

РЕЦЕНЗИЯ

Институт по ФИЗИКОХИМИЯ при БАН
Вх. № 119
Дата: 28.06.2022 г.

По процедура за придобиване на образователна и научна степен „доктор“
в професионално направление 4. Природни науки, математика и информатика.

Направление 4.2. Химически науки

Докторска програма: Физикохимия

С кандидат магистър **Николай Неделков Панчев** на тема:

„Метод за електромикробиинтерферометрични изследвания на емулсионни филми от типа вода-масло:
разработка и приложения“

Секция «Повърхности и колоиди», Институт по физикохимия,

Българска академия на науките

Рецензент: проф. д-р Надя Младенова Антонова-Митева

1. Общи положения и кратки биографични данни за кандидата

Дисертантът Николай Панчев е магистър по химическа физика и теоретична химия. През 1993 г. завършва СОУ „А.С.Пушкин“ (Основни предмети: Математика, Физика и Химия), а през 1993 – 1997 бакалавърска степен по химия в Химическия факултет, Софийски университет „Св. Кл.Охридски“. През 1998 г. става магистър по химическа физика и теоретична химия с дипломна работа на тема: Фотоиндуцирана енол - кето тавтомеризация в монослое от полиакрилоилацетон и полиетилакрилоилацетат на границата въздух-вода. От 1998 – 2004 г. работи като химик в катедра „Повърхности и колоиди“ към Института по физикохимия-БАН Изследванията му са: Стабилност на филми от толуенова пена, стабилизиращи от РЕО-РПО кополимерни повърхностно активни вещества. От 2004 – 2006 г. е гостуващ студент в катедра по химия и материали в Университета на Алберта, с ръководители: д-р J. Masliyah и д-р J. Czarnecki и работи на тема: Разработване на нова електрохимична методология за изследване на емулсионни филми. От 2007 – 2009 г. работи като химик-изследовател в Champion Technologies, Хюстън, САЩ върху изследване на формули на деемулгатори за дестабилизиране на нефтената емулсия; тънки течни филми.

От 2010 г. Николай Панчев работи като химик в секция „Повърхности и колоиди“ към Института по физикохимия, БАН. Изследванията му са върху стратификация във водни пенни филми, стабилизиращи с АОТ повърхностно активно вещество; симулация с молекулярна динамика на разпадане на тънки толуенови слоеве; механизми за стабилизиране на емулсията от ПЕО-РПО повърхностноактивни вещества (съвместен проект на BASF с Химическия факултет, СУ); електроиндуцирано разкъсване на емулсионни филми без съдържание на вода, стабилизиращи от битум, асфалтени и модел Abil, лецитин повърхностноактивни вещества.

2. Описание на представените материали

Представеният дисертационен труд е на английски език и съдържа 152 страници, 84 фигури, таблици и илюстрации. Цитирани са 159 източника. Авторефератът е представен на български език и съдържа 38 страници, 33 фигури, снимки и скици и 3 таблици. Представена е и версия на автореферата на английски език, която съдържа 36 страници, 33 фигури, снимки и скици и 3 таблици. Номерацията на

частите, фигурите и таблиците в автореферата съответства на тази от дисертацията. Списъкът на публикациите по дисертацията включва три статии. Две от публикациите са в списание с импакт фактор (Colloids and Surfaces A. Physicochemical and Engineering Aspects, IF 4.539), третата е включена в монографията „Nanoscale phenomena and structures“ под редакцията на Д. Кашчиев, издадена от академичното издателство „Проф. М. Дринов“. В две от публикациите дисертантът е пръв автор. Във връзка с дисертацията дисертантът е изнесъл 4 устни доклада и 5 постерни доклада на международни конференции уас и в чужбина, в които е пръв автор в 8 от тях.

3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Дисертационният труд се състои от увод и десет глави. В първите четири от тях е направен преглед на състоянието на проблема и литературен обзор. В Глава 1 е показано образуването и природата на петролните емулсии. Глава 2 е фокусирана върху стабилността на тези емулсии и ролята на тънките течни филми в петролните изследвания. В Глава 3 са представени различни промишлени методи за разрушаване на петролните емулсии като е акцентирано върху електрическите методи. Глава 4 е посветена на теоретичните и експериментални изследвания на механизмите на електро-индуцирано скъсване на обемни диелектрични слоеве, тънки течни филми и бислойни липидни мембрани. В Главите 5-10 са описани експерименталните резултати и е направен техния анализ. Дисертацията завършва с описание на перспективите за бъдещи приложения на предложения експериментален метод и списък на основните приноси.

Основна цел на дисертацията е да се разработи нов метод за изучаване на емулсионни филми от типа вода в масло, който съчетава приложение на АС или DC поляризация и оптична микроинтерферометрия. За тази цел е разработена нова измервателна клетка, както и надграждане на апаратурата за изследване на течни филми с помощта на thin liquid film – pressure balance technique (TLF-PBT).

Трите основни задачи при прилагането на новата техника са: i) измерване на критичното напрежение на скъсване и установяването му като параметър, характеризиращ стабилността на филма, ii) изследване на ефекта от размера на филма върху електро-индуцираното скъсване, iii) получаване на капацитета на филма.

В дисертацията са изследвани филми, стабилизирани с моделни повърхностно активни вещества, както и филми, образувани от реални комплексни разтвори от битум и асфалтени. Изследвани са следните системи:

- Абил разтворен в декан
- Лецитин разтворен в толуен
- Асфалтени, разредени в толуен
- Битум, разреден в толуен, хептан и хептол

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Рецензентът приема формулираните от дисертанта пет основни научни приноси, а именно:

1. Разработване на нов метод за електро-микроинтерферометрични изследвания на вода-масло-вода емулсионни филми. Той е базиран на съществуващия thin liquid film – pressure balance technique (TLF-PBT). За целта клетката на Ексерова – Шелудко с порьозна пластинка е модифицирана като са добавени електроди и е осъществено надграждане на TLF-PBT, което позволява комбинирано прилагане на AC или DC поляризации и оптическа микроинтерферометрия върху емулсионни филми. Важно предимство на метода е, че в рамките на един експеримент и върху същия филм, е възможно независимото определяне на най-важните параметри на филма. Дебелината и съответната скорост на изтичане са определени микроинтерферометрично, диаметърът на филма е наблюдаван оптически, критичното напрежение на скъсване е измерено директно, капацитетът на филма е определен от измерванията на електрическия импеданс. Методът позволява получаване на експериментални данни за директно изчисляване на относителната диалектична проницаемост на битумни и асфалтенови емулсионни филми. До момента не съществува метод, чрез който едновременно да бъдат изследвани свойствата на филма, както с електрически, така и с оптически средства.

2. Измерване на критичните напрежения на скъсване на филмите и получаване на съответните критични сили на електрическото поле. Критичното напрежение се оказва подходящ параметър, характеризиращ стабилността на филмите, който е чувствителен към промени в концентрацията на ПАВ, към вида ПАВ и към типа органичен разтворител.

За случаите на битумни филми в толуен, равновесната дебелина нараства с увеличаване на концентрацията. Получените средни стойности на критичните напрежения и средните критични електрически полета нарастват с концентрацията. Равновесните битумни филми в хептан също увеличават дебелината си с повишаване на концентрацията. Тези филми показват сходно повишаване на критичните напрежения, но техните средни критични полета са значително по-високи в сравнение със съответните толуенови филми, което се дължи на тяхната по-ниска дебелина. За разлика от битумните филми, равновесната дебелина на асфалтеновите филми в толуен не нараства с концентрацията, а точно обратното. Получените средни критични напрежения, тяхното разсейване и средните критични полета показват умерено увеличение на стабилността с асфалтеновата концентрация. Сравнението на критичните напрежения между битумни и асфалтенови филми в толуен, имащи сходна дебелина (около 45 nm), дава индикации на дисертанта да заключи, че асфалтеновите филми са значително по-стабилни, въпреки тяхната по-ниска концентрация. Моделните лецитинови филми в толуен показват, че в диапазона от много малки концентрационни промени, измереното повишение на критичните напрежения е внушително, с много по-малко припокриване на разсейването на данните. Това нагледно

демонстрира силно изразената разлика в чувствителността на моделните лецитинови филми в сравнение с комплексните битумни и асфалтенови системи.

Измерванията на стабилността на битумните и асфалтенови филми в диапазона от филмови диаметри 200÷800 микрона не дава индикации за наличие на зависимост от размера на филмите. Сравнението на критичните напрежения на TLF-PBT филмите (200 микрона диаметър), както и на филмите, изследвани чрез микрофлуидната апаратура (~13 микрона диаметър), стабилизирани с лецитин, потвърждава липсата на зависимост от размера на филмите.

3. Предлагане на нов тип изотерма DC напрежение-дебелина и съответната изотерма сила на електрическото поле-дебелина за моделни деканови филми, стабилизирани с Abil. След първоначалното електрическо стресиране на равновесните филми, тяхната дебелина остава постоянна. Последващо увеличение на напрежението води до внезапно и рязко намаление на дебелината и до загуба на стабилност. Това напрежение е наречено „прагово напрежение за поява на нестабилност“. Изотермите напрежение-дебелина позволяват още определянето на критичната дебелина на скъсване. Експериментите показват добра възпроизводимост на кривите напрежение – дебелина, предвид стохастичната природа на поява на прагово напрежение и необратимо скъсване. Като цяло, по-високите прагови напрежения водят до по-високи критични напрежения. Не се наблюдава зависимост в хода на изотермите от размера на филмите и от скоростта на стъпковото покачване на напрежението. Изследвано е влиянието на капилярното (механично) налягане върху изотермите напрежение – дебелина. С увеличаването на налягането, намалява както дебелината на скъсване, така и критичното напрежение.

4. Прилагането на постоянно DC напрежение върху изотермите капилярно налягане-дебелина е позволило **въвеждането на друг параметър, характеризиращ електро-механичната стабилност – критично механично налягане на скъсване при дадено напрежение.** Повишаването на напрежението води до изместване на изотермите на разклинящо налягане към по-ниски дебелини като по този начин влияе върху действащите повърхностни сили във филма. С увеличаване на електричното поле се наблюдава намаляване на критичното налягане на скъсване.

5. Получаване на експериментални индикации за възможните механизми на електро-индуцирано скъсване. Разрушаването на дебелите битумни филми възниква чрез образуването на тънки черни петна в периферията на филма, докато скъсването на тънки черни битумни филми протича чрез образуването на дебели бели точки в цялата площ на филма. Различното поведение на проводимостта на филмите от Abil и лецитин непосредствено преди скъсването (с и без токови утечки), подсказва наличието на различни механизми за разрушаване. Прилагането на редуващи се DC цикли с постоянно напрежение и променлива полярност демонстрира обратимостта на появата на нестабилности във филма.

5. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература

Кандидатът е представил към дисертационния си труд три публикации, в две от които е пръв автор; две от публикациите са в списания с импакт фактор и имат намерени по 9 цитирания, а третата - в сборник с доклади от научни конференции у нас. Има изнесени четири устни и пет постерни доклада на национални и международни мероприятия, проведени у нас и в чужбина.

6. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Нямам съществени забележки по дисертационния труд.

7. Лични впечатления на рецензента за кандидата

Впечатленията ми за Николай Панчев са за оформен научен работник, проявяващ последователност в изследванията си и научно търсене.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд, автореферата към него и научните публикации по откритата процедура за защита ми дават основание да заключа, че магистър Николай Недялков Панчев е провел значителна експериментална работа и научни изследвания. Резултатите са постигнати чрез умелото съчетаване на сложни методи и инструментариум, както и чрез предлагане и въвеждане на нов метод, които допринасят за изучаването на важни фундаментални и с практическо значение задачи. Постигната е основната цел на дисертацията за разработване на нов метод за изучаване на емулсионни филми от типа вода в масло, който съчетава приложение на АС или DC поляризация и оптична микроинтерферометрия. За тази цел е разработена нова измервателна клетка, както и надграждане на апаратурата за изследване на течни филми с помощта на thin liquid film – pressure balance technique (TLF-PBT).

Считам, че е налице завършена дисертация по тематика с фундаментално значение, която има и практическо приложение и която е разработена компетентно и с адекватни и новаторски методи. Получените в дисертационния труд резултати допринасят и имат важно методично, научно и научно-практическо значение за подпомогане експерименталната работа при третирането на РДС. Приносите на дисертанта са до голяма степен негово лично дело.

Въз основа на това смятам, че магистър Николай Недялков Панчев отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, както и на Правилника за приложението му в ИФХ-БАН. Това ми дава правото да предложа на почитаемите членове на Научното жури да гласуват на магистър Николай Недялков Панчев да бъде присъдена образователната и научна степен (ОНС) „доктор“ по докторска програма “Физикохимия” в професионално направление 4. Природни науки, математика и информатика. Направление 4.2. Химически науки в секция «Повърхности и колоиди» към Института по физикохимия към Българската академия на науките.

Рецензент:

/проф. д-р Н. Антонова-Митева/

28.06.2022 г.