

ОТЗЫВ

на автореферат Широковой Екатерины Васильевны «Моделирование процессов возбуждения рентгеновского излучения при взаимодействии киловольтных электронов с конденсированным веществом», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Широковой Е.В. посвящена моделированию процессов возбуждения рентгеновского характеристического излучения (РХИ) в твердом теле при воздействии высокоэнергетического электронного пучка. Основной целью работы является развитие и разработка единого подхода к расчету матричных поправок при количественном рентгеноспектральном микроанализе (КРСМА) для широкого диапазона элементов. Точность определения этих поправок крайне важна, поскольку существенно влияет на достоверность получаемых данных при микроанализе. Метод рентгеноспектрального микроанализа получил широкое распространение благодаря быстрой, удобству, неразрушающему характеру анализа и возможности полной автоматизации. Применение высокоточного метода КРСМА при исследовании материалов открывает новые перспективы для изучения сложных многокомпонентных систем и определения их состава в областях порядка одного микрометра в диапазоне концентраций от 0.01% (в некоторых случаях даже ниже – 0.005%) до 100% посредством анализа РХИ.

Существующие в настоящее время полуэмпирические и эмпирические методики расчета матричных поправок (ZAF-методики, α -коррекция и т.п.) на атомный номер, поглощение, обратное рассеяние электронов мишени, на торможение и вторичную флуоресценцию, не позволяют проводить расчеты интенсивностей РХИ многих элементов с достаточно высокой точностью, поскольку до сих пор отсутствует единая модель описания функции распределения РХИ по массовой толщине φ (ρz) исследуемых образцов. В результате, точность анализа зависит от выбранной аппроксимационной модели. На основании сказанного выше, разработка новой универсальной модели распределения РХИ по массовой толщине φ (ρz), учитывающей основные закономерности взаимодействия пучка электронов с веществом, является несомненно **актуальной** в фундаментальном плане научной задачей.

Оценивая **научную новизну** диссертации Широковой Е.В., можно уверенно констатировать, что в работе получен ряд новых результатов. Это, во-первых, новые выражения для расчета матричных поправок на поглощение РХИ и на обратное рассеяние электронов, полученные на основе определения и детального описания взаимодействия киловольтных электронов с

конденсированным веществом. Во-вторых, впервые проведена количественная оценка новых поправок, которая показала хорошее соответствие расчетных и экспериментальных данных для широкого круга элементов.

Полученные в диссертационной работе результаты являются весьма ценными и дают основание надеяться, что новые матричные поправки будут использованы в программном обеспечении микроанализаторов в растровой электронной микроскопии и рентгеноспектральном микроанализе. Это существенно повысит эффективность количественного описания информативных сигналов (*аналитических* линий), при исследованиях многокомпонентных материалов, проводимых с помощью хорошо сфокусированных электронных пучков, что составляет **практическую значимость** работы.

При прочтении автореферата каких-либо серьезных недостатков мною не обнаружено. Он в целом написан логично, хорошим языком, содержит большой теоретический материал, а также сопоставление результатов расчетов с большим массивом экспериментальных данных, имеющихся в литературе.

Вместе с тем, возникают вопросы, ответы на которые могут иметь достаточно важное значение, а именно:

1. Как в новом аналитическом выражении распределения РХИ по массовой толщине φ (ρz) ведется учет изменения величины тормозной способности для многокомпонентной системы в локальной микрообласти по глубине?
2. На стр.1 автореферата сказано: «КРСМА позволяет определять содержания (правильно – содержание) элементов от Be по U». Однако, далее по тексту: «от В по U» (стр. 2,4,13). Следует уточнить, какую нижнюю границу применимости имеет метод КРСМА? Он применим для элементов с атомным номером более 4-х (бериллий) или 5-и (бор)? По-видимому, на стр. 1 сделаны опечатки.

В качестве замечания следует отметить неточность в формулировке некоторых выражений, например, на стр. 12 сказано: «Новые поправки....показывают один из лучших результатов погрешности». Следовало бы указать, какой конкретно лучший результат погрешности на исследованных системах получен автором в диссертационной работе.

Более того, для убедительности разработанного подхода логично было бы провести сравнение результатов погрешности при расчете матричных поправок изученных систем известными в литературе методами с результатами, полученными с помощью нового разработанного автором метода расчета.

Разумеется, высказанные вопросы и замечания ни в коей мере не снижают ценности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку работы Е.В. Широковой.

Диссертационная работа Широковой Е.В. является самостоятельной завершённой научно-исследовательской квалификационной работой, решающей ряд актуальных задач, связанных с изучением процессов неупругого взаимодействия высокоэнергетического электронного пучка с веществом, и содержит новые и ценные результаты. Широкова Е.В. является автором и соавтором статей в весьма солидных изданиях.

В целом, диссертационная работа Широковой Екатерины Васильевны по научной новизне, актуальности, объёму и обоснованности научных результатов отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует критериям п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а Широкова Екатерина Васильевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 Физика конденсированного состояния.

Даю согласие на обработку своих персональных данных.

Заведующая лабораторией морфологии полимеров
Института высокомолекулярных соединений РАН,
доктор физико-математических наук

Татьяна Евгеньевна Суханова

3 ноября 2016 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
высокомолекулярных соединений Российской академии наук
199004 Санкт-Петербург, В.О. Большой проспект, д. 31
Телефон: 8(812)328-85-03, Факс: 8(812)328-68-69
Электронная почта: xelmic@imc.macro.ru
(02.00.06 – Высокомолекулярные соединения)

Подпись Сухановой Т.Е. заверяю

Учредитель секретарь
К.Ф. - А.Н.

ИВС РАН
Н.А. Давытова