕР НА ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ C1F+H2

§1 .Состояние эксперимента

§2.Кинетическая модель HF-HCl-лазера на цепной реакции

C1FcH2

§3.Расчет индуцированного излучения в системе C1F-H2 и

интерпретация механизма работы лазера

ГЛАВА 6. СО2-ЛАЗЕР НА ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ D2+F2 С ПЕРЕДАЧЕЙ ЭНЕРГИИ ОТ МОЛЕКУЛ DF(DF-C02-ЛАЗЕР)

§1 .Качественное обсуждение кинетической схемы химической

накачки с передачей энергии

§2.Кинетика элементарных процессов и методика расчета

лазерных характеристик

§3.Расчет влияния основных факторов на энергетику DF-CO2-лазера.

§4.Механизм возбуждения и тушения генерации

§5.Сравнение расчетной удельной энергии генерации с данными

эксперимента

§6.0 возможности использования энергетического разветвления цепи для генерации когерентного излучения с высоким квантовым выходом

ГЛАВА 7. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ НА ФОТОН-НО-РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЦЕПНЫХ РЕАКЦИЯХ

§1 .Об инициировании химических лазеров ИК-излучением,

состояние эксперимента

§2.Новые методы получения свободных атомов под действием

ИК-излучения

§3.Основные результаты расчетов характеристик лазерных

ОР-С02-усилителей на ФР цепных реакциях

§4.Обоснование возможности создания химического

H2-F2-лазера, инициируемого испарением мелкодисперсных частиц под действием ИК-излучения. 308 §5.Импульсные химические HF и DF-CO2 лазеры на фотонно-

разветвленной цепной реакции, инициируемой термическим разложением мелкодисперсных частиц NaN3

§6.Моделирование однопроходного HF-усилителя на ФР реакции

с помощью уравнения переноса излучения

§7.Фотонно-разветвленный процесс в телескопическом резонато-

ре, оптическая схема лазерной системы с усилением по энергии 10^

§8.Волновая оптика усилителя на автоволновой фотонно-

разветвленной реакции в неустойчивом телескопическом резонаторе

§9.Инициирование химического Н2-Р2-лазера при резонансном

колебательном возбуждении молекул НР

ГЛАВА 8. ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ АТОМНО -

МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗАХ

§1 .Лазерные методы исследования элементарных процессов

1 .Метод максимального усиления

2. Метод температуры равного усиления

3.Метод температуры нулевого усиления

4.Метод зондирования усиливающей среды в лазерной

системе генератор-усилитель

5.Метод измерения времени задержки сигнала генерации

6.Метод измерения времени затухания индуцированного излучения

7.Метод измерения энергии излучения в зависимости от давления релаксанта

§2.Исследование процессов передачи энергии при столкновении

молекул с помощью химических лазеров

1.УУ-обмен энергии в хлористом водороде

2.Передача энергии от ББ к С02 и от ОБ к СО2. 354 §3.Определение констант скорости химических реакций по

индуцированному излучению образующихся молекул

ГЛАВА 9. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКИХ

ПРИМЕНЕНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ

§1.Основания для применения химических лазеров в лазерной

технологии и термоядерном синтезе

§2.Расчет характеристик короткоимпульсного ФВЛ;

концептуальные схемы лазера, перспективные для целей ЛТС и лазерной технологии; химико-эксимерный лазер

§3.Численный анализ кислородно-йодного лазера (ХКЙЛ)

1 .Экспериментальные результаты

2.Анализ энергетики ХКЙЛ в непрерывном и импульсном режимах работы

3.Численный анализ расходимости излучения ХКЙЛ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ

1 .Листинг программы расчета характеристик химического лазера на цепной реакции фтора с водородом

2.Расчетно-кинетическая модель фотонно-разветвленного цепного процесса в системе В2-Р2-С02-Не-СНзР

3.Кинетика КгР-лазера, инициируемого ИК излучением химического лазера

4.Листинг программы расчета характеристик КгР-лазера, возбуждаемого ИК излучением химического лазера

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ