

## СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Стефан Георгиев Манев

член на научно жури за защита на дисертационен труд на

редовния докторант Шахин Адем Сюлейман на тема:

„Смесени фотокатализатори на основата на титанов диоксид и цинков оксид”

за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”

Професионално направление – 4.2. Химически науки (Неорганична химия)

### ОБЛАСТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Цинковият и титановият оксиди намират широко приложение в различни области като електроника, луминофори, електрохимични източници на ток, керамика, катализа, сензори, медицина, козметика и много други. Използването на нанотехнологиите разкри някои допълнителни свойства на тези оксиди и по този начин възможностите за приложението им нараснаха. Двата оксиди са обект на изследване в много изследователски групи, а броят на публикациите свързани със свойствата и приложението им нараства. Сред тях интерес представляват възможностите за използването на различни материали на базата на  $TiO_2$  и  $ZnO$  като фотокатализатори за пречистване на замърсени води. Представлява интерес изследването на активността на смесени катализатори на базата на тези оксиди. Възможностите в тази област не са изчерпани и са актуални по отношение на практическото използване на получените материали.

*Казаното до тук показва, че областта на изследване, обект на предложението дисертационен труд е актуална и свързана с определени интересни и важни проблеми.*

### АНАЛИЗ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

#### Общи бележки

Дисертационният труд е написан на 117 компютърни страници. Илюстриран е с 5 таблици и 100 фигури. Литературната справка обхваща 227 източника, от които по-голямата част са публикувани след 2010 година. Публикациите от български автори са малка част от цитираната литература.

#### Увод

Дисертационният труд започва с Увод. В него накратко е разгледано развитието на хетерогенната фотокатализа с участие на  $TiO_2$ . Обърнато е внимание на възможностите за използване на  $TiO_2$  за пречистване на замърсени води. Уводът завършва с основните насоки за получаване и изследване на нови материали на основата на  $TiO_2$ . В края на увода е поставено изречение, което според мене трябва да се постави в началото на следващата глава.

*Може да се направи заключението, че уводът очертава най-общо свойствата на  $TiO_2$  и възможните му приложения. По този начин се дава*

***представа за насоките на изследване в дисертационната работа, без те да се конкретизират.***

### **Литературен обзор**

Литературният обзор на дисертационния труд обхваща 60 страници. В него подробно са разгледани въпроси свързани с историята на фотокатализата, основите на теорията на фотокатализата, възможностите за използването и за разграждане на различни замърсители.

Значително място е отделено на нови материали на базата на  $\text{TiO}_2$  и  $\text{ZnO}$ . Тук са включени сведения за структурата, свойствата им и възможностите за подобряване на свойствата им чрез модифицирането им с други метални оксиди. Главата завършва с обобщение наречено „Бъдещи насоки и заключителни бележки”, в което е направено заключението, че са необходими подобрения на свойствата на материалите в областта на фотокатализата, което да доведе до създаване на голям брой ефективни системи за пречистване на околната среда.

***Трябва да се отбележи, че тази глава е определен успех на докторанта. Тя е написана професионално и достатъчно подробно. Може да се направи заключението, че докторантът е навлязал достатъчно дълбоко в изследваната от него област и по-този начин е изпълнил в значителна степен образователната част на дисертационния труд.***

### **Цел и задачи**

Анализът на литературата позволява на докторанта да дефинира ясно целите и задачите на дисертационния труд. Това е направено в главата „Цел и задачи”.

Целта на дисертационния труд е: *да се получат фотокатализатори на базата на  $\text{TiO}_2$ - $\text{ZnO}$ , ефективни при пречистване на води от органични замърсители под действието на ултравиолетова и видима светлина.*

Задачите, които трябва да бъдат решени в дисертацията за достигане на целта са определени конкретно и точно:

- Разработване на лесно приложима и възпроизводима процедура за получаване на нанокompatитни фотокаталитични прахове от  $\text{TiO}_2$  -  $\text{ZnO}$ ;
- Получаване на тънки  $\text{TiO}_2$  -  $\text{ZnO}$  филми върху стъклена подложка по метода на центробежното отлагане;
- Получаване на тънки филми от наножички от  $\text{ZnO}$ , дотирани с наночастици от  $\text{TiO}_2$  върху стъклена подложка по метода на химичното отлагане;
- Охарактеризиране на повърхностната структура на получените прахове и филми;
- Изследване на влиянието на съотношението  $\text{TiO}_2$  :  $\text{ZnO}$  в състава на праховете върху фотокаталитичната им ефективност.;

- Провеждане на фотокаталитични тестове с оптималния състав на праховете за постигане на ефективно пречистване на води от органични замърсители;

- Провеждане на фотокаталитични тестове с тънките филми за пречистване от моделните замърсители при облъчване с UV и с видима светлина.

***Може да се обобщи, че в главата ясно са описани целта и задачите, които трябва да се решат за достигане на поставената цел. В основата това са различни по структура и състав смесени катализатори на базата на TiO<sub>2</sub> и ZnO. Поставените цел и задачи ще позволят провеждането на интересно изследване със значими за практиката резултати.***

### **Експериментална част**

В тази глава на 16 стр. са описани използваните материали и реагенти, моделните замърсители, апаратурата за получаване на образците, методите за синтез, методите за охарактеризиране на получените образци, както и методите за изследване на фотокаталитичните им свойства.

Методите за характеризирание на образците са описани кратко, като е акцентирано към възможностите за получаване на данни за конкретните проби, обект на дисертационния труд. Това са сканиращата електронна микроскопия, рентгенова дифракция, ултра виолетова и видима спектроскопия. Измервана е и масата на филмите и е провеждан ВЕТ анализ.

Може да се отбележи, че методите за синтез на различните образци са описани подробно и точно. От текста не става достатъчно ясно, дали това са стандартни за тази област методи за получаване, дали са оригинални методи или са специално подбрани модифицирани методи, които да отговарят на изискванията към възможностите на катализаторите за решаване на поставената цел. Синтезирани са: смесени ZnO-TiO<sub>2</sub> катализатори във вид на прахове, ZnO-TiO<sub>2</sub> тънки филми, получени от суспензия, тънки филми от ZnO наножички, дотирани с наночастици от TiO<sub>2</sub>, получени по метода на химично отлагане,

Последната част от тази глава е посветена на методите за изследване на фотокаталитичната активност. Процедурата е описана подробно и отговаря на изискванията за този род изследвания. Показано е (още при описание на замърсителите), че при концентрациите, с които се работи е налице линейна зависимост между концентрацията на замърсителите и абсорбцията на светлината, което позволява еднозначно интерпретиране на резултатите.

***Главата е написана ясно и достатъчно подробно. Показано е, че докторантът е запознат както с методите за получаване, така с методите за изследване на състава и структурата на катализаторите, както и с методите за изследване на фотокаталитичната активност на образците.***

## **Резултати и обсъждане**

В тази глава са представени получените резултати и тяхното обсъждане. Получените резултати са показани по методи на изследване т.е. последователно са описани резултатите за всички образци получени със СЕМ, след това с рентгеноструктурния анализ и т.н. По този начин могат да се оценят и сравнят резултатите от всеки метод за образците, получени по различни методи. Определени са фазовият състав на образците, размерът им, специфичната повърхност, структурата и морфологията на частиците.

Експериментите по отношение на фотокалитичната активност са проведени прецизно и получените резултати не будят съмнение. Получените данни са значителни по обем и позволяват да се преценят и сравнят възможностите на получените катализатори.

Сравняването на резултатите на образците получени по различните методи показва разлика в активността на катализаторите в зависимост от състава, начина на получаване и характера на светлината на облъчване. Намерени са някои различия в каталитичната активност при изследване на двата моделни замърсители.

Тъй като промяната на концентрацията при каталитичния процес зависи от общото количество на разтвора ми се струва, че би било по удачно резултатите да се представят в абсолютни количества багрило. По този начин активността би могла да се сравнява с резултати получени от други автори и с други опитни постановки.

Получени са различни зависимости на фотокалитичната активност от състава на катализаторите при облъчването с УВ и видима светлина, както и влияние на структурата на образците. Получените данни не будят съмнение и представляват определен интерес. Предложените в края на тази част обяснения и модели считам за достатъчно обосновани.

*Анализът на тази глава показва, че е проведено значително по обем изследване. Получените данни са интересни и разкриват нови възможности за пречистване на замърсени води. Провеждането на изследването, получените резултати и обсъждането им показва, че докторантът е усвоил необходимите методи и техники.*

## **Изводи**

В главата Изводи са изредени накратко проведените изследвания и са отбелязани условията за получаване на най-активни катализатори. Споменати са и предложените модели, които позволяват интерпретиране на резултатите. Главата представлява по-скоро обобщение на получените резултати. Независимо от заглавието тя е необходим елемент от съдържанието на дисертационната работа. От главата не става ясно кои от изследваните системи са най-подходящи за допълнителни изследвания свързани с практическото им използване.

### **Приноси**

В отделна глава са посочени приносите на дисертационния труд според автора. До голяма степен те повтарят данните от главата Изводи. Струва ми се, че приносите не са формулирани ясно и точно и не показват действителната стойност на работата.

Според мен приносите могат да се определят като научно-изследователски с приложно-практически елементи. Основен научен принос на работата е, че са обогатени данните за фотокаталитичните свойства на катализатори съдържащи ZnO и TiO<sub>2</sub>, като са използвани като моделни замърсители вещества, които са реални представители на замърсителите на водата. Изследванията са проведени при вариране на значителен брой параметри, които позволяват да се получат оптимални резултати. Използваните методи за характеризиране на образците позволяват да се свърже структурата и състава с каталитичните свойства.

*Приносите в представената дисертация отговарят напълно по обем и качество на изискванията на Химическия и фармацевтичен факултет на СУ „Св. Кл. Охридски”, но не са формулирани достатъчно точно и ясно.*

### **НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА**

Дисертантът е представил 3 публикации излезли от печат свързани с темата на дисертацията. Публикациите са в списания с импакт фактор. Докторантът е първи автор и в трите публикации. Освен това е посочил и 3 публикации, свързани с фотокатализата, но невключени в дисертацията.

*Броят на научните публикации и качеството им отговаря напълно по количество и вид на изискванията на правилника на Химическия и фармацевтичен факултет на СУ „Св. Кл. Охридски” за присъждане на образователната и научна степен „Доктор”.*

### **АВТОРЕФЕРАТ**

Представеният автореферат отговаря на изискванията и описва достатъчно точно и ясно съдържанието на научните изследвания в дисертационния труд.

### **ЛИЧНИ ВПЕЧАТЛЕНИЯ**

Нямам лични впечатления от докторанта.

### **ОБЩО ВПЕЧАТЛЕНИЕ ОТ ПРЕДСТАВЕНАТА РАБОТА И ЗАБЕЛЕЖКИ**

Нямам принципни забележки към цялостния представен дисертационен труд. Дисертацията е оформена грижливо. Езикът е достатъчно ясен и точен. Допуснатите печатни и стилови неточности са минимални. Качеството на някои от фигурите не винаги е достатъчно добро.

Оценявам високо постигнатите резултати. Проведените изследвания са значителни по обем, а получените резултати интересни и обогатяват знанията за фотокатализата на замърсени води с участието на катализатори съдържащи ZnO

и  $\text{TiO}_2$ . Някои въпроси и забележки са поставени в текста на рецензията. Тяхната цел е по-доброто представяне на проведеното изследване и не засягат същността му.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Общото заключение, което може да се направи е, че е работено в съвременна и перспективна научна област. Получени са значителни по обем и качество опитни резултати. Получените резултати и интерпретирането им не будят съмнение.

Като цяло може да се заключи, че докторантът се е оформил като специалист в областта на изследване на фотокаталитичните свойства на веществата и характеризирани на състава и свойствата им.

Въз основа на казаното до тук, считам, че Шахин Адем Сюлейман се е справил успешно с поставената му задача. Представеният труд отговаря напълно на всички законови изисквания и изискванията на правилниците за докторска степен по отношение на образователната и научно-изследователската част.

***След успешна защита на дисертационния труд ще гласувам убедено за присъждането на образователната и научна степен „Доктор” в професионално направление Химически науки (Неорганична химия) на Шахин Адем Сюлейман.***

Дата: 30.09.2017 г.  
София

Рецензент:

/доц. д-р Стефан Манев/