

РЕЦЕНЗИЯ

на

Дисертационен труд

на **Красимир Спасов Дамов**, докторант на самостоятелна подготовка към катедра Радиофизика и електроника, Физически Факултет, СУ “Св. Климент Охридски”

Тема: ИЗСЛЕДВАНЕ НА КИНЕМАТИЧНИЯ ВИСКОЗИТЕТ И МАСОВАТА ПЛЪТНОСТ НА АЕРОДИСПЕРСНИ СИСТЕМИ С ОГРАНИЧЕН ОБЕМ ЧРЕЗ АВТОМАТИЗИРАНА ЛАЗЕРНО-ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА

представен за присъждане на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление: 4.1. Физически науки (Радиофизика и физическа електроника)

Рецензент: доц. д-р Христо Ангелов, ИЯИЯЕ, БАН

1. Общо описание на предоставените материали. Биографични данни

Красимир Дамов завършва висшето си образование през 1983г. в Технически Университет – Габрово, специалност „Електронна техника“. Той бе докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Радиофизика и електроника“ на Физическия факултет при Софийския университет “Св. Климент Охридски”, с научни консултанти проф. дфзн Иван Желязков и проф. дфзн Антон Антонов. Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на Катедрен съвет, състоял се на 21.02.2017г.

Представеният дисертационен труд се състои от увод, 5 глави, 5 приложения и заключение. Представен е на 169 страници и съдържа 17 таблици и 69 фигури. Цитираната литература включва 118 източника. Авторефератът отговаря на текста на дисертацията и съдържа основните резултати на представения труд.

Използваната номерация на таблиците и фигурите в автореферата не съответства на номерацията в дисертацията.

2. Актуалност на дисертационната тематика

Без съмнение темата на този дисертационен труд е актуална. Известен е охлаждащият ефект на аерозолите в топлинния баланс в атмосферата. По-голямата част от аерозолите (около 90% от масата) имат естествен произход. Вулканите, например, изхвърлят огромни количества от пепел във въздуха, както и серен диоксид и други

газове, от които се образуват сулфати. Горските пожари изпращат частично изгорял органичен въглерод в атмосферата. Останалите 10% аерозоли се считат за антропогенни и са произведени от човека и имат различен произход. Макар и по-малко разнообразие от природните източници, антропогенните аерозоли могат да са доминиращи в градските и индустриалните райони. Аерозолите се носят в атмосферата на Земята от стратосферата до повърхността и варират от няколко нанометра до няколко десетки микрометри. Независимо от малкия им размер, те оказват значително въздействие върху климата и здравето ни. Различните специалисти описват частиците въз основа на формата, размера и химичния състав. Токсиколозите определят аерозолите като много фини, фини или груби частици. Регулаторните агенции, както и метеоролозите, обикновено ги наричат PM2.5 или PM10 частици, в зависимост от техния размер. В някои области на техниката те се наричат наночастици. Медиите често използват термини като дим, пепел и сажди.

3. Обща характеристика на дисертацията

В дисертацията са изследвани моделни аеродисперсни системи с ограничен обем, при които за генериране на аерозолната фаза се използват процесите на горене, кондензация и сублимация, т.е. системи от първа категория, характерни за природните явления и процеси. Не са изследвани системи от втора категория, които се получават при продухването с въздушен (газов) поток на вещество в прахообразно състояние, т.е. чрез процес на флуидизация на прахове, които се прилагат при технологиите в химическата, хранително-вкусовата промишлености и др. За целите на изследванията и на базата на лазерно светоразсейване е разработено лабораторно устройство за автоматично измерване на понижението с времето на свободната граница на ограничен обем аерозол в отворен съд, който изтича през тръбичка (монтирана над дъното) под действие на допълнителното налягане на аерозолната фаза. Определена е зависимостта на кинематичния вискозитет на аерозолната фаза от обема на системата (респективно от допълнителното налягане на аерозолната фаза), както и неговото изменение с времето при еволюцията на аерозолната фаза. Изследвана е зависимостта на плътността на аерозолната фаза от обема на аерозола и от изменението с времето при еволюцията на аерозолната система. Изследванията са проведени съответно при нормално налягане (при отчетени температура и влажност на въздуха). Определени са зависимостите на плътността на аерозолната фаза след въздействие на електрични и магнитни полета,

приложени при формирането на аерозолната система. Въз основа на разработена методика са обобщени характеристиките на аерозоли с ограничен обем чрез функцията на разпределение по масова плътност на аерозолните фази.

Изложението на дисертацията е написано коректно и внимателно - без типографски и правописни грешки, с изключение на няколко технически пропуска на разменени единици на измерваните величини в две таблици и пропуснати описания на някои величини в представени фигури. Всички уравнения, математическите величини, единиците, надписите под текста и т.н. са изготвени според общоприетите изисквания. Въпреки числените резултати (представени графично), ударението на описанието пада върху физичната интерпретация на резултатите, която е направена коректно.

Дисертацията съдържа въведение, посветено на актуалността на темата – аерозолни системи и тяхното значение в природата, като резултат от естествените процеси на ерозия на почвата, на кондензацията на парите, на въздушната микрофлора - играеща основна роля в зараждането и разпространението на заразните болести и епидемии и като следствие на антропогенната дейност на човека – емисии на прах, диспергирани течности, продукти на индустриалната дейност и транспорта и на тяхната съществена роля в процесите на глобалното изменение на температурата на Земята.

В **първа глава** е направен обзор на съществуващите изследвания на аеродисперсните системи с ограничен обем, систематизирани според начина на формиране в посочените по-горе две категории и подробно са сравнени техните свойства за изясняване процесите на образуване на аерозоли – тяхното движение, дифузия, електрически и оптически свойства, явления като турбулентна дифузия, седиментация, коагулация, термофореза и др., всички разглеждани като колективна система. В класификацията на аерозолите са описани разделянето на системите на първични, коагулационни, дисперсни, на прах, димове, мъгли и на техните особености по отношение на спазването на определящите явленията физични закони в зависимост от размерите на частиците.

Във **втора глава** са изложени теоретичните основи на метода за определяне на кинематичен вискозитет на аеродисперсни системи с ограничен обем (ОКВАС), чрез измерване на понижението на свободната аерозолна граница с течение на времето при изтичането през тръбичка на аерозола под действие на допълнителното налягане на аерозолната фаза. Представен е литературен обзор, включващ методите за определяне

на вискозитета на флуиди, основните видове вискозиметри, законът на Нютон – респективно изчисляването на динамичен и кинематичен вискозитет на течности, формулата на Поазьой и тяхната приложимост за определяне кинематичния вискозитет на аерозоли, основавайки се на получените експериментални данни от измерването на динамичен вискозитет на въздух и аерозол (тютюнев дим от цигара), изчисленото число на Рейнолдс < 1 за същата аерозолна фаза (публикувано от докторанта в научно списание) и на поведението на аерозолите, аналогично на поведението на квазитечности от Нютонов тип. Изчерпателно са описани и методите за получаване на аеродисперсни системи с ограничен обем от двата вида.

4. Основни резултати в дисертацията

В трета глава са описани конструкцията и действието на изготвените устройства за измерване на кинематичен вискозитет, базирани на изложените в дисертацията *„Теоретични основи на метода за определяне на кинематичния вискозитет на аеродисперсни системи с ограничен обем“* (2.3.). Методичните съображения се основават на разглеждането на аеродисперсните системи с ограничен обем като неравновесни системи, които непрекъснато губят веществото на дисперсната си фаза поради протичащите физически процеси на седиментация, дифузия, коагулация и т.н. Разработен е метод за определяне на кинематичния вискозитет на аеродисперсни системи с ограничен обем, посредством измерване на времето на изтичане на аерозола, под действие на допълнителното налягане на дисперсната фаза и прилагане закона на Поазьой. Конструирано е устройство за измерване на кинематичния вискозитет на аеродисперсни системи с ограничен обем, чрез определяне на понижението на горната аерозолна граница посредством система от фотодатчици, регистриращи разсеяната лазерна светлина в перпендикулярна посока на лазерен лъч, минаващ по оста на цилиндрична измервателна камера.

Реализирана е оптоелектронна схема за автоматизиране на измервателния процес, свързана с персонален компютър за обработка, визуализация и съхранение на резултатите. Представени са два варианта на установката за ОКВАС, използвани за експерименталните изследвания, представени в дисертацията. В първия като фотоприемници са използвани 8 броя фототранзистори. Във втория вариант като фотодатчици се използват 16 броя фотодиоди. Представен е трети вариант, разработван в момента, който ще включва 16 еднотипни модула, изградени с оптосензори,

показващи по-добри резултати. За връзка с персонален компютър е планирано да бъде добавен конвертиращ модул "USB to UART–FT232RL", захранван от USB порта на PC.

В четвърта глава са изложени конкретни експериментални резултати, получени при ОКВАС. Изследваните различни марки цигари са разделени според получените данни за кинематичния вискозитет на аерозолната фаза на дима им (и съдържанието на катрани и никотин) в три типа: А-тип димове от цигари са тези със стойности на вискозитета $>11.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, В-тип – тези със стойности на вискозитета $<10.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ и останалите с междинни стойности на вискозитета $(10.0–11.5) \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ са причислени към АВ-тип. С цел да се получи комплексна характеристика за дима на даден тип цигари са проведени серия от експерименти. Получените резултати са основание да се предположи създаване на временни и пространствено устойчиви структури с повишена степен на хомогенност. От тези експериментални резултати за кинематичния вискозитет на различни типове и видове аерозоли (цигарен дим) се вижда, че стойностите на вискозитета, наред с другите стандартни методи в цигарената промишленост, могат да се използват за характеризиране, както на съдържанието на катрани и никотин в цигари, пури, тютюн за лула и т.н., така и за качеството на филтрите, т.е. методиката може да намери приложение. Експериментално са измерени стойностите на кинематичния вискозитет на различни аеродисперсни системи с ограничен обем в процеса на тяхната еволюция. Направена е оценка на масата и размера на най-фината фракция в аеродисперсни системи с ограничен обем, посредством екстраполация на получените експериментални резултати за кинематичния вискозитет в случая, когато времето на еволюция на системата клони към безкрайност. Направено е предположението, че тези най-фини частици, останали при еволюцията на аерозола, са ядра на кондензация. Те са известни в литературата като ядра на Айткен.

В пета глава са представени серия от експерименти за изследване на еволюцията на аерозолни системи с ограничен обем. От получените резултати се вижда, че за изследваните аерозоли с ограничен обем масовата плътност на аерозолната им фаза е около два порядъка по-малка от тази на въздуха. В обобщение на получените резултати следва да се отбележи, че през времето на задържане плътността на аерозолните фази търпи флукуации, които са извън границите на грешката и също така са установени по-малки стойности на плътността на дима при цигарите с по-ниско съдържание на катрани и никотин. Разработен е метод за определяне на масовата плътност на

аеродисперсни системи с ограничен обем, който е модификация на метода за определяне на кинематичния вискозитет. Чрез серия от експериментални изследвания на различни аеродисперсни системи са измерени стойности на масовата плътност на аерозолната фаза, които са около два порядъка по-ниски от тази на въздуха. За характеризиране на еволюцията на аеродисперсните системи с ограничен обем е въведена функция на разпределение по масова плътност на аерозолната фаза, наречена в дисертацията *“спектр на състоянието на аерозолната система”*. Експериментално е определено изменението на последния, при въздействие с електрични и магнитни полета, осъществено при формиране на системата. Направено е сравнение на вероятностното разпределение на средните стойности на плътността за течности (по таблични данни) и за аеродисперсни системи с ограничен обем (по получените експериментални данни). За последните е установено, че това разпределение е твърде близко до Гаусово. Това показва, че аеродисперсните системи с ограничен обем през времето си на еволюция, за което време проявяват допълнително хидростатично налягане, поддържат предпочитана (най-вероятна) стойност за масовата си плътност, която съвпада със средната. Този резултат допълва смисъла на използвания термин *“квазитечно състояние”* за аеродисперсните системи с ограничен обем.

5. Научни приноси

Дисертационният труд представлява едно задълбочено и завършено научно изследване с добре поставени цели и задачи, добре планирани и изпълнени експерименти и задълбочен анализ на получените резултати. Убеден съм, че материалът върху който се градят приносите на дисертацията е достоверен и са коректно формулирани на страници 142 и 143. Приносите определено имат научно-приложен характер с потенциално приложение в тютюневата промишленост.

6. Публикации

Качеството и количеството на публикациите, включени в дисертацията, отговаря на изискванията на ФзФ - СУ за присъждане на образователната и научна степен “доктор”. По дисертацията са публикувани три статии в научни списания с импакт фактор, (две в *Compt. rend. Acad. bulg. Sci.*, и една приета за публикуване в *Bulg. Chem. Communications*), както и три в *J. Appl. Electromagnetism*, пет публикувани материали на научни конференции и сборници, представени в пълен текст (Изд. на ЮЗУ-Благоевград, Благоевград, *J. Phys.: Conference Series* 682, 012007 (2016), *Proc. Int. Sci.*

Conf. South-West University "Neofit Rilsky", Blagoevgrad, три постерни доклада в пълен текст: IV Национален симпозиум "Физика – селскостопанско производство", 9th International Conference on Surface and Colloid Science (Sofia 1997), Заявка на патент за изобретение към Българското патентно ведомство, рег. No 112345/26.07.2016,.

7. Самостоятелност

От проведения разговор с Красимир Дамов се убедих, че неговият принос е значителен и напълно достатъчен, както при получаване на научните резултати, така и в написването на статиите по дисертацията. Това се вижда и от представените научни трудове, в които има двама участници като К. Дамов е водещ автор.

Критични бележки нямам. Наличието на малък брой технически грешки, които като правило, са неизбежни в подобен род трудове не се отразява на качеството на научните резултати.

8. Заключение

Дисертационната работата прави впечатление с нейната последователност, методичност, убедителни и ясни интерпретации на получените експериментални и числени резултати. Представените материали и резултати напълно съответстват на специфичните изисквания на Физическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски". Считам, че това е една добра дисертация и съм убеден, че докторантът заслужава образователната и научна степен "доктор" и отговаря на изискванията за нея, в съответствие с Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на СУ "Св. Климент Охридски".

С пълна убеденост препоръчам на уважаемите членове на Научното жури към Физическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски", да присъдят образователната научна степен "доктор" на Красимир Спасов Дамов.

София

29.05.2017г.

Рецензент:



/Доц. д-р Христо Ангелов/