

## СПРАВКА

за научните и научно-приложните приноси на трудовете

на доц. д-р **Нина Георгиева Султанова**,

представени за участие в конкурс за академична длъжност „професор” по професионалното направление 4.1. Физически науки, научна специалност 01.03.22 Физика на вълновите процеси (ДВ, бр. 99/15.11.2013 г.) в Университет „Проф. д-р Асен Златаров” Бургас

За конкурса са представени 33 публикации, 1 монография в съавторство като първи автор, 1 самостоятелен учебник по физика в обем от 419 стр, написани в периода след първа хабилитация. Общият брой на научните статии и доклади в пълен текст е 59, по които са забелязани общо 251 цитата. От тях 222 цитата са върху публикациите, представени за конкурса.

Приложени са документи за научнопреподавателската работа на кандидата в Университета: разработени 12 учебни програми и лекционни курсове, 4 учебни помагала и документи по процедурата на 1 защитил докторант.

По-голямата част от научните трудове съдържат резултати от изследвания върху оптични свойства и материални характеристики на оптични полимери (ОП), които са провеждани по четири научноизследователски проекта, на които кандидатът е бил ръководител. Изучавани са основни ОП, някои запазени търговски марки, както и развойни полимерни материали на американската фирма Eastman Chemical Company (ЕСС). Определящи за приложението на ОП в прецизната оптика и фотоника са оптичните им свойства, които са обект на изследване в монографията със заглавие: „Рефрактометрия на оптични полимери” и 26 от представените публикации.

Научните приноси могат да бъдат обособени в следните направления:

### **I. Измерване показателите на пречупване на ОП за различни дължини на вълната**

Изследвани са обемни материали, полимерни разтвори и тънки полимерни филми. Изборът на метод на измерване зависи от състоянието и размерите на образците. Използвани са както класически, така и иновативни лазерни методи.

(1) Създадена е методика и експериментална гониометрична уредба за рефрактометрични измервания на обемни полимери за целия видим и ИЧ диапазон до 1052 nm с разширена неопределеност на резултатите  $\pm 8 \cdot 10^{-4}$  (публ. 2, 4, 5, 10, монография). Разгледани са факторите, влияещи на процеса на измерване на показателите на пречупване (ПП), като систематични и случайни грешки, метод на калибровка, двойно лъчепречупване в образците, температурна зависимост на рефракцията, клиновидност на имерсионния слой и др.

(2) С гониометричната уредба, при замяна на осветителния блок с лазер, са определени ПП за дължина на вълната 632.8 nm на 22 ОП. Комбинираната стандартна неопределеност на резултатите в този случай е  $\pm 3.65 \times 10^{-4}$  (публ. 16, монография).

(3) Получени са рефрактометрични данни за над 20 ОП при общо 16 дължини на вълната. Стойности на ПП на обемни полимери в диапазона от 435.8 до 1052 nm са отпечатани в публ. 4, 5, 8, 10, 13, 15, 25 и др, както и в монографията. Въз основа на три независими проверки – сравнение между два метода за определяне на ПП, сравнение на дисперсионни криви по данни на различни оптични библиотеки и изчислена разширена неопределеност, е потвърдена точността на измерените ПП в рамките на  $\pm 0.001$ . Резултатите представляват интерес за конструктори и технолози на полимерна оптика.

(4) Верификация на експерименталните резултати с теоретично изчислените ПП по три метода на атомните и групови приноси към молната рефракция на структурното звено за основни полимери е представена в Гл. 2 на монографията и публ. 26.

(5) Проведени са лазерни микрорефрактометрични измервания на полимерни разтвори и слоеве. Получени са ПП при общо 7 дължини на вълната на различни ОП на ЕСС (публ. 6, 7, 9, 32). Установена е зависимост на рефракцията от състоянието на ОП. ПП на тънките полимерни филми (ТПФ) се отличават от тези на обемните образци и варират с дебелината на слоя и структурата му (публ. 9, 12, 14, 18, монография).

## II. Дисперсия на полимерните материали

ОП са високо дисперсни материали, особено в късовълновата част на видимия спектър (публ. 2, 4, 5, 8, 14, 15 и др.). Измерените трансмисионни криви на тънки слоеве илюстрират добрата им прозрачност в спектралния диапазон от 400 до 2500 nm (публ. 9, 12, 15). Нормалната дисперсия на ОП е изследвана чрез приближенията на Зелмайер, Wemple и DiDomenico и модифицирана формула на Коши, за която е възприето наименованието „дисперсионна формула на Коши – Шот“, (публ. 2, 5, 7, 9, 29, монография). Последната е използвана за алгоритъм на създадената програма *OptiColor*, която по измерени ПП за шест дължини на вълната изчислява дисперсионни коефициенти и криви, числа на Аббе, ПП във видимия и близък ИЧ спектър до 1060 nm с точност  $\pm 1 \times 10^{-4}$  (монография, публ. 2, 4, 5 и др.). В Гл. 3 на монографията, на базата на класическата електронна теория е въведена формулата на Зелмайер и от нея с обосновани приближения е изведена използваната от нас апроксимация. Изяснен е физическият смисъл на коефициентите в развитието на реда, като зависими от резонансните честоти в УВ и ИЧ диапазон, т.е. от структурата на веществото.

(6) Установено е, че дисперсията на ОП във видимия диапазон е повлияна основно от поглъщането в УВ спектър (публ. 15, монография).

Изследванията върху дисперсия на ОП са отразени в публ. 5, която бе класирана през 2012 г. на четвърто място за 5-годишен период по цитиране на статии, публикувани в реномираното списание *Optical Materials*, а през месец ноември и декември 2013 г. беше на четвърто място по изтегляне от Science Direct.

(7) Получени са ПП на ОП за редица лазерни дължини на вълната във видимия и близък ИЧ диапазон с изчислителна точност  $\pm 10^{-4}$  (публ. 2, 4, 5, 33). Резултатите са полезни при проектиране на лазерни системи с полимерна оптика.

(8) Изчислени са различни дисперсионни характеристики на изследваните ОП: дисперсионни коефициенти и криви, числа на Аббе (публ. 2, 5, 8 и др.), средни, частни, относителни частни дисперсии (публ. 13, 14, 15, 17, монография). Въведени са нови критерии за оценка на дисперсията: нормализирани дисперсионни криви, градиент на ПП относно дължината на вълната в разглеждания видим и ИЧ диапазон (публ. 8, 15, 31), числа на Аббе за различни части от спектъра (публ. 12, 18, 33 и др.). Резултатите представляват интерес за конструкторите на прецизна оптика.

(9) Сравнена е дисперсията на обемни полимерни образци, тънки слоеве и разтвори от еднакъв материал (публ. 6, 7, 9, 12, 18, 32). Различията са по-съществени в началото на видимия диапазон до 500 nm. При по-големи дължини на вълната, въпреки разликата в ПП, ОП имат сходна дисперсия независимо от състоянието си (публ. 18).

## III. Влияние на температурата върху рефракцията и дисперсията на ОП

Полимерите проявяват висока чувствителност към температурата. Най-съществено влияние върху качеството на образа има високият температурен градиент на ПП, наричан в литературата термооптичен коефициент (ТОК), чиято абсолютна стойност е с около два порядъка по-голяма от тази на стъклата. Отрицателният знак на ТОК на ОП е обоснован теоретично в Гл. 4 на монографията.

(10) Получени са термооптичните коефициенти на осем ОП при 5 дължини на вълната в температурния диапазон от 10 до 50 °C. Изследвана е и сравнена зависимостта на числото на Аббе и дисперсионните криви от температурата за

изследваните ОП (публ. 11, 14, 15, 17, монография). Установена е зависимост на влиянието на температурата от типа на материала. Резултатите намират приложение за производството на термооптични сензори и превключватели.

#### **IV. Възможности за приложение на ОП в изцяло полимерни или хибридни оптични системи**

(11) Измерени, изчислени и сравнени са механични, акустични, топлинни и оптични характеристики на полимерни материали и стъкла за доказване съвместимостта им в хибридни оптични системи или приложението им в изцяло полимерни системи с оптимизирани геометрични aberации (публ. 10, 14, 15, 17, 31).

Преодоляване на температурната зависимост на ОП е възможно в хибридни оптични системи, които обединяват полезните качества на стъкла и полимери. Сравнителните рефрактометрични и дисперсионни характеристики на тези две групи оптични материали показват тяхната съвместимост. От значение са също и физико-механичните характеристики на ОП, обсъдени в Гл. 1 на монографията и публ. 10, 33. За сравняване на якостните показатели на полимерите са проведени ултразвукови измервания на 8 ОП (монография, публ.30). По измерена скорост на акустичните вълни в ОП са определени модулите на Юнг, на ъгловата деформация и модулет на обемна еластичност. Възможно е сравнение с характеристиките на оптичните стъкла, за които в оптичните каталози се дават стойности само от ултразвукови измервания.

Приносите имат подчертан приложен характер. Нашите резултати се цитират в международни списания, специализирани книги по полимерна оптика, чуждестранни дисертации и патенти. За първи път са публикувани измерени ПП с порядък по-точни от известните в литературата, както и рефрактометрични данни за близката ИЧ област от спектъра. Второто основание за широкото цитиране на нашите трудове е изследването и измерването на над 20 полимера за 16 дължини на вълната, което позволява детайлно оценяване на дисперсионното поведение на ОП.

Малка част от представените публикации третират други проблеми на приложната оптика (публ. 1, 19, 23). В публ. 1 са представени експерименталните резултати от изследване свойствата във възбудено състояние на лазерната среда 3,6-диоксифталиimid в различни разтвори. Трябва да се отбележи, че до 2003г. в литературата нямаше публикации върху флуоресцентните свойства на такава система. Приложението на лазерите в медицината и експерименталната биомеханика е обсъдено в публ. 23, в която са включени резултати върху изследване напрегнатите състояния на кости и определяне на изискванията към ендопротезите в ортопедията, получени чрез двуекспозиционен холографско-интерферометричен метод. Публ. 20, 21, 22, 28 разглеждат дидактични проблеми в обучението по физика във ВУЗ. Предложени са оригинални интерпретации и компютърно моделиране на физични експерименти.

10. 01. 2014  
гр. Бургас

Изготвил:

  
(доц. д-р Н. Султанова)