

РЕЦЕНЗИЯ

**на дисертационния труд на инж. Светлозар Радев Ганев на тема:
„Нетрадиционни стъкла и стъклокерамики с участието на фероелектрични
фази” за получаване на образователна и научна степен „доктор” по
Научна специалност 4.1. Физични науки (Електрични, магнитни и оптични
свойства на кондензираната материя).**

Научни ръководители

доц. д-р инж. Светлин Първанов и проф. дхн Янко Димитриев.

Научен консултант гл. ас. д-р инж. Албена Бъчварова-Неделчева.

Рецензент доц. д-р Елена Кашчиева,

член на Научно жури, съгласно заповед на Ректора № НД-20-168 от 06.12.2017 г.

1. Кратки биографични данни за дисертанта.

Светлозар Радев Ганев е роден на 22.10.1987 г. През 2002 г. завършва средно образование в IX-та Френска гимназия „Ал. Де Ламартин”, София. От 2007 до 2012 г. е студент магистър по „Инженерна химия“ на френски език и по „Материалознание“ на английски език в ХТМУ, София. От 01.03.2013 г. е зачислен като редовен докторант в катедра „Физика“ при ХТМУ по Научна специалност 4.1. Физични науки (Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя) с научни ръководители доц. д-р инж. Светлин Първанов и проф. дхн Янко Димитриев (Заповед № Р-ФХ-46/22.02.2013 г. на Зам. Ректор „Научни дейности” на ХТМУ), а впоследствие и с научен консултант гл. ас. д-р инж. Албена Бъчварова-Неделчева. Издържал е успешно изпитите по научната специалност на докторантурата, широкопрофилен изпит по „Микроструктура на материалите”, специализиращ - по „Дифракционни и сондови методи в Материалознанието“ и по английски език. Дисертантът е отчислен с право на защита от 01.03.2017 г. със Заповед № Р-ОХ-93/09.03.2017 г. на Ректора на ХТМУ.

2. Преглед на дисертационния труд.

Дисертационният труд на инж. Светлозар Ганев на тема „Нетрадиционни стъкла и стъклокерамики с участието на фероелектрични фази” е обсъден и приет за защита на заседание на катедра „Физика ” при ХТМУ, състояло се на 18.10.2017 г.

Проблемите, свързани с получаването и изследването на нови материали с фероелектрични свойства, заемат заслужено място в съвременното материалознание.

Поради ниските стойности на електричната проводимост и диелектричните загуби, а също и поради устойчивостта им на външни въздействия, стъклокерамичните фероелектрици като бариев, оловен, оловно-циркониев, оловно-лантано-циркониев титанат и магнезиев ниобат намират широко приложение в кондензаторни, пиезоелектрични, релаксаторни, електроскопични и запамятаващи устройства, като сензорни, електрооптични и пироелектрични материали и полупроводникови елементи.

Обекти на изследванията на инж. Ганев са системите $\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ и $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$. Дисертацията е написана на 106 страници, съдържа 50 фигури и 5 таблици. В началото на работата има кратък увод, последван от подробен литературен обзор с хронологични данни за изследванията на фероелектричните материали, техните основни кристални структури и съвременните постижения при синтеза и приложението им. Отделено е внимание на безоловните фероелектрични материали и на керамиките с ниска температура на изпичане (LTCC). Разгледани са различните методи за синтез на фероелектрици: традиционни керамични методи - твърдофазен и механохимично активиран синтез, химични методи – съутаяване и зол-гелен синтез, стъклокерамични методи и връзката им със зародишообразуването и кинетиката на кристализационните процеси, както и с формирането на нанозони в стъклокерамички. Непосредствено след изводите от литературния обзор са представени целите на изследванията и произтичащите от тях конкретни задачи, които са формулирани точно и отговарят на темата на дисертацията. Предвидено е да се проследят процесите на стъклообразуване и фазообразуване в две неизследвани многокомпонентни моделни системи ($\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ и $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$) при приложение на метода на преохладената стопилка, да се отчете влиянието на TiO_2 върху кристализацията на стъклата, да се потърси връзката между тенденцията към аморфизирание и вида на структурните полиедри, изграждащи мрежата на образците, както и да се конкретизират съставите, в които ZnTeO_3 е основна кристална фаза.

Втората част на дисертацията е посветена на експерименталните резултати и тяхната дискусия. Представена е обща информация за използваните суровини при синтеза и приложените методи за анализ на получените образци.

Преди описанието на синтеза и характеризирането на състави от системата $\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ са разгледани някои физикохимични данни за съставлящите я четири трикомпонентни системи, а именно: $\text{TeO}_2\text{-ZnO-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{TeO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-Bi}_2\text{O}_3$, $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ и $\text{TeO}_2\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$. Акцентирано е върху фазообразуването, термичната стабилност, структурата и оптичните свойства на състави от тази система, като следващата стъпка в изследванията е добавянето на TiO_2 като пети компонент към нея.

При синтеза и характеризирането на състави от петорната система $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ са ползвани физикохимични данни за три от съставлящите я подсистеми $\text{TiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5$, $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$ и $\text{TiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-ZnO-Bi}_2\text{O}_3$. Отражено е влиянието на TiO_2 върху стъклообразуването и кристализацията на образци от тази система, изследвана е структурата им с помощта на ИЧ спектроскопия и са определени някои техни електрични свойства. В края на дисертационната работа са представени основните изводи и научни приноси, в които е включена информация за получаването на нови оригинални данни относно синтеза на стъкла по метода на преохладената стопилка в двете многокомпонентни системи с участие на TeO_2 , Bi_2O_3 , ZnO , Nb_2O_5 и TiO_2 , като областта на стъклообразуване в системата $\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ е определена за пръв път. Дефиниран е технологичния режим за получаване на стъклокерамики, съдържащи фазите ZnO , ZnTeO_3 и TiTe_3O_8 и е доказано, че TiO_2 стимулира кристализацията. Електричните измервания на подбрани поликристални образци показват ниска проводимост и добри диелектрични свойства.

При проведените изследвания са приложени подходящи методи за анализ (рентгено-дифракционен и диференциално-термичен анализ, инфрачервена и Раман спектроскопия, както и спектроскопия в ултравиолетовата и видимата част на спектъра), методи за измерване на електричните и диелектричните свойства на материалите (електрично съпротивление, диелектрични загуби, диелектрична проникваемост). Проследена е зависимостта на съпротивлението, капацитета, диелектричните загуби и на диелектричната проникваемост на образците от температурата и е изчислена ширината на забранената зона.

От списъка с използваната литература, който удачно е разпределен по отделните раздели, личи, че повечето от 207-те цитирани източника са публикувани след 2000 г. Отделно е представен списък на научната продукция на докторанта по темата на дисертацията.

3. Анализ на резултатите, представени в дисертацията.

Резултатите от изследванията в дисертацията имат фундаментален характер и най-общо включват следното:

- За пръв път е получена информация относно стъклообразуването в системите $\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ (с определена област на стъклообразуване) и $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$.

- Установено е, че получените по метода на преохладената стопилка стъкла са термично стабилни, с температура на застъкляване (T_g) 330 - 370°C и на кристализация (T_x) - над 400°C.

- Доказано е, че при състави, съдържащи под 45 mol % TeO_2 и над 50 mol % ZnO , тенденцията към кристализация се засилва. В двете системи е уточнен режимът на синтез на стъклокерамики (от преохладена стопилка и от стъкло) с участие на фазите ZnO , TiTe_3O_8 и ZnTeO_3 , като последната се открива само в определени състави с 30-40 mol % TeO_2 , с над 10 mol % ZnO и под 9 mol % Bi_2O_3 .

- ИЧ спектрите показват, че в мрежата на стъкла от четирикомпонентната система основни структурни единици са TeO_4 полиедри, а от Рамановите спектри е ясно, че освен тях в мрежата участват и TeO_3 , и TeO_{3+1} групи. В съставите от петкомпонентната система, съдържащи над 20 mol % TiO_2 , се наблюдава силно изразена тенденция към кристализация.

- Получен е поликристален материал със състав $20\text{TiO}_2.50\text{TeO}_2.10\text{ZnO}.10\text{Bi}_2\text{O}_3.10\text{Nb}_2\text{O}_5$ с ниска стойност на електричната проводимост и без съществени промени в диелектричните загуби при повишаване на температурата.

4. Оценка на съответствието между автореферата и дисертацията.

Сравнението на автореферата и дисертационната работа показва добро съответствие между информацията, представената в тях. Цитирането на литературните източници в автореферата е направено по подходящ описателен начин в текста. Основните експериментални данни и тяхната дискусия са включени в автореферата, което позволява в съкратена форма да се оценят изследванията по дисертацията.

5. Характеристика и оценка на приносите на дисертационния труд.

В края на дисертацията са посочени подробно научните приноси на проведените изследвания, които по мое мнение могат да се определят като:

- Получаване на нови тип материали – стъкла и стъклокерамики в две неизследвани до сега системи $\text{TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ и $\text{TiO}_2\text{-TeO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-ZnO-Nb}_2\text{O}_5$ (приноси 1 и 2).

- Характеризиране на нов тип стъкловидни и стълокристални материали по отношение на температурите им на застъкляване и кристализация (принос 3) и на тенденцията към стъклообразуване, и кристализация в зависимост от състава (приноси 4, 5, 6 и 9).

- Създаване на хипотеза относно основните структурни полиедри в аморфната мрежа на синтезираните нови стъкла (принос 7).

6. Мнение за публикациите по темата на дисертацията.

По темата на дисертацията инж. Светлозар Ганев е представил две публикации. Едната е публикувана в Bulgarian Chemical Communications, а другата е приета за печат в Journal of Chemical Technology and Metallurgy.

Дисертантът е съавтор и на четири изследвания, представени на международни научни форуми, три от които са под формата на постерни съобщения (VII-th Balkan Conference on Glass Science & Technology and XIX-th Conference on Glass and Ceramics, 01–04.10.2017, Nessebar; Юбилейна научна конференция с международно участие „25 години инженерно франкофонско обучение в ХТМУ“, 27–29.09.2017, София; VI-th National Crystallographic Symposium NCS2016, 05–07.10.2016, Sofia), а едно - е устен доклад (NATO Advanced Study Institute Nanoscience Advances in CBRN Agents Detection, Information and Energy Security, 29.05-06.06.2014, Sozopol).

Докторантът е първи автор в двете публикации, в две от постерните съобщения и в устния доклад, което е указание за личния му принос при провеждане на експериментите, обсъждането на резултатите от изследванията и оформянето на научните съобщения.

7. Критични бележки и коментarii.

Дисертацията на инж. Ганев прави добро впечатление като съчетава точно поставени цели, оптимални подходи при реализирането им, ясно и конкретно оформяне на резултатите и направените изводи.

Нямам съществени забележки по дисертацията. По мое мнение работата би имала по-завършен вид, ако преди основните изводи и приноси е включена една по-подробна дискусия, чрез която да се обобщи и същевременно да се резюмират постигнатите резултати.

Към дисертанта имам следните въпроси:

- Как се ориентирахте към изследваните две многокомпонентни системи?
- Какво приложение могат да намерят синтезираните стъклокерамични материали?
- Какви са размерите на кристалните фази в получените стъклокерамики?

8. Лични впечатления за дисертанта.

Познавам лично инж. Светлозар Ганев от началото на следването му в ХТМУ, София. Свидетел съм на неговото развитие през различните етапи на обучението му и на постепенно събуждащия се у него интерес към научните разработки.

Неговото представяне на предзащитата на дисертацията му беше много добро, а изработването на дисертацията несъмнено ще окаже положително влияние върху бъдещото му професионално развитие.

9. Общо заключение.

Давам много добра оценка на дисертацията на инж. Светлозар Радев Ганев на тема „Нетрадиционни стъкла и стъклокерамики с участието на фероелектрични фази“ с научни ръководители доц. д-р инж. Светлин Първанов и проф. дхн Янко Димитриев, и с научен консултант гл. ас. д-р инж. Албена Бъчварова-Неделчева.

Считам, че задачата на докторантурата е решена успешно както в образователно, така и в научно отношение. Работата отговаря напълно на изискванията на Закона за развитие на Академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), на Правилника за прилагането му, както и на Правилника на ХТМУ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

Имайки предвид гореизложеното, предлагам на Научното жури да гласува за присъждане на инж. Светлозар Радев Ганев на образователната и научна степен „доктор“ по научна специалност 4.1. Физични науки (Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя).

01.02.2018 г.

София

Рецензент:.....

/доц. д-р Е. Кашчиева/