**Вовк, Сергей Мирославович.**

## Лазерные и оптические спектрометры для разработки и контроля наукоемких технологий : Диагностика газовых, жидких, твердых, ультрадисперсных сред и живых тканей : диссертация ... доктора технических наук в форме науч. докл. : 01.04.01. - Ижевск, 1999. - 54 с. : ил.; 20х15 см.

## Оглавление диссертациидоктор технических наук в форме науч. докл. Вовк, Сергей Мирославович

Актуальность темы

Конец второго тысячелетия нашей эры характеризуется все усиливающейся ролью жизнедеятельности человечества в геологических процессах, протекающих на поверхности Земли. В ходе XX века выяснилось не только глобальное влияние человечества на биогеохимические процессы на поверхности Земли и конечность некоторых ресурсов, потребляемых человечеством, но и ограничения по их использованию, налагаемые негативными явлениями в биосфере. В настоящее время возникла принципиальная проблема характера использования ресурсов человечеством, которая пришла на смену эйфории овладения ресурсами и знаниями в XIX веке. Такое развитие описанных выше процессов, еще в начале XX века названное В.И. Вернадским "взрывным", делает основной задачей XXI века сознательное использование природных и искусственных ресурсов, обеспечивающее комфортное существование человечества без нарушения равновесия биосферы. Способом потребления и производства ресурсов являются технологии. Поэтому сознательное использование ресурсов возможно только при помощи оптимизации всей совокупности технологий, используемых человечеством. В отношении технологий в рамках рассматриваемой темы существует следующая градация:

- технологии, не требующие новых научных изысканий;

- технологии, требующие исследований на уровне прикладной науки;

- технологии, требующие исследований на уровне фундаментальной науки.

Применительно к рассматриваемым вопросам наиболее актуальны последние два уровня. Оценка принадлежности технологий к вышеперечисленным уровням может быть произведена на основании следующих критериев:

1. Критерий фундаментальности.

2. Критерий новизны.

3. Критерий диверсификации.

4. Критерий временных затрат научных работников.

Р свою очередь, проблему оптимизации технологий невозможно решить без стоверной диагностики. Особую роль среди всего многообразия методов ^.гностики играют оптические методы. Известно, что в оптическом диапазоне ржится 90% информации об окружающем нас мире, поэтому этого оптика :ется одной из самых старых областей науки. Ранее при помощи оптики ;ались макроскопические характеристики вещества. Однако после открытия ; • ««го строения материи выяснилось, что микроскопическая информация содержится в большом объеме в оптическом диапазоне. В настоящее время . аддно, что задача оптимизации технологий требует знания как макро-копических, так и микроскопических характеристик преобразуемых систем. При этом значимость применения оптической диагностики не вызывает сомнений. Развитие лазерной техники существенно упростило проектирование систем возбуждения спектров и реализацию дистанционных измерений. С 1960-х годов началось бурное развитие методов лазерной диагностики и отдельные попытки их прикладного применения. Тем не менее, отсутствовали лаборатории, ориентированные на комплексное применение методов лазерной спектроскопии в технологических целях. В то же время появился целый ряд задач, требующих нового подхода к диагностике. В том числе: в области ядерных технологий -повышение надежности и ресурса работы конструкционных и оболочечных материалов; для ядерных реакторов с водным теплоносителем - оптимизация водно-химическою режима; для ядерных реакторов с газовым теплоносителем -разработка требований к содержанию микропримесей в газовом теплоносителе; в области технологий очистки жидких и газовых сред - увеличение ресурсов работы сорбционных материалов в условиях высоких температур и давлений и агрессивных сред при сохранении сорбционных характеристик; в области медицины - диагностика патологических процессов в тканях и т.д. Предварительные исследования показали перспективность применения методов лазерной спектроскопии для решения этих задач. Однако технические характеристики лазерных спектрометров к моменту начала работ не позволяли их эффективное использование в вышеуказанных целях.

Целью работы является создание концепции универсальной лазерно-спектроскопической базы, практическая реализация этой базы и ее применение для разработки наукоемких технологий в области ядерной техники, технологий очистки жидких, газовых сред и медицины. Для достижения намеченной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- определены функции, реализуемые лазерно-спектроскопической базой;

- выбран состав и определены требования к техническим характеристикам лазерных спектрометров;

- разработаны, изготовлены и запущены в эксплуатацию выбранные лазерные спектрометры;

- проведены экспериментальные исследования характеристик лазерных спектрометров;

- проведен цикл работ по разработке технологий с помощью созданных лазерных спектрометров, в том числе отработка режимов очистки и поддержания качества газового теплоносителя ядерных реакторов, оптимизация состава газового и водного теплоносителя ядерных реакторов с целью минимизации коррозионных отложений, выбор конструкционных материалов для газовых ядерных реакторов, разработка термостойких неорганических сорбентов для ядерных реакторов;

- разработаны специализированные лазерные спектрометры для контроля технологий, в том числе лазерный газоанализатор состава природного газа, лазерный анализатор состава профиля углерода, эмиссионный спектрометр для контроля производства сверхчистых газов криптона и ксенона, лазерно-оптический комплекс для диагностики рака.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- Предложена новая концепция лазерно-спектроскопической базы многоцелевого назначения для разработки и контроля наукоемких технологий, в том числе в области ядерных технологий, технологий очистки жидких и газовых сред и медицины.

Созданные лазерные спектрометры позволили: В области ядерных технологий:

- обнаружить связь между микросодержанием кислорода, фазовым составом коррозионной пленки и выносом продуктов коррозии в углеродистых сталях на начальной стадии окисления в водном теплоносителе ядерного реактора при нейтральном бескислородном водно-химическом режиме;

- разработать методику определения толщины окисной пленки Zr02 на основе измерения интенсивности линий КР, образующейся в водном теплоносителе ядерного реактора на поверхности сплава Zr-Nb, окисленного в разных режимах, в том числе и в условиях интенсивного турбулентного перемешивания воды при поверхностном кипении; выявить зависимость фазовых превращений поверхностных коррозионных пленок высоконикелевых сталей от соотношения микроконцентраций кислорода и водорода в гелиевом теплоносителе ядерных реакторов.

В области технологии получения неорганических сорбентов для очистки жидких и газовых сред:

- разработать методику определения размеров микрокристаллов гидра-тированных диоксида олова (ГДО) и диоксида титана (ГДТ) на основе обнаруженных размерных эффектов в спектрах КР;

- разработать методику разделения вкладов размеров микрокристаллов, внутренних напряжений и дефектов в сдвиг и уширение линий КР для ГДО и ГДТ;

- разработать систему спектроскопических параметров контроля золь -гель технологии получения термостойких неорганических сорбентов (ГДО и ГДТ) на основе изученных методом спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) химических и структурных превращений на различных стадиях технологии.

В области медицины:

- разработать диагностический спектроскопический параметр для определения гистотипов опухолей молочной железы in vivo методом лазерной флуоресценции;

- разработать диагностический спектроскопический параметр для определения гистотипов опухолей молочной железы in vivo методом диффузного отражения света.

Практическая значимость

Результаты теоретических и экспериментальных работ, выполненных на лазерно-спектроскопической базе применительно к наукоемким технологиям, позволили:

- отработать методики анализа состава гелиевого теплоносителя методами спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР-спектроскопии), спектроскопии когерентного антистоксова рассеяния света (КАРС-спектроскопии), лазерной атомно-флуоресцентной спектроскопии (ЛАФС-спектроскопии), лазерной молекулярной спектроскопии (ЛМФ-спектроскопии), эмиссионной спектроскопии (ЭС-спектроскопии) in situ при температурах до 1000 °С и давлениях до 200 атм;

- отработать методики диагностики поверхности твердых тел методами лазерной микроскопии, лазерной эмиссионной спектроскопии с лазерной атомизацией (ЛЭС+ЛАТ-спектроскопии), лазерной атомно-флуоресцентной спектроскопии с лазерной атомизацией (ЛАФС+ЛАТ-спектроскопии) и КР-спектроскопии in situ в гелиевом теплоносителе при температурах до 1000 °С и давлениях до 200 атм;