

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия (Физика
конденсированного состояния)
Школа Инженерной школы ядерных технологий Томского политехнического
университета.
Отделение экспериментальной физики

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

Тема научного доклада
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТОМАРНЫХ ГАЗОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.

УДК 539.2:539.1:535.57

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А 6-08	Ван Яомин	<i>Ван Яомин</i>	20.05.2020 г.

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор-консультант отделения экспериментальной физики ИЯТШ	Чернов И.П.	Д.ф.м.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения экспериментальной физики на правах кафедры ИЯТШ	Лидер А.М.	Д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ИЯТШ	Тюрин Ю.И.	Д.ф.м.н., профессор		

Основу явления гетерогенной хемилюминесценции (ГХЛ) составляет процесс «высокоэнергетической» (4,5-9эВ) аккомодации электронной подсистемой твердого тела энергии экзотермических реакций рекомбинации свободных атомов, протекающих на поверхности твердых тел. Явление ГХЛ открывает новые возможности осуществления люминесцентного анализа процессов взаимодействия атомарных газов с твердыми телами и изучения неравновесных и нестационарных механизмов взаимодействия в системе «газ – твердое тело» оптическими средствами. Методы, основанные на явлении гетерогенной хемилюминесценции (ГХЛ) привлекают к себе внимание новыми механизмами аккомодации неметаллами энергии гетерогенных физико-химических реакций и процессов неупругого рассеяния атомных частиц поверхностью, высокой чувствительностью и селективностью.

Цель диссертационной работы состоит в исследовании процессов в неравновесных гетерогенных системах газ-твердое тело и установлении механизмов и параметров этого взаимодействия (сечения, энергии активации, энергии связи, эффективность энергообмена) на основе регистрации характеристик гетерогенной хемилюминесценции. А также разработка нестационарных методов определения параметров взаимодействия газ-твердое тело с использованием явления ГХЛ.

1. Модернизирована и освоена экспериментальная установка для исследования атомно-молекулярных процессов на поверхности твердого тела в неравновесной газовой среде люминесцентным, спектроскопическим, фотометрическим, кинетическим и калориметрическим методами.

2. Изучены атомно-молекулярные процессы при возбуждении люминесценции в системе «твердое тело – атомарный водород». Измерены: стационарные, кинетические и спектральные характеристики ГХЛ в потоке атомарного водорода на поверхности кристаллофосфоров $ZnS-Mn^{2+}$, $ZnS-Eu^{3+}$, $AlN-Eu^{3+}$ и $ZnS-Tm^{3+}$. Показано, что кинетические кривые разгорания и спектры люминесцентного свечения кристаллофосфоров определяются стехиометрией состава поверхности образцов, предварительной обработкой

поверхности люминофора прогревом в вакууме, молекулярном, атомарном водороде, формированием адсорбционного слоя атомов на поверхности люминофоров и способом возбуждения люминесценции (ФЛ, ГХЛ).

3. Изучены кинетические кривые ГХЛ на поверхности ZnS-Tm^{3+} , ZnS-Eu^{3+} , ZnS-Mn^{2+} при температуре 318 К, давлении в разрядной трубке $3 \cdot 10^{-1}$ торр при возбуждении атомарным водородом, Обнаружен колебательный режим изменения интенсивности ГХЛ с периодом около 3000с и декрементом затухания $5.4 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$. Колебательный режим процессов удовлетворительно моделируется процессами накопления атомов и молекул водорода на поверхности и процессами колебательно-колебательного энергетического обмена в слое адсорбированного водорода.

4. Исследованы люминесцентные отклики интенсивности свечения фосфоров при ступенчатом изменении плотности потока атомарного водорода и «выключении» атомов водорода. В момент «выключения» атомов водорода наблюдается скачкообразное уменьшение интенсивности люминесценции в 10-20 раз, связанное с прекращением процесса ударной Ридила-Или рекомбинации атомов водорода, но не происходит полного тушения люминесценции. Остаточное свечение связано с диффузионным (Лэнгмюра-Хиншелвуда) механизмом рекомбинации атомов.

5. Предложена модель механизмов диффузии и выхода водорода из металлов под действием пучка ускоренных электронов (7-45 КэВ) – процесс обратный ГХЛ. Наблюдается сверхлинейная зависимость выхода водорода из нержавеющей стали, ниобия и палладия от плотности тока пучка ускоренных электронов. Рассмотрены возможности применения ГХЛ зондов для изучения стимулированного выхода абсорбированных газов из металлов.