

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ЗА ФИЗИКУ

На седници Научног већа Института за физику одржаној 23. 12. 2014. године именовани смо у Комисију за писање извештаја о поступку за реизбор др Бранке Мурић у звање научни сарадник. Пошто смо прегледали одговарајућа документа и досадашње објављене резултате, а и лично упознали кандидата кроз стручну и научну сарадњу, подносимо Научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Стручно - биографски подаци

Бранка Мурић је рођена 1968. год. у Ужицу, где је завршила основну и средњу школу. Дипломирала је на Факултету за физичку хемију Универзитета у Београду 1996. год. Од 1997. је запослена у Институту за физику. Од тада је учествовала на више научних, технолошких и иновационих пројеката, а сада је у центру за фотонику ангажована на пројекту основних истраживања: “ОИ 171038 Холографске методе генерисања специфичних таласних фронтова за ефикасну контролу квантних кохерентних ефеката у интеракцији атома и ласера“, и на пројекту интердисциплинарних и интегралних истраживања: “ИИИ 45016 Генерисање и карактеризација нано фотонских функционалних структура у биомедицини и информатици“.

Магистарску тезу „Холографске особине дихромираног желатина“ одбранила је на Факултету за физичку хемију 2001. год. под руководством др Дејана Пантелића. У звање истраживач сарадник изабрана је 2002. године.

Докторску дисертацију „Генерисање микрооптичких структура на биолошким полимерима допираним металним јонима“ под руководством др Дејана Пантелића, научног саветника Института за физику, одбранила је 2008. на Факултету за физичку хемију. У звање научни сарадник изабрана је у јуну 2009. године. Први реизбор у научног сарадника био је у марту 2014. године.

До сада је објавила 13 радова у међународним часописима (од тога 7 у врхунским међународним часописима М21, 5 у водећим међународним часописима М22 и 1 у међународном часопису М23) и 43 саопштења на домаћим и међународним конференцијама (од којих је 18 штампано у целини, а 25 у изводу).

2. Анализа научне активности

Научна активност др Бранке Мурић се односи на истраживања у области холографије, микрооптике и биофотонике.

Холографија и њене методе нашле су велике примене у различитим областима науке и технике: електронско–рачунарска техника, аутоматско управљање, обрада информација, уметност, медицина. Практичне примене укључују заштиту докумената и производа, недеструктивно испитивање материјала, а у медицини ендоскопију и томографију.

Област истраживања кандидата била је испитивање нових фотоосетљивих холографских материјала. За практичну примену неопходни су фоторегиструјући материјали високе осетљивости, са великом моћи разлагања (и до 5000 линија/mm), малим шумом и добром стабилношћу у односу на спољне услове (температура, релативна влажност ваздуха). Пошто ни један од њих не задовољава истовремено све услове, данас се интензивно ради на проналажењу нових материјала, као и побољшавању својстава већ постојећих. Такође, приликом избора фотоосетљивог материјала треба водити рачуна о његовој цени и доступности, једноставности физичкохемијске обраде и нетоксичности.

Кандидат је испитивао справљање, наношење и формирање танких фотоосетљивих слојева биополимерног материјала (желатина) допираног јонима хрома. У литератури постоји већи број различитих рецептура за припремање слојева дихромираног желатина (ДЦГ), и карактеристично је да су прилично сложене и да захтевају добру контролу физичких и хемијских параметара. Поред тога осетљивост ДЦГ у зеленом делу спектра је мала, у поређењу са среброхалогенидним емулзијама. Због тога су за запис холограма неопходна дуга времена експозиције, а захтева се и употреба снажних и скувих ласера као што су Ar⁺ или He-Cd. Такође, утицај атмосфере, пре свега влаге на холограм је веома велики тако да она може у прилично кратком року да га уништи.

Кандидат је развио једну варијанту дихромираног желатина, која се одликује једноставном припремом, повећаном осетљивошћу (захваљујући сензибилизацији различитим ксантенским бојама) и одличном атмосферском стабилношћу. Установљене су оптималне методе и услови обраде и развијања експонираних слојева, при чему се за припремање слоја користи желатин који је јефтин и лако се набавља. Проучене су експозиционе и спектралне карактеристике ДЦГ. Испитивана је зависност дифракционе ефикасности од низа фактора: времена експозиције, дебљине слоја за различите концентрације желатина и дихромата, просторне учестаности и старости слоја. Испитивања су вршена на холографским дифракционим решеткама формираним зеленим He-Ne ласером, таласне дужине 543.5 nm. Поред тога извршен је низ експеримената у реалном времену Ar-јонским ласером, таласне дужине 488 nm и њихови резултати повезани су са резултатима добијеним након обраде формиране решетке. Констатовано је да сензибилизација ДЦГ родамином 6G и еритрозином В знатно повећава његову осетљивост у зеленом делу спектра што скраћује време експозиције и истовремено омогућува употребу јефтинијег и једноставнијег зеленог He-Ne ласера за запис холограма. На ДЦГ слоју добијени су и квалитетни холограми који су до сада стари око 10 година и дан данас су без приметог пада квалитета слике.

Микрооптика је грана оптике која се бави дизајном, производњом и применом оптичких компонената димензија мањих од 1 nm и има примену у многим савременим областима: дифракционој оптици, оптичким меморијама, микролитиграфији и фотоничким кристалима. Механичко копирање, холографске технике, запис директним ласерским снопом су само неке од метода које се користе за производњу микроструктура, на различитим материјалима: фотоосетљивим стаклима, композитима, биолошким полимерима и многим другим. Већина од ових метода су сложени, вишестепени, дуготрајни, често скупи процеси који уз то користе и отровне хемикалије.

Кандидат је развио нови, јефтин, нетоксичан материјал који се лако припрема и даје могућност брзог и једноставног формирања микросочива директним ласерским снопом. У питању је желатин сензибилизован тот'хемом и еозином, скраћено означен као ТЕСГ. Све употребљене хемикалије су комерцијално доступне, јефтине и нетоксичне. Тот'хема је орални препарат, раствор који се користи у медицини за

отклањање анемије у људском организму. Раствор је сензибилизован 1% воденим раствором еозина, који се у оваквом облику такође користи у медицини, као антисептик. Установљене су оптималне методе и услови обраде и развијања експонираних ТЕСГ слојева. Одређене су његове апсорпционе особине, дебљина и индекс преламања. Анализом површине профилометром и анализом дифракционих слика које прате формирање сочива утврђено је да имају профил параболе (80 % од апертуре). На ободу сочива формиран је конвексни (испупчен) прстен. Одмах након осветљавања зрачењем Nd:YAG ласера таласне дужине 532 nm и снаге од 60 mW до 100 mW, на ТЕСГ слоју, генерисана су транспарентна, асферична, конкавна микросочива.

Испитане су особине микросочива формираних на ТЕСГ слојевима дебљине 100 μm директним записом снопом Nd:YAG ласера (532 nm). Испитан је утицај снаге ласера, времена експозиције и фокусирања снопа на профил микросочива. Резултати су показали да се фокусирањем ласерског снопа могу добити микросочива пречника мањег од 100 μm . Поред тога, фокусираним ласерским снопом поред дубине и пречника, може се контролисати и фокално растојање микросочива. Квалитет слике добијене посматрањем кроз ТЕСГ микросочива испитиван је експериментално и упоређен са нумеричким прорачунима. Утврђено је да се због профила параболе, добар лик се формира све до конвексне прстенасте структуре која настаје на ивици сочива. Израчунато је и теоријско разлагање од око 60 линија/mm, што је и експериментално потврђено посматрањем стандардне тест слике.

Показано је да је процес производње микросочива репродуцибилан и да даје могућност прављења низова (матрица) са минималним одступањима од сочива до сочива и високим фактором паковања. Претпостављене су и две практичне примене: употреба низова микросочива као ефикасних дифузора и као део Габоровог суперсочива. Показало се да ТЕСГ слој након формирања микросочива остаје еластичан, што даје могућност преношења сочива и на друге супстрате, па и закривљене који су пожељни у многобројним применама. Резултати су показали да се и конвексна сочива могу добити контактним копирањем ТЕСГ сочива у слојеве композита (зубног полимера). Формиране реплике су својим профилом, у потпуности одговарале оригиналним сочивима Поред тога, испитане су и холографске особине ТЕСГ слоја и на њему су регистроване синусоидне дифракционе решетке, као најједноставнији тип холограма.

Пошто је сам механизам настајања микросочива сложен кандидат се бавио и термовизијском анализом самог процеса. Резултати термовизијске анализе су показали да на процес формирања микросочива поред топљења желатина, утиче састав ТЕСГ слоја и фотохемијске реакције. Кандидат испитује и особине микросочива различитим микроскопским техникама (SEM, AFM, интерферометријска микроскопија).

Извршена је и карактеризација микросочива нелинеарном микроскопијом. За разлику од других метода (нпр. интерферометријске) које се односе на анализу површине узорка, нелинеарна микроскопија је омогућила испитивање и по дубини (запремини) микросочива, тј. пружио је додатне запреминске информације. Метода је једноставна и не захтева компликоване нумеричке алгоритме за добијање слике из забележених флуоресцентних сигнала и сигнала трећег хармоника.

Испитиван је и утицај различитих параметара на квалитет слике, еластичне особине, могућност брзог добијања матрица великих површина са циљем примене у биомедицини, биомиметици, адаптивним микросочивима, филтрима за заштиту од ласерског зрачења... Кандидат је припремио и раствор сличан тог'хеми како би заменио комерцијални, а који би задржао или чак побољшао особине овог материјала.

Како се холографија већ одавно примењује и у биомедицинским наукама, кандидат је користио метод холографске интерферометрије у реалном времену намењен испитивању деформације зубног ткива. Развијен је уређај за холографску интерферометрију у реалном времену, који омогућава да се прати процес деформисања зуба, са шупљином која је испуњена зубним полимером, од почетка до краја полимеризације.

Ради се о испитивању проблема који је већ одавно присутан у стоматологији. Наиме, савремене пломбе нису више амалгамске, већ су то фотополимеризујући композити, у виду пасте, што даје могућност да се веома лако испуни зубна шупљина (кавитет). Након осветљавања плавом светлошћу пломба је полимеризована и постаје веома чврста. Тада се јавља и проблем, јер током полимеризације, композитна пломба се скупља (контрахује) и почиње да делује одређеним притиском на преостало, здраво, зубно ткиво. То доводи до деформације зуба, која може бити довољно велика и оштетити зуб или одвојити саму пломбу. Процес деформације зуба бележи се у виду филма CCD камером везаном за рачунар. Резултати мерења деформације зуба због контракције композита су показали да се зуб постепено деформише са максимумом угибања на врху зуба. На основу експерименталних резултата и модела израчунато је и унутрашње напрезање. Техника омогућава тестирање различитих метода полимеризације, различитих типова зубних полимера, а све у циљу смањења деформација узрокованих полимеризационом контракцијом. Резултати су такође указали и на постојање постполимеризационе реакције, односно на наставак контракције и након осветљавања.

3. Мишљење и предлог

На основу свега што је изнесено дошли смо до закључка да досадашње научне активности др Бранке Мурић представљају оригиналан допринос у области холографије, микрооптике и биофотонице. Њени радови су публиковани у врхунским међународним часописима и имају одјек у светској научној јавности. Посебно треба истаћи и њен индивидуални допринос у експерименталном раду.

Сматрамо да др Бранка Мурић испуњава све услове Закона о научно истраживачкој делатности и Правилника о стицању научно истраживачких звања Министарства просвете науке и технолошког развоја Републике Србије за реизбор у звање научни сарадник.

На основу свега

ПРЕДЛАЖЕМО

Научном већу Института за физику да кандидата др Бранку Мурић предложи за реизбор у звање НАУЧНИ САРАДНИК.

Београд, 27. 01. 2015.

Комисија:

1. Др Дејан Пантелић
научни саветник Института за физику у Београду

2. Др Бранислав Јеленковић,
научни саветник Института за физику у Београду

3. Проф. др Мирослав Кузмановић,
ванредни професор Факултета за физичку хемију у Београду