

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: Николай Николаев Зографов

Тема на дисертационния труд: “Нов метод за електрично възбуждане на резонансни осцилации на висяща течна капка и възможни приложения за изследване на интерфейса течност-въздух”

Професионално направление: 4.1 Физически науки (01.03.25 Структура, механични и термични свойства на кондензираната материя)

Представеният дисертационен труд е посветен на изследването на интерфейса течност — газ с помощта на резонансна тензиометрия, като специално внимание е обърнато на влиянието на адсорбцията на различни примеси върху свойствата на тази гранична повърхност. Темата е изключително актуална както в чисто научен аспект така и в редица практически приложения. Без преувеличение може да се каже, че процесите на границата течност газ до голяма степен са отговорни и за глобалните промени в климата особено като се има пред вид човешката дейност през последните години. Развитите в дисертацията методи за измерване и получените резултати са важни както развитието на теоретичните модели в резонансната тензиометрия, така и за практиката и поради това, дисертабилни.

I. Структура и общо описание на дисертационния труд.

Дисертационният труд на Николай Зографов е в обем от 111 печатни страници състои от шест глави, като в първата (Въведение) е отделено място на запознаване с проблема свързан с тензиометрията на висяща капка, а в останалите пет са изложени експериментални резултати и техния анализ. Текстът е допълнен с приноси на автора, литература, списък на публикациите включени в дисертацията и забелязани независими цитирания.

Глава 1 е посветена на запознаване с основните процеси които контролират резонансните осцилации на висяща сферична капка. Направен е

преглед на известните начини за възбуждане на осцилации като са изтъкнати предимствата и недостатъците на всеки един от тях. Специално внимание е отделено на свойствата на границата течност – газ и как те влияят на повърхностното напрежение – макроскопична величина, измерването на която е и основна цел на дисертацията. Направен е анализ на силите, които променят формата на висящата капка, както и различни геометрични фактори при конкретния експеримент, които влияят на резонансната честота. По специално внимание е отделено на тензиометричния метод на Майер, усъвършенстваният вариант на който е предложен в настоящата работа. Посочени са предимствата на резонансния метод пред статичната тензиометрия на капка при малки радиуси и съответно ниски стойности на числото на Бонд.

Глава 2 разглежда възбуждане на осцилации в диелектрична среда чрез прилагане на постоянни и променливи електрични полета. Дадени са примери с хомогенни и нехомогенни електрични полета. Предложен е метод за възбуждане на резонансни осцилации при висяща капка чрез едновременно прилагане на постоянно и променливо електрични полета при което се постига линеаризиране на силата спрямо приложеното поле.

Представена е и първата схема за наблюдаване на резонансни осцилации чрез окачване на капка на метален електрод. Подробно са описани и двете конфигурации с тесен и широк лазерен сноп за оптично резистриране трептенията на капката както и начините за определяне резонансната честота на трептене.

Глава 3 представя експериментални резултати отнасящи се за най различни по своята природа течности включващи водни разтвори на органични и неорганични киселини, основи, соли, органични разтворители и др. Демонстрирана е възможността за проследяване динамиката на изпарение

на течността от съответната капка. Детайлно са проследени резонансните характеристики на 0.01 М воден разтвор на калиев дихидроген фосфат. Демонстрирана е ролята на натрупващите се вследствие на поляризацията йони в граничния слой течност – въздух върху резонансната честота и ширината на резонансната крива. Определено е повърхностното напрежение с използване резонанса на сферична капка за воден разтвор на етанол. Подчертана е важноста от отчитане на повърхностния заряд при анализа.

Глава 4 Тук се изследва Q-фактора на трептяща квазисферична капка. Чрез опростен едномерен модел на Войт-Келвин е намерена връзка между еластичността, вискозитета на течността и Q-фактора на ситемата определен от ширината на резонансната крива. Изследвани са дейонизирана вода при различни температури, водни разтвори на глицерол и на натриев додецил сулфат с добавен калиев хлорид. Предложен е метод позволяващ да се определи еластичната константа на течност при известен вискозитет.

Глава 5 В тази част от дисертационния труд се изследва ролята на контактната повърхност между електрода и висящата квазисферична капка върху резонансната честота и ширината на резонансната крива. Показано е, че може да се елиминира този геометричен фактор, но за съжаление е невъзможно определяне на повърхностното напрежение за неизвестна течност, тъй като същият този фактор е различен при различни течности. За премахване на това ограничение е предложена нова конфигурация с полусферична капка при която въпреки по големите загуби и ниска амплитуда на резонансните осцилации се постига добра точност при определяне на повърхностното напрежение.

Глава 6 В началото на тази глава е направена оценка на точността с която се определя повърхностното напрежение на неизвестна течност. Показано е, че грешката не надвишава 2 %, и това прави разработения метод

широко приложим за изследване на процесите протичащи на границата течност — газ в реално време. По-нататък, за изследване влиянието на газовата среда върху резонансната честота на сензорната капка е конструирана нова установка позволяваща контролирано въвеждане на пари на летливи течности. Определен е приносът който има парциалното налягане в промяната на повърхностното напрежение и този в резултат на адсорбцията върху интерфейса течност — газ.

Като цяло, дисертационният труд оставя впечатление за едно завършено изследване. Изложението е ясно и добре оформено. Развитието на методиката за измерване на повърхностното напрежение и вискоеластичните свойства на широк клас течности е изложено с последователност акцентираща на проблемите които се срещат в хода на това изследване. Освен това, дори при обяснението на някои нетривиални резултати е търсен най адекватния модел и това според мен е едно от най големите достойнства на тази работа.

II. Достойнства и научни приноси на дисертационния труд.

Основните достойнства на дисертационния труд могат да бъдат обобщени така:

1. Разработена е експериментална методика за изследване резонансните осцилации на квазисферични и полусферични капки.

2. Предложени са два начина за оптична регистрация на трептенията — с широк и с тесен лазерен сноп и са показани техните възможности в редица конкретни случаи.

3. При резонансната тензиометрия на сферична капка състояща се от водни разтвори на глицерол е получено добро съвпадение с еталонни стойности като е показана необходимостта от отчитане на повърхнинните заряди.

4. На базата на опростен едномерен модел е намерена връзка между експериментално определяния Q-фактор на резониращата система и елестичните и вискозни параметри на течността. Моделът е приложен за изследване влиянието на добавена сол (KCl) към воден разтвор на натриев додецил сулфат сърфактант. Чрез подбиране посоката на приложеното право електрично поле е изяснена структуроопределящата роля на калиевите катиони в интерфейсия слой.

5. Определянето на каквато и да е експериментална величина губи смисъл ако не се даде точността на съответното измерване. В този смисъл следва да се отбележи специалното място отделено в дисертацията на точността с която се определя повърхностното напрежение.

6. На базата на теоретичен модел за оценка на динамиката на изпаряваща се капка в затворен съд са разделени приносите на адсорбцията и този на парциалното налягане в промяната на повърхностното напрежение.

Представените публикации съдържат основните резултати включени в дисертацията и отговарят на количествените и качествени показатели за присъждане на образователната и научна степен "доктор".

III. Критични бележки и препоръки

Към дисертационния труд имам следната бележка по скоро от терминологичен характер. На няколко места в текста се говори за десорбция от интерфейсия слой, а всъщност се има предвид пренос на материя от този слой към обема. Иначе, когато говорим за процесите на границата течност - газ или твърдо тяло — газ, обикновено ползваме термините адсорбция (т. е. на повърхността), абсорбция, когато се има предвид навлизане в обема, но десорбцията винаги е в една посока, т. е. в случая по посока към газовата фаза.

Ще си позволя да отправя и една препоръка. В глава 6, където се разглежда изпарението на капка от летлива течност се предполага, че температурата е постоянна. Не мога да преценя, доколко в случая това е важно, но би могло да се опита изпаряващата се капка да е върху медна плоча например (ако е важен контактния ъгъл напръскана с тефлонов спрей) за да се намали евентуално ефекта от охлаждането. Друга възможност при този експеримент е да се пробва измерване на парциалното налягане, което открива възможност за сравнение с теоретичния модел.

IV. Лични впечатления от докторанта

След определянето ми за рецензент на тази дисертация имах възможност да се срещна и разговарям с докторанта в лабораторията в която са проведени настоящите изследвания. Бяха ми демонстрирани някои от експериментите за които става въпрос в дисертацията. Останах с убеждението, че г-н Зографов ефективно да се справя с трудности от най различен характер, свързани с провеждането на експериментите.

Заклучение: Дисертацията е по ясно формулиран проблем касаещ резонансната тензиометрия с акцент изследване процесите на границата течност-газ. Поставените в началото цели са изпълнени като представеният дисертационен труд съответства на изискванията за присъждане на исканата научна степен. Направените бележки по никакъв начин не поставят под съмнение получените резултати. Всичко това ми дава основание да препоръчам най-убедено на членовете на Научното жури да присъдят на Николай Николаев Зографов образователната и научна степен "доктор".

31.12.2016 г.

София

Рецензент:

/проф. д-р Г.Т.Тюлиев/

Институт по катализ - БАН