

за дисертационен труд на тема: **“Енергетично стимулиране при формирането на тънки вакуумно отложени полиимидни слоеве”**

представен от Деян Събчев Димов

за придобиване на научна степен „доктор“ по специалност: 01.05.05 „Физикохимия“

от доц. д-р Якоб. Й. Асса, ИОМТ-БАН

Аспирантът Деян Събчев Димов е завършил с магистърска степен по физика СУ „Св. Климент Охридски“, специалност: Оптика и спектроскопия. От 2000 г. досега работи последователно като физик, научен сътрудник и главен асистент в Институт по оптически материали и технологии, правопреемник на Централна лаборатория по фотопроекти „Акад. Й. Малиновски“ – БАН. Работил съм в тясно сътрудничество с аспиранта и поради това имам претенциите за познаване на изследователската му работа и личните му качества. Изследванията му в областта на дисертационната тема са отразени в 7 публикации, от които 4 в издания с импакт фактор /IF/, забелязан е 1 цитат и са докладвани на 7 научни форума. За периода на работа в ИОМТ, той се оформи като сръчен експериментатор, със задълбочени познания и оригинално интерпретиране на получените резултати.

Представеният дисертационен труд е в обем от 113 стандартни страници, съдържа 45 фигури и 11 таблици и са цитирани 75 източника. Изследователската работа е проведена в едно актуално направление на материалознанието, а именно за създаване на нови материали с желани и комбинация от желани характеристики, съгласно поставяни от модерните индустриални направления изисквания, като едновременно съчетание на добри оптични, електрофизични, химически резистивни свойства при добри механични параметри и стабилност във времето. Дисертантът описва коректно проведената проучвателна и изследователска работа по темата. Трудът съдържа 4 основни части – Обзор на литературата, който логично завършва с критичен анализ, обобщение и формулиране на ясна цел и конкретни задачи за постигането ѝ при провеждане на изследователската работа. Втората част описва мотивацията за избор и конструиране на експерименталната постановка с оглед процесите и спецификата на отлагане на органични вещества във вакуум, като прекурсори за получаване на желаните полиимид с подобрени, спрямо термично третиране, изходни слоеве. В третата част са показани основните резултати от влиянието на използваното енергетично стимулиране върху структурата и състава на изходните слоеве от смес от оксидиалини/ODA/ и пиромелитов дианхидрид /PMDA/. Проследени са зависимости на условията на получаване – мод на изпарение/вид и състояние на подложката, дебелина на отлагане/, вид и продължителност на третиране, върху структурата, състава на слоевете, степента на имидизация и изменение/подобряване/ на свойствата на крайния продукт – полиимид. В четвъртата част се обобщават резултатите от извършената работа, коментира се хода на синтеза на полиимид като твърдотелна реакция, чиито условия на протичане – отношение на прекурсори, време на третиране, дебелина и състав, влияят съществено на структурата и свойствата на полиимида, формулират се изводи и изследователски приноси на докторанта. Тези резултати се интерпретират като твърдотелен синтез на полиимид, като оптимизираните резултати са следствие от една страна на умела конструкторска и техническа работа по конструиране на изпарители, компютъризирани системи с обратна връзка за контрол на потоци и крайни дебелини на вакуумно кондензирали слоеве, както и условия на третирането им. Това допринася за получаване на слоеве с възпроизводим състав и структура, като предпоставки за възпроизводимост на механични, хичични, физични свойства на полиимида. От друга страна е проведена голяма по обем и специфика изследователска работа по прилагане на асиситиращи процеси при синтеза на полиимид от изходни органични слоеве с цел установяване на условия за получаване на полиимидни слоеве с управляема структура, състав, повишени микроплътност, проводимост, абсорбция. Като поставени задачи работата е завършена изцяло и направените изводи отразяват вярно получените резултати.

За яснота и прегледност, без да омаловажавам, който и да е от тях, ще си позволя да оформя приносите на дисертанта в две групи.

Научно-изследователски приноси.

1. Направен е критичен анализ на общо приеманите представи за хода на реакцията между ODA и PMDA и от информацията за формиране на междинни и краен продукти се стига до решение за прилагане на алтернативни на термично въздействие методи за активиране на реакцията с цел получаване на полиимид с подобрени свойства и технологични условия.
2. Използваната оригинална експериментална техника и получени резултати убедително доказват приложимостта на електронно, плазмено и микровълново въздействие, като енергийно асистиращи процеси, при вакуумно отлагане на полиимидни филми, като за първи път се съобщава за плазмено асистирано изпарение на прекурсорите на полиимид.
3. Изяснено е влиянието на енергетично асистиращи процеси върху механичните, оптични и електрични свойства на тънки филми от полиимид, което разкрива възможности за тяхното управление в желана посока.
4. При последователно микровълново и термично въздействие е постигнато съкращаване на технологичното време за синтез на полиимид със 74 % без да се влошават характеристиките на полиимидния слой.

Конструиране и изработка на експериментална апаратура

1. Конструирани, изработени и използвани са апаратури за електронно асистирано и плазмено асистирано отлагане на вещества. Модифицирани са системи за микровълново отлагане с цел подобряване хомогенността на полето върху третираните образци.
2. Конструирана, изработена и използвана е апаратура за компютърно управление и автоматизиран контрол с обратна връзка, на параметрите на изпарителния процес. Тя е лесно изпълнима, евтина, гъвкава за управление на процесите на изпарение и кондензация при всякакви неразлагащи се при нагриване органични и неорганични продукти.

Може да се обобщи, че след критичен анализ на общоприеманите представи за хода на реакцията между оксидиалин/ODA/ и пиромелитов дианхидрид/PMDA/ и FTIR анализ на междинни и крайни продукти, логично се предлагат технологични решения водещи до активиране на реакцията с алтернативни енергийни въздействия допринасящи за получаване на полиимидни слоеве с повишени микроплътност, микротвърдост, висока прозрачност, запазени химическа и термична стойчивост, при подобрени, съкратени времена на получаване на крайния продукт. Нещо повече, освен, че убедително се предлагат модерни методи за асистиращо вакуумно отлагане, се доказват възможностите за синтез и модификация на органични вакуумно отложени слоеве от органични стандартни и изменени по състав и структура прекурсори. Само бегло е споменато и за възможността на приложение на полиимидни филми като матрица в композитни слоеве. В това отношение, тя е една пионерна по същност работа.

Критичните ми бележки, без да омаловажават и най-малко същността на дисертацията и приносите ѝ, се отнасят, преди всичко, до незначителни технически пропуски/напр. неформулирана физическа същност на абцисата на FTIR графики/, различия в дименсии, неточни фрази.

Дисертацията отговаря на всички изисквания, поставени от нормативната уредба. Общата ми оценка на дисертационния труд е положителна и се основава, както на изложеното по-горе, така и на перспективите за развитие на тематиката по направление приложение на асистираното вакуумно отлагане при създаване на нови материали. Спазени са изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в БАН.

Изложеното дотук, както и познаване на цялостната научна дейност на дисертанта и личните му качества, ми дават основание да препоръчам да бъде присъдена на маг. Деян Събчев Димов образователна и научна степен „доктор“ в съответствие с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в професионално направление 4.2. Химически науки по научната специалност *Физикохимия*.