

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“, обявен от Институт по Оптични Материали и Технологии – БАН (ИОМТ-БАН) в ДВ бр. 35/10.05.2022 г. в професионално направление 4.1. „Физически науки“, научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“, за нуждите на направление „Оптични материали“

Кандидат: Катерина Емилова Лазарова, доктор, главен асистент в ИОМТ -БАН

Рецензент: проф. д-р Албена Паскалева Дончева, ИФТТ-БАН

Обща характеристика на представените материали

Единствен кандидат в конкурса за акад. длъжност „доцент“ за нуждите на направление „Оптични материали“ към ИОМТ-БАН е гл.ас. д-р Катерина Емилова Лазарова. Кандидатът е представил всички необходими документи за участие в конкурса, изисквани съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности и специфичните изисквания на ИОМТ-БАН. Материалите изцяло покриват тематиката на конкурса.

Катерина Лазарова се дипломира като магистър по физика от Софийския Университет „Св. Кл. Охридски“ през 2006 г. От 2006 г до 2013 г. работи като учител по физика и астрономия. В периода 2013-2015 г. е докторант в Институт по оптически материали и технологии (ИОМТ), БАН и получава научната степен „доктор“. От 2016 г до момента работи последователно като асистент и главен асистент в ИОМТ, БАН.

Общият брой научни публикации на кандидата е 41, от които 25 статии в списания с импакт-фактор (ИФ) или импакт ранг. Общият брой на забелязаните цитирания в научната литература е 110, Хирш индекс – 6.

К. Лазарова участва в конкурса с общо 20 от научните си трудове. Тези публикации не са ползвани в предшестващи процедури за придобиване на научни степени и звания. Кандидатът участва в конкурса с еквивалент на хабилитационен труд (група показатели В), състоящ се от 6 публикации и с 14 статии, извън хабилитационния труд (група показатели Г). Всички те могат да бъдат тематично обединени в областта синтез и изследване на органични и неорганични материали за оптични сензорни приложения. От публикациите в хабилитационния труд 3 са в категория Q1; 1 - в Q2, 1 - в Q4 и 1 със SJR, с което кандидатът събира 117 т. Във всички публикации д-р К. Лазарова е първи автор, което е безспорно доказателство за водещия ѝ принос. Извън хабилитационния труд (група показатели Г) кандидатът участва в конкурса с 14 статии, от които 6 в категория Q1 или Q2, 5 – в Q4 и 3 рецензирани доклада, публикувани в пълен текст в сборници на конференции (списание без IF, с импакт ранг). От представените научни активи по група показатели Г кандидатът събира общо 230 т. В конкурса, кандидатът участва с 31 цитата на свои работи.

По всички показатели точките на кандидата надвишават минималните национални изисквания за длъжност „доцент“.

Д-р К. Лазарова също има активно участие в 19 проекта, включително е ръководител на 5 от тях и 60 участия в научни конференции. Има няколко награди за най-добра лекция или постер от научни конференции, както и две краткосрочни стипендии за обучение.

Обща характеристика на научната и научно-приложната дейност на кандидата

Дейността на кандидата е насочена към получаване и изследване на тънки слоеве от функционални материали - както органични (полимери), така и неорганични (зеолити, метални окиси), и приложението им в сензорни устройства, работещи на оптичен принцип. За получаване на материалите и нанасянето им като тънки слоеве основно се използват зол-гел метод и центрофужно отлагане. Получените материали след това се характеризират със структурни и оптични методи, за да се установят и оптимизират свойствата им. Изследванията на свойствата на материалите винаги е обвързано с конкретно тяхно приложение, като фокусът е върху оптични сензорни устройства за влага или ацетон. Всички изследвания имат подчертан интердисциплинарен характер и са извършени от не много големи авторски колективи (между 4 и 7 учени). В основната си част колективите са български, като прави впечатление активното сътрудничество с други институти – Институт по полимери, Технически Университет-София, Инст. по електрохимия и енергийни системи, Инст. по обща и неорганична химия.

Основни научни и научно-приложни приноси

От представената авторска справка за научните приноси могат да се обособят четири теми, по които работи кандидатът.

Статиите под номера 1 - 6, представени като хабилитационен труд, както и статия под номер 20, попадат под общо заглавие: „Тънки полимерни слоеве като оптични сензори за влага“. Полимерни слоеве са използвани като сензори на влага поради предимствата, които те предлагат – лесно нанасяне под форма на тънки слоеве; възможност за промяна на състава и архитектурата им с цел промяна на свойствата в желаната посока и постигане на желаната функционалност. Избрани са оптични принципи на детекция, а именно промяна на цвета, отражението и/или оптичестката пропускливост на слоевете под действие на влага, тъй като те са сравнително лесни за приложение, не изискват работа при високи температури и имат добра чувствителност и точност. Полимерите се получават чрез редукционно-окислителна полимеризация във водна среда и се нанасят центрофужно като тънки слоевете върху подходяща подложка. Изготвени са полимери с различен състав и структура – поли (N, N-диметилакриламид) ПДМА-съполимери; поливинилалкохол ПВА – съполимери, и са изследвани оптичните им и сензорни свойства под действие на влага. Изследвана е промяната на тези свойства в зависимост от състава и архитектурата на полимерните слоеве с цел установяване най-подходящата комбинация от гледна точка на използването им като сензори за влага. Като по-значителни резултати бих изброила:

- Показано е, че съполимери поли (N, N-диметилакриламид) – поли(етиленоксид) (ПДМА/ПЕО) с различен състав и структура променят цвета си под действие на влага, вследствие на значително раздуване на слоевете и съпътстваща промяна в спектрите им на отражение. Това прави ПДМА/ПЕО съполимерите много атрактивни от гл. т. използването им като оптични сензори на влага.
- Демонстрирано е, че химичната структура и състав, както и макромолекулната архитектурата (звездовидна, триблокова или разклонена) на ПДМА-съполимерите имат решаващо влияние върху оптичното им поведение и сензорните им свойства. Показано е, че полимер с разклонена макромолекулна архитектура има най-добра чувствителност към влага, както и сензорни характеристики.
- Демонстрирано е, че многослойни Bragg структури и тънки метални слоеве покрити с тънък филм от съполимер на базата на разклонен поли(N,N-диметилакриламид) с оптимизирана дебелина могат да бъдат използвани като сензори на влага, работещи в режим на пропускане. Установено е, че оптималната сензорна конфигурация с полимерен филм с дебелина 300 nm, отложен върху тънък Au-Pd филм с дебелина 30 nm, при която са постигнати много висока чувствителност и разделителна способност.
- Слоеви от поливинилалкохол (ПВА) модифициран с винилацетал с оптимално съдържание на ацетал около 24%, дебелина 80 nm и последващо отгряване на 60 °C демонстрират най-добри сензорни характеристики. Тези характеристики допълнително се подобряват чрез добавяне на 20% SiO₂ наночастици. Така получените слоеве реагират в целия динамичен диапазон и показват линейна зависимост на измервания сигнал като функция на относителната влажност.
- Разработен е гъвкав и прозрачен оптичен сензор за влажност на полимерна основа. Сензорът се състои от предварително метализирана PET подложка, покрит с тънък филм от поли(винил алкохол-ко-винил ацетал). Получено е повишаване на чувствителността с повече от 40% след огъване за относителна влажност по-висока от 75%, и подобряване на разделителната способност от 0,6% RH до 0,4% RH. Показано е, че до 1000 деформации на огъване не оказват съществено влияние върху морфологията на повърхността и оптичното качество на сензора.

Приносите по тази тема бих класифицирала като научни (получаване на нови и потвърдителни данни) и научно-приложни (създаване на сензорни устройства). Някои от резултатите могат да се считат за приоритетни в областта на изследванията на сензори на влага базирани на полимерни слоеве.

Втората тематична област обхваща изследвания на зеолитни филми от гл.т. приложението им в различни оптични и сензорни устройства (статии под номера 7, 9, 12, 15, 16, 18). Зеолитите са кристални алумосиликати, които привличат особен интерес, тъй

като притежават пореста структура с ясно дефинирани подредба, форма и размери на порите. Освен това, те могат да бъдат получени под форма на тънки слоеве с различен състав, морфология, размери на порите, както и могат да бъдат включвани в матрицата на други съединения. Всичко това позволява промяна на химичните и физичните им свойства в много широк диапазон в зависимост от конкретното им приложение. Като по-значителни резултати по тази тематика бих посочила:

- Тънки непрекъснати зеолитни слоеве са получени чрез центрофужно отлагане от водна дисперсия на нанокристали SiO_2 с мордеритна структура (Si-MFI). Демонстрирана е възможността за контрол на оптичната дебелина на слоевете чрез промяна на концентрацията и/или скоростта на отлагане. Показано е, че тези зеолитни слоеве могат да се използват като антирефлексно покритие в широк оптичен диапазон;
- Тънки филми от оксо-зеолитни композити (зеолитни кристали с MFI или EMT структура, включени в SiO_2 или Nb_2O_5 матрица) са отложени чрез центрофугиране, като се използват предварително синтезирани зол-гел суспензии. Показано е, че в случая на Nb_2O_5 матрица, показателят на пречупване на получения композит може да бъде настроен в много широк диапазон (от 2.02 до 1.11) в зависимост от количеството на зеолита;
- Зеолити, синтезирани от пепел, произведена при работата на въглищни теплоцентрали (fly ash zeolites (FAZ)), са използвани за отлагане на тънки зеолитни или оксо-зеолитни композитни слоеве. Изследван е потенциалът на тези слоеве за различни сензорни и каталитични приложения в зависимост от състава и технологията на получаването им и са получени някои обещаващи резултати. Например, тънки слоеве FAZ модифицирани с меден оксид, имат висока каталитична активност поради образуването на допълнителни каталитични центрове. Показано е, че тънки слоеве от Nb_2O_5 легирани с FAZ демонстрират чувствителност към пари на ацетон. Установено е, че чрез мокро смилане на FAZ може да се променят и контролират сензорните свойства на Nb_2O_5 /FAZ нанокомпозити в желаната от нас посока. Оптимизиран е технологичния процес с цел получаване на слоеве с най-големи обем на порите и площ на специфичната повърхност. Тези резултати са от голямо значение, тъй като използването на изобилните ресурси от въглищна пепел в различни технологии е важна стъпка към реализацията на електроцентрали с нулеви емисии.

Приносите по тази тема бих класифицирала като научни, свързани с получаване на нови данни за физичните и химични свойства на зеолити и техни нанокомпозити, и научно-приложни, свързани с техни възможни практически приложения.

Третата тематична област, в която са насочени изследванията на кандидата, е свързана с разработване на фотонни кристали на базата на метални оксиди и нанокомпозити. Като материали са използвани Nb_2O_5 , Ta_2O_5 или V_2O_5 , получени чрез зол-

гел метод. Оптимизирани са параметрите на процеса на отлагане с цел постигане на контрол върху дебелината на слоя, неговия показател на пречупване и коефициент на поглъщане. Основните резултати по тази тематика са:

- Показано е, че може да се постигне прецизен контрол на дебелината на Nb_2O_5 филм чрез контролиране концентрацията на зола; чрез отгряване в температурен диапазон 60-650 °C е постигната промяна на n в относително широк диапазон от 1.82 до 2.20. Изследвано е и влиянието на стареенето на Nb зол, върху оптичните свойства и дебелината на филмите; разработен е метод за получаване на порьозни слоеве чрез използване на съполимер Pluronic като органичен шаблон. Разработени са Bragg многослойни структури от редуващи се плътни и порести тънки Nb_2O_5 слоеве с дебелина четвърт дължина на вълната. 7-слойни структури демонстрират повече от 10 пъти увеличение на чувствителността към пари на ацетон в сравнение с еднослойни. Доказано е, че допълнително повишаване на чувствителността може да бъде постигнато чрез въвеждане на дефектен слой с оптична дебелина около $3\lambda/4$.
- Оптимизирана е технология на основата на зол-гел метод и центрофужно отлагане за получаване на тънки, прозрачни слоеве от V_2O_5 с висок показател на пречупване и добро оптично качество. Демонстрирано е, че тези слоеве, както и техни комбинации със зеолит са чувствителни към пари на ацетон и могат да се използват като оптични сензори.
- Получени са тънки Ta_2O_5 слоеве с мезоструктура, постигната чрез използване на органични шаблони от четири Pluronic полимера. Постигната е модулация на показателя на пречупване в диапазона от 1.94 до 1.48 в зависимост от вида и концентрацията на полимера. Изследван е и сензорният отклик на тези материали към пари на ацетон и е установен оптималният състав на слоевете, при който се получава най-голяма чувствителност.

Приносите по тази тема бих класифицирала основно като научно-приложни, свързани с разработване на технология и приложение на материали в сензорни устройства.

Последната тематика обхваща три статии (номера 11, 17, 19 от авторската справка) и е посветена на изследване на слоеве ZrO_2 , чисти и легирани със Sm^{3+} .

- Разработена е технология на основата на зол-гел метода, чрез която са получени прозрачни и хомогенни слоеве. Изследвани са ZrO_2 слоеве с различни добавки (HNO_3 , AcAc, AcAc-PEG) с цел подобряване свойствата на слоевете.
- Получени са легирани със Sm^{3+} ZrO_2 слоеве с високо оптично качество. Демонстрирана е ефективността на ZrO_2 като матрица, която увеличава емисията от Sm^{3+} и е установена оптимална концентрация на Sm^{3+} , при която се получава максимално излъчване. Установено е, че легирането със Sm^{3+} увеличава интензитета на фотолуминесценция и отменя фотолуминесцентния пик към червения цвят.

Отражение на научните публикации на кандидата в нашата и чуждестранна литература

Работите на гл.ас Катерина Лазарова са намерили добър международен отзвук, като независимите цитирания са общо 110, а Хирш индексът е 6. За участие в конкурса бяха представени общо 31 цитирания на две статии, които обаче не се съдържат в авторската справка. В последствие кандидатът представи списък на цитиранията на статиите, участващи в конкурса, който съдържа общо 41 цитата. Това е достатъчно да се покрият минималните изисквания по ЗРАСРБ. Най-цитираната работа (Materials 13, 9 (2020)) има 13 позовавания в научната литература.

Лични впечатления, въпроси и критични забележки

Не познавам лично кандидата и нямам критични забележки. Имам няколко въпроса към кандидата.

- Сушенето на слоевете и високо-температурното им отгряването (когато има такова) се извършва на въздух. Това не въвежда ли нежелани замърсяващи елементи?
- При някои от слоевете, които се изследват като сензори на влага, се наблюдава хистерезис, като кривата при намаляваща концентрация е под кривата при увеличаваща се концентрация. Това е обратно на очакванията, тъй като възстановяването обикновено изисква по-дълго време от сензорния отклик. Имате ли обяснение на този ефект?
- Изследвали сте няколко различни пентоксида (Nb_2O_5 , Ta_2O_5 или V_2O_5) и всички те демонстрират чувствителност към ацетон. Според вас, кой от тези окиси има най-добри свойства от гл. т. сензор на ацетон.

Гореизложените факти ми позволяват да заключа, че гл. ас. д-р Катерина Лазарова удовлетворява всички изисквания на ЗРАСРБ за заемане на академичната длъжност „доцент“. Представените ми материали по конкурса, както и посочените приноси ми дават основание убедено да препоръчам на научното жури да предложи на Научния съвет на ИОМТ, БАН да присъди на гл. ас. д-р Катерина Лазарова академичната длъжност „доцент“ по професионално направление 4.1 „Физически науки“

07.09.2022

София

Изготвил:

(проф. д-р Албена Паскалева)