

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен
„Доктор”

Професионално направление **4.1 „Физически науки”** („Електрични,
магнитни и оптични свойства на кондензираната материя”)

Автор на дисертационния труд: **ТОДОР АТАНАСОВ ХИКОВ**

Тема на дисертационния труд: **„Получаване и изследване на нано-
композитни полимерни слоеве: нови материали с приложение в
медицината“**

Рецензент: **Проф. дфн. Дориана Иванова Малиновска, ЦЛ СЕНЕИ-БАН,**
Домашен адрес: **община Слатина, ул. Хемус бл. 61 А, ап. 20, София 1574**

Докторантът **Тодор Атанасов Хиков** е дипломиран като магистър по специалността „Микроелектроника и информационни технологии“ в СУ - София през 2011 г. Работил е в ИФТГ-БАН като технически изпълнител (2008-2009 г.) физик (2009-2011 г.), асистент (2011-2015 г.) и физик (от 2015 г. до сега). Изследванията, чиито резултати са включени в дисертационния труд, са проведени в рамките на свободна докторантура, като Тодор Хиков се е явил успешно на всички необходими за придобиване на образователна и научна степен „доктор“. Има участие в научно-изследователска дейност в 7 проекта, 2 - проекта, финансирани от Фонд „Научни изследвания“, 1 проект – от Национален проект с Национален Иновационен Фонд и 4 проекта – по двустранно сътрудничество с Франция, Унгария, Латвия и Словения.

Дисертационният труд на **Тодор Атанасов Хиков** е посветен на получаване на слоеве на нов композитен материал чрез плазмена полимеризация на полимер с вградени наночастици върху твърди подложки за медицински приложения.

Композитните материали, в които основният елемент са биоматериали, представляват подходяща среда за захват, растеж и диференциация на костни клетки. Изследванията в тази област, свързани със синтез, получаване и изучаване

на свойствата на такива материали, са предизвикателство пред научната общност и са изключително актуални за приложение в сферата на човешкото здраве и подобряване на качеството на живот.

Дисертационният труд има следната структура: 1. Увод, Актуалност на темата, Цели и задачи; 3 глави: 1. Литературен обзор, 2. Материали и методи на получаване и изследване на композитните слоевеи 3. Експериментални резултати; 4. Изводи; Приноси на докторанта; Списък на публикациите с участие на докторанта, резултатите от които са включени в дисертационния труд; Списък на цитираните литературни източници. Страниците на дисертационния труд, и на хартиен вариант, и този на PDF file, не са номерирани, въпреки че в автореферата е отбелязано, че „дисертацията се състои от 79 страници“.

Трудът е илюстриран с 34 фигури и 6 таблици. Цитирани са 82 литературни източника. Прави впечатление използване на литературни източници публикувани още през 1956 г.- 1 книга, 2 статии от 1983 и 1984 г., като преобладаващи цитирани научни публикации са от последните 15 години.

Целта на дисертационния труд е ясно формулирана – отлагане на слоеве върху твърди подложки от нов композитен материал с медицински приложения, с определена и контролируема биоактивност, получен на базата на плазмена полимеризация на мономерът хексаметилдисилоксан с вградени наночастици.

Авторът е навлязал задълбочено в проблематиката, като оценява творчески литературния материал и умело разкрива нерешените въпроси. Направените задълбочени изводи от литературния обзор са спомогнали за определянето на целите и правилното поставяне на задачите. Задачите, произтичащи от целите, са дефинирани конкретно и ясно като са позволили да бъдат подбрани както материалите, обект на изследване – композитни материали на основата на хексаметилдисилоксан, детонационен нанодиамант (ДНД), детонационен нанодиамант модифициран със сребро (Ag-ДНД), детонационен нанодиамант модифициран със силиций (Si-ДНД,) така и методите за тяхния синтез и изследване на свойствата им. Трябва да се отбележи, че са поставени задачи за оценка на цитотоксичността на наночастици от ДНД, Ag-ДНД, Si-ДНД и композитни полимерни слоеве с клетъчни култури, адхезивността и спрединга на клетъчни култури в присъствието на наночастици от ДНД, Ag-ДНД, Si-ДНД и

влианието на повърхностните свойства на композитните слоеве върху поведението на клетъчните култури.

Много подробно са описани методите на синтез на материалите. Експерименталните методи за изучаване на свойствата на синтезираните обемни материали и тънки слоеве са избрани подходящо за постигане на целите на проведените изследвания. Използвани са методи като Рентгенова дифракция и Сканираща електронна микроскопия, Трансмисионна електронна микроскопия, Атомно силово микроскопия - за определяне на фазовия състав и хомогенността, топографията и морфологията на образците, Фурие-трансформирана инфрачервена спектроскопия и Раманова спектроскопия - за изучаване на структурните особености. Използван е методът на елипсометрични измервания за определяне на някои оптични параметри на материалите, както методи за определяне на твърдостта и мекостта на повърхността на получените композитни материали. Проведени са тестове за оценка на цитотоксичността и клетъчната адхезия на нанокompозитите.

Изследванията, резултатите от които са включени в дисертационния труд, са съпроводени с представяне на много подробен експериментален материал, като това е способствало за изясняване на технологичните и изследователски задачи и обобщаване на резултатите.

В резултат на проведени експерименти чрез плазмена полимелризация са получени върху различни твърди подложки композитни слоеве на мономера хексаметилдисилоксан с вградени нанодиамантени частици, нанодиамант модифициран със сребро и Si. Чрез обработка в амонячна плазма е наблюдавано модифициране на полимерните и композитни слоеве - повърхностите им се хидрофилизират. Чрез изследването на цитотоксичността на слоевете е показано, че остеобластни клетки (MG63) оцеляват и се развиват добре в присъствие на нанодиамантени частици. Провеждането на биологични изследвания е установено, че клетките се развиват добре и върху композитните слоеве, като това най-добре е изразено за слоеве от типа Si-ДНД/ППХМДС. Установено е, че този ефект се усилва в композитни слоеве, предварително покрити с фибронектин, както и след обработка в амонячна плазма, като е наблюдавано подобряване на

клетъчното взаимодействие на повърхностите, но най-силно в случая с композити от типа Ag/ДНД/ППХМДС. Направено е обобщение, че при използване на различни нанодиамаментни частици може да се промени морфологията и химичната природа на композитния слой, както и неговото биологичното взаимодействие.

Научните приноси на дисертационния труд могат да бъдат квалифицирани като:

- 1. Получаване и доказване на нови факти** – за първи път са получени композитни слоеве от ДНД/ППХМДС чрез плазмена полимеризация, както и такива с модифицирани свойства чрез обработка в амонячна плазма.
- 2. Получаване и изследване с нови средства на съществено нови страни на съществуващи проблеми и теории** - установено е влиянието на количеството и вида на включените в полимера наночастици върху физико-химичните свойства на композитния материал, а именно, промяна на твърдостта, еластичността, контактния ъгъл и на повърхностно активните групи. Показано е, че полимерните слоеве не са цитотоксични и живи клетки се развиват добре в тяхно присъствие.

Авторефератът на дисертационния труд съответства на текста и резултатите от изследванията, представени в дисертационния труд.

Дисертационният труд се базира на 3 публикации: 2 статии в специализирани списания с импакт фактор и 1 - в сборник, издаден от InTech Publications; 7 участия с доклади в международни форуми. Резултатите, включени в дисертацията, съответстват на тези, представени и дискутирани в научните статии и постери.

Считам, че докторантът има основен принос при провеждане на експериментите и представяне на резултати от изследванията, които са включени в дисертационния труд - научните резултати са публикувани в съавторство с научния ръководител и консултанта на докторантурата и други учени, които са способствали за провеждането на експериментите и обсъждането на резултатите.

Резултатите от проведените изследвания са намерили отзвук в международната литература – 3-те от статиите, на които се базира дисертационният труд, са цитирани 9 пъти.

Имам забележки по отношение на представяне на някои фигури, както в дисертационния труд, така и в автореферата. Напр.: фиг. 8, 9 не са представени в необходим формат, в резултат на което не се четат цифрите по осите; на фиг. 24 а от дисертационния труд не може да се идентифицират показаните спектри, и др. Има и технически (напр. в & 3.3.2 е цитирана Таблица 3 в секция 3.3.3, но там е показана Таблица 4) , както и граматически грешки в текста.

Представеният дисертационен труд характеризира **Тодор Атанасов Хиков** като израстнал млад учен, способен да провежда самостоятелни изследвания с важно практическо приложение.

След като се запознах с дисертационния труд, автореферата и представените научни публикации на докторант **Тодор Атанасов Хиков**, считам, че материалите отговарят на ЗАДЗ и на изискванията на ИФТТ-БАН за присъждане на **образователната и научна степен „доктор”** и с пълна убеденост препоръчвам на членовете на научното жури да гласуват за присъждане на тази степен на **Тодор Атанасов Хиков**.

05.06.2017 г.

София

Подпис: 

/проф. дфн. Дориана Иванова-Малиновска/