

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ю. А. Дмитриева

«Динамика частиц на поверхности и в объеме пленок ван-дер-ваальсовых криоосадков:

фотоэлектроны, легкие атомные и молекулярные примеси»

на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

по специальности 01.04.04 - физическая электроника

Работа, представленная Юрием Анатольевичем Дмитриевым на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, посвящена экспериментальным исследованиям радикальных частиц в объеме и на поверхности низкотемпературных инертных матриц благородных газов и легких молекул. Основным инструментом исследования является спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В широком смысле эта задача не нова; по-сути, она составляет главный предмет техники матричной изоляции и основу приложений спектроскопии ЭПР. В более узком смысле представленные в диссертации исследования имеют две особенности, обосновывающие новизну и научную значимость работы.

Во-первых, во всех экспериментах Ю. А. Дмитриева используется осаждение радикальных частиц из газовой фазы. В матричной изоляции атомов и кластеров металлов, больших органических радикалов и реакционных смесей такой подход является основным, если не единственно возможным. Его достоинства – осуществление одновременного контроля и концентрации захватываемых частиц, и кинетики роста матрицы, а также возможность разделения процессов, проходящих на разных стадиях формирования образца – на его поверхности, в процессе диффузии радикалов в объем, в стационарных устойчивых радикальных ловушках. Для объектов, исследуемых в работе – атом водорода, метильный радикал и др. – доминирует альтернативный подход, а именно, напыление прекурсоров с их последующим фотолизом или радиоллизом с образованием искомых радикальных частиц. В рамках этого подхода можно изучать в основном объемные процессы, а последующие динамические исследования затрудняются тем, что процессы релаксации достаточно высокоэнергетических радикальных частиц не контролируются и могут приводить к образованию многочисленных метастабильных ловушек. Данные, полученные в работе с помощью осаждения, существенно дополняют и взаимно верифицируют результаты фотолитических исследований.

Акцент на динамических процессах составляет вторую особенность работы. При этом анализу с помощью спектроскопии ЭПР оказываются доступны процессы разных типов. С одной стороны, в работе Ю. А. Дмитриева выделены и исследованы «медленные» процессы, сопряженные с формированием матрицы, а именно, адсорбция радикалов на поверхности, их миграция и последующее проникновение в объем образца. Другой тип динамики характерен для радикалов, захваченных в устойчивых ловушках. Здесь совместное использование эксперимента и моделирования позволило автору количественно проанализировать вклады колебательной динамики в уширение спектра (пример атомов H, D и N) и провести симметричный анализ вращательной динамики (метильный радикал), который выявил специфический тип т.н. либрационной ловушки.

Сочетание этих особенностей дало целый ряд новых научных и практически полезных результатов. На мой субъективный взгляд, наибольший интерес представляют

- описание сложной матричной динамики метильного радикала, выявившее наличие кристаллических и дефектных ловушек и позволившее четко идентифицировать взаимодействие заторможенного вращения радикала с движением окружающих атомов, а также туннельные эффекты;
- изучение механизма астрофизически важных реакций гидрогенизации CO и радикальных реакций в твердом метане;
- исследование индуцированной вакуумным ультрафиолетовым излучением электронной эмиссии из матриц с учетом влияния перестроек поверхности и наличия примесных частиц;
- модель уширения спектров ЭПР матрично-изолированных атомов H, D и N за счет их колебательной динамики.

Автореферат представляет содержание работы во всей полноте. Четкое описание каждого проведенного исследования, формулировки и обоснования его выводов делают автореферат ценным самостоятельным источником. На этом фоне несколько теряется единое обобщение всей работы. С учетом объема и многообразия представленных исследований это скорее не недостаток, а следствие авторского выбора в пользу детализации представления наиболее значимых результатов.

По моему мнению, работа, представленная Юрием Анатольевичем Дмитриевым на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, является цельным научным исследованием по выбранной специальности, направленным на решение фундаментальных и практических задач. Высокий уровень методологии позволил получить ряд новых экспериментальных результатов, а их теоретическая интерпретация – выявить основные факторы, контролирующие динамику радикальных процессов в низкотемпературных инертных матрицах. Результаты работы опубликованы в профильных журналах и апробированы на ведущих конференциях по тематике диссертации. Считаю, что эта работа безусловно удовлетворяет всем сущностным и формальным критериям докторской диссертации, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Д.ф.-м.н., профессор Сколковского института науки и технологий

Бучаченко Алексей Анатольевич

Сколковский институт науки и технологий

Территория Инновационного Центра “Сколково”, улица Нобеля, д. 3

Москва 121205 Россия

Телефон: +7 (495) 280 14 81

E-mail: inbox@skoltech.ru