

РЕЦЕЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „доктор” на Нина Кънчева Колева

на тема

" 2D числено моделиране на газовата температура
в наносекунден импулсен надлъжен He–SrBr₂ лазер"

Рецензент: доцент д-р Димо Николов Астаджов,

Институт по физика на твърдото тяло “Академик Георги Наджаков”, БАН

1.Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.

Интересът към лазерите, работещи на дължина на вълната 6.45 μm се дължи на перспективното им приложение в медицината и лазерната хирургия като инструмент за лазерна аблация на меки тъкани и кости с минимални термични увреждания. Това е бързо развиваща се област, както в научно, така и в научно-приложно отношение. Подходящ източник на такова лъчение е лазерът, генериращ на дължина на вълната 6.45 μm на атомни самоограничени преходи на стронция.

В дисертацията като цел се поставя разработването на числен модел на двумерното разпределение (2D) на газовата температура на He-SrBr₂ лазер с увеличен активен обем за две конструкции на тръба - без и с допълнителна термична изолация. Това се постига като се изпълняват последователно етапите при провеждане на един изчислителен експеримент. Те започват с математическо моделиране на физическия процес и построяване на числен метод за приближено решаване на задачата. Следват написване на изчислителен алгоритъм, програмиране на изчислителния алгоритъм и провеждане на числени пресмятания с помощта на написаната програма. Завършва се с анализ на получените числени резултати и ако е необходимо, уточняване на математическия модел.

Смятам, че целта и задачите на предложения дисертационен труд го правят актуален. Експерименталното моделиране и резултатите са принос в областта на развитието на математическото моделиране на процесите в газовите лазери.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал.

Дисертантът е проучил обширен литературен материал като е цитирал 145 литературни източника в дисертацията. Това са статии в реномирани научни списания, монографии и книги от водещи специалисти в света. Смятам, че докторантът познава състоянието на проблема и има добри знания относно лазерите с пари на метали и метални халогениди, така и основните параметри на наносекундния импулсен надлъжен разряд.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд.

Смятам, че избраната методика на изследване може да даде отговор на поставените цел и задачи на дисертационния труд.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд се състои от увод, пет глави и заключение. Дисертацията е изложена на 118 страници и съдържа 22 фигури и 4 таблици.

Уводът е кратък (4 страници) като представлява общо въведение и запознаване с групата на лазерите с метални пари и основните ѝ представители.

Първа глава (стр. 8 – 51) е своеобразно продължение на увода. В нея подробно е представено появата и развитието на лазерите с метални пари и основните им представители. Естествено внимание е отделено на лазера с пари на меден бромид, който е основен обект на успешно изследване и разработване през последните четиридесет години в Лабораторията по лазери с метални пари в ИФТТ, БАН. Разгледани са рекомбинационните лазери, по които също е работено в лабораторията. Системно са дадени основните механизми за създаване на инверсна населеност, различните методи за получаване на метални пари, видовете газови разряди и съществуващите схеми за възбуждане на тези лазери. Тук се въвежда и обектът на моделно изследване в дисертацията - атомният стронциев лазер с използване на метален стронций или стронциев халогенид като източник на стронциевите атоми. Дадени са лазерните му характеристики и достигнатите изходни параметри на генерация в лабораторията до момента.

Разгледана е аналитичната концепция за моделиране профила на газовата температура в газоразрядни тръби.

Втора глава (стр. 52 – 57) е посветена на използваната експериментална техника. Тази глава включва описание на електрическата схема за възбуждане, измервателните прибори, вакуумно газовата инсталация и конструкцията на новите газоразрядни тръби.

Трета глава (стр. 58 – 82) е описание на двумерния (2D) модел на температурата на He-SrBr₂ лазер възбуждан с наносекунден надлъжен разряд. В нея подробно се разглежда използването на метода на изчислителния експеримент. В последните десетилетия той се е наложил като мощен метод за приближено решаване на големи научно-технически задачи и в частност на математически модели, описващи сложни физически процеси. Дадени са същността и етапите на метода, както и численото решаване на задачата с описание на итерационния метод.

Четвърта глава (стр. 83 – 96) е озаглавена „2D числено моделиране на газовата температура в наносекунден импулсен надлъжен разряд в хелий с малки добавки на неон, стронций и бром, възбуден в газоразрядна тръба с увеличен активен обем за мощен стронциев лазер“. Същността му е численото решаване на стационарното уравнение на топлопроводността в двумерния случай т.е. по радиуса и оста. Прието е условието на осева симетрия и равномерност (т.е. еднаквост на величината) на входящата в разряда мощност. Разписани са уравненията за топлопроводност в разглежданите в модела четири зони и физичните гранични условия за тях. Дадена е аналитичната формула на зависимостта на коефициента на топлопроводност на газовете (и газовите смеси) от газовата температура и константите специфични за всяка газообразна или твърда среда. Накрая на главата две фигури една след друга дават изчисленото температурното разпределение за газовете He и Ne, и газовите смеси Ne-He и He-Sr-Br. На първата, газовата температура е изобразена двумерно т.е. като функция на две координати - радиус и осева координата. На втората фигура, газовата температура е изобразена едномерно т.е. като функция само на радиуса. Чрез така-наречените радиални профили са дадени важни подробности, което трудно се постига при двумерното графично изобразяване.

Пета глава (стр. 97 - 103) е озаглавена „2D числено моделиране на газовата температура в наносекунден импулсен надлъжен разряд He-SrBr₂ възбуден във високотемпературна разновидност на газоразрядната тръба за мощен стронциев лазер“. Тя в общи линии повтаря структурата на предишната глава 4. Новото е, че в една от зоните на конструкцията е има изолация от ZnO₂. Целта е повишаване газовата температура на работа на лазера с оглед очакванията за подобряване изходните му характеристики. Изчисленото температурно разпределение е дадено като радиални профили.

В Заключение (стр. 104 – 108) са обобщени получените резултати, формулирани са приносите на дисертацията и са представени публикациите и докладите на научни форуми, отразени в дисертационния труд.

5. *В какво се заключават научните или научноприложни приноси на дисертационния труд.*

Основни приноси в дисертацията:

- 1) Създаден е двумерен числен модел на газовата температура на He-(Ne)-SrBr₂ лазер възбуден чрез наносекунден импулсен надлъжен разряд.
- 2) Създаден е двумерен числен модел на газовата температура на He-(Ne)-SrBr₂ лазер възбуден чрез наносекунден импулсен надлъжен разряд с допълнителна термична изолация от циркониев диоксид на активната зона на газоразрядната тръба.

Получени са резултати, които представляват интерес и принос в изследванията на физиката на газоразрядните лазери и плазмата им.

6. *До каква степен приносите в дисертационния труд са личен принос на докторанта.*

Статиите и докладите са в съавторство. Докторантът е на трето място във всичките, което се дължи на сложната физическа и математическа страна на обекта на изследване. Имайки пред вид, че степента „доктор“ е образователна (на първо място) и научна, намирам личният принос на докторанта за достатъчен.

7. *Преценка за публикациите по дисертационния труд.*

Резултатите, изложени в дисертацията, са публикувани в 4 статии. С импакт фактор са две - една в IEEE Transaction on Plasma Science (импакт фактор 1.174) и една в Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences (импакт фактор 0.210). Две са в сборници на Journal of Physics: Conference Series. Последните са представени постерно на две научни мероприятия - International Summer School on VEIT през 2011 г. и 2013 г. Броят на публикациите е достатъчен за получаване на образователната и научна степен „доктор“.

8. *Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната практика, има ли постигнат пряк икономически ефект и пр.? Документи, на които се обосновава твърдението.*

Не ми е известно резултатите на дисертационния труд да са използвани в научната практика и да имат пряк икономически ефект.

9. *Мотивирани препоръки за бъдещето използване на научните и научноприложните приноси.*

При наличие на ресурс, препоръчвам да се опита да се развие моделът като се включат и нестационарни процеси. А на следващ етап да се моделира динамиката на електронната температура и населеностите на нивата, имащи отношение към генерацията на лазера.

10. *Авторефератът изготвен ли е съгласно изискванията, отразява ли основните положения и научни приноси на дисертационния труд?*

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и отразява основните положения и научните приноси на дисертацията.

11. *Други въпроси, по които рецензентът следва да вземе отношение.*

А) Образователната част от програмата е изпълнена.

Б) Лични впечатления.

Нина Кънчева Колева е докторант в Лабораторията по лазери с метални пари от юли 2010 г. до март 2014 г. Нямам преки лични впечатления от научноизследователската ѝ дейност.

В) Забележки и въпроси по дисертацията:

I. Технически и редакторски.

1. Някои фигури (напр. Фиг.18) имат недобро графично изпълнение в *твърдото книжно копие* на дисертацията - дребни са, липсва им контраст и са нечетливи.
2. Статии №3 и №4 са отпечатаните доклади №1 и №2. Като такива, по мое мнение, не са отделни публикации.

II. По същество.

На стр. 103 е казано: „Новата конструкция на разрядната тръба с некомпактна изолация на активния обем е разработена за да се увеличи допълнително работната температура и експерименталните изследвания са в процес на развитие. Резултатите от численото моделиране 2D по (r, z) на газовата температура в новата тръба потвърждават това предположение.“ (Заб. Подчертаното е на рецензента Д.А.)

ВЪПРОС: Сравнявайки изобразеното на фигури 18 до 22, аз не оставам с това убеждение. Каква е причината численото моделиране да не потвърждава това очевидно очакване?

12. Заключение.

Дисертационният труд покрива критериите за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ (направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Физика на вълновите процеси“). Предлагам на Научното жури да присъди на Нина Кънчева Колева образователната и научна степен „доктор“.

Дата:

София

Рецензент:

/доц. д-р Д.Н. Астаджов/