

## РЕЦЕНЗИЯ

**ОТ** ПРОФ. Д-Р ЗАРА ЧЕРКЕЗОВА-ЖЕЛЕВА, ИНСТИТУТ ПО КАТАЛИЗ – БАН, ЧЛЕН НА НАУЧНОТО ЖУРИ

**ОТНОСНО:** КОНКУРС ЗА ЗАЕМАНЕ НА АКАДЕМИЧНА ДЛЪЖНОСТ ДОЦЕНТ В ПРОФЕСИОНАЛНО НАПРАВЛЕНИЕ 4.2 „ХИМИЧЕСКИ НАУКИ”, НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ 01.05.16 „ХИМИЧНА КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ” ЗА НУЖДИТЕ НА ЛАБОРАТОРИЯ „РЕАКТИВНОСТ НА ТВЪРДИ ПОВЪРХНОСТИ”, ОБЯВЕН В ДВ БР. 36 ОТ 03.05.2019 Г.

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на заповед РД-09-87/01.07.2019 г. на директора на ИОНХ-БАН, издадена на базата на решение на НС на ИОНХ-БАН, протокол № 9/27.06.2019 г. във връзка с избор на доцент по обявен конкурс в ДВ бр. 36 от 03.05.2019 г.

### 1. Становище за представените материали:

Единствен кандидат в конкурса за заемане на академичната длъжност „доцент” е **гл. ас. д-р Станислава Методиева Андонова** от научна група „Реактивност на твърди повърхности“, ИОНХ-БАН. Представеният ми комплект материали на електронен носител съдържа всички необходими документи, описани в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Института по обща и неорганична химия – БАН. Гл. ас. д-р Станислава Андонова отговаря на посочените условия. За участие в конкурса тя е приложила общо 32 научни труда, като в конкурса участват 22 научни труда, които са извън дисертацията. От представената в материалите справка за изпълнение на критериите по чл. 5 на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ-БАН се вижда, че по всеки от показателите д-р Станислава Андонова има необходимия брой точки, като по някои показатели (Д, Б, Г и Ж) този брой значително надхвърля минималните изисквания. Кандидатът участва в конкурса с общо **1075** точки, при необходими 500 т.

### 2. Биографични данни и професионално развитие:

Гл. ас. д-р Станислава Андонова завършва висшето си образование в Химикотехнологичен и Металургичен Университет, гр. София през 2000 г. със специалност „Химични Технологии - Технология на неорганичните вещества”. През 2005 г. придобива образователна и научна степен "доктор" в Институт по катализ-БАН, по научна специалност 01.05.16: „Химична кинетика и катализ”, под ръководството на проф. дн Л. Петров и доц. Ч. Владов, с дисертация на тема: „Получаване и охарактеризиране на модифицирани Ni(Co)-Mo катализатори за хидродесулфуриране”, диплома №: 29897, присъдена ѝ от Висшата атестационна комисия на 01.08.2005 г. През 2005 година д-р Андонова спечелва конкурс за гл. асистент и работи в ИК-БАН на тази длъжност до 2013г. От 2013 до 2015 г е назначена в ИОНХ-БАН на длъжност химик. От 2015 г. и досега, след спечелване на конкурс, тя работи като гл. асистент в ИОНХ. Към 01.07.2019 г. има стаж по специалността, който е повече от изискуемия в нормативните документи за конкурса за заемане на академична длъжност „доцент“ в ИОНХ-БАН. Значителен принос за нейното научно развитие имат спечелените от кандидата стипендии и пост-докторантски позиции за провеждане на специализации водещи научни центрове в чужбина:

- Изследователска стипендия по Европейска програма “Мария Склодовска - Кюри“ на тема „Intensive Program for Transfer of Knowledge to Eastern European

Reference Pole for Micro- and Nanotechnologies – NANOTEC-EST”, Politehnica University of Bucharest, Румъния (4 месеца, 2006 г.).

- Пост-докторант по проект на тема „Surface Science Studies on Two and Three Dimensional Nanocatalysts for Solving Catalytic Sulfur Poisoning Problem”, Bilkent University, Турция (2007 - 2010 г.).

- Пост-докторант по проект на тема „Изучаване на каталитични процеси за редукция на азотни оксиди за намаляване на емисиите от двигатели, използващи конвенционални или алтернативни горива“, Competence Centre for Catalysis, Chalmers University of Technology, Швеция (2011 - 2013 г.).

### **3. Анализ на научната и научно-приложната дейност на кандидата:**

#### ***Научни публикации***

Общият брой публикации на д-р Станислава Андонова, представени за участие в конкурса е 32. Те включват 30 научни статии и 2 заявки за патент, които са публикувани в реферирани издания, а 27 са в реферирани от Scopus/Web of Science издания. Не са установени данни за плагиатство за всички представени публикации. Кандидатът участва в конкурса с 22 публикации. 20 от тях са статии в научни списания, включени в базата данни на Scopus/Web of Science, както и 3 заявки за патент. Публикациите, представени за участие в конкурса, не повтарят тези за придобиване на образователна и научна степен "доктор". Заслужава да се отбележи, че в по-голяма част от публикациите по конкурса (19 от 32, т.е. 59%) д-р Андонова е първи автор, а в 8 от 32 (25%) е втори автор. Сред 22-те публикации, които са отпечатани след придобитата степен „доктор”, тя е първи или втори автор респективно в 59 % (13 от 22) и 23% (5 от 22) от заглавията, което показва водещия ѝ принос в разработката на представените научни трудове и свързаните с тях приноси. Голяма част от резултатите от научноизследователската дейност на д-р Андонова са публикувани в авторитетни международни списания в област Q1 (WoS или Scopus): Catalysis Today, Journal of Physical Chemistry C, Molecular Catalysis, Applied Catalysis B, Chemical Communications, Microporous and Mesoporous Materials, Physical Chemistry Chemical Physics, Journal of Catalysis и др.

Публикациите, участващи в конкурса, са разделени в две групи, покриващи показатели В и Г, съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН. В първата група - показател В „Хабилитационен труд - научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (WoS или Scopus)“ са представени 8 публикации и 1 заявка за патент или полезен модел. По този показател изискуемите 100 т. са многократно надвишени с получените 200т. Всичките 8 статии са в списания в Q1 област (WoS или Scopus) и в колектива на всички 9 публикации д-р Андонова е първи автор. Във втората група са представени 11 статии, покриващи показател Г-7, с общо 255 точки и всички те са публикации в Q1 и Q2 списания. По показател Г-10 са представени две публикувани заявки за патент или полезен модел (30т.). С това в показател Г се получава сума от общо 285 точки при необходимите 220 точки.

#### ***Участия в научни форуми и научни проекти***

Резултатите от изследванията, са представени като общо 24 участия в международни и национални научни форуми с 6 устни доклада на семинар/ национален форум, както и 7 устни и 11 постерни доклада на международни научни форуми. По-голяма част от устните доклади (10 от 13) са представени от д-р Андонова, както и 5/11 от постерните съобщения. Участието в престижни научни форуми и изнесените устни и постерни доклади безспорно имат значителен принос за нейното научно развитие,

въпреки че нямат формално отражение в показателите за оценка по конкурса. Кандидатът е участник в работния колектив на 3 международни и 3 национални научни или образователни проекта. Представените изследвания и публикации са тясно свързани с изпълнението на съответните проекти.

#### **Отзвук на научните публикации**

Показател за значимост на научните резултати от изследванията на д-р Ст. Андонова е големият брой цитати на нейните публикации. Върху 24 от публикациите са забелязани общо 384 цитати, от които 315 са в базата данни на Scopus/Web of Science. Върху 18 публикации, включени в конкурса, са приложени като списък общо 254 цитата, от които 215 са в базата данни на Scopus/Web of Science. С това по показател Д кандидатката получава 430 т., които над 7 пъти надвишават необходимите 60 т. за длъжност „доцент” съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН. Индексът на Хирш (показател Ж) въз основа на всички публикации на кандидата е 10. Д-р Андонова е регистрирана в НАЦИД (<https://ras.nacid.bg/dissertation-preview/28824>), където са ѝ признати образователна и научна степен "доктор" и академичната длъжност „гл. асистент“.

В обобщение трябва да се отбележи, че според представените материали, кандидатът по настоящия конкурс, по всеки от наукометричните показатели, д-р С. Андонова значително надвишава заложените изисквания към кандидатите за длъжността „доцент” съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИОНХ – БАН.

#### **4. Оценка на научните и научно-приложните приноси на кандидата:**

Основни научни приноси от фундаменталните и приложните изследвания на д-р Станислава Андонова са фокусирани върху актуална за европейските и националните приоритети тематика – дизайн и приложение на нови материали като катализатори за опазване на околната среда. Изследванията са свързани с разработване на нови по-ефективни и перспективни катализатори, с приложение в различни технологии на автомобилната индустрия за контролиране на замърсяванията на атмосферния въздух с емисии от азотни оксиди ( $\text{NO}_x$ ). **Хабилитационният труд** на д-р С. Андонова включва резултатите от изследвания в **две тематични направления** (публикации № 1-9):

**1. Разработване и изследване на нови ефективни метало-оксидни катализатори, използвани за редукция  $\text{NO}_x$  чрез акумулиращо-редукционен катализ.**

**2. Разработване и изследване на нови метал-обменени зеолити, използвани като ефективни катализатори за селективна каталитична редукция на  $\text{NO}_x$  с амоняк.**

Фундаменталните и приложните изследвания, представени от кандидата **извън хабилитационния труд** (№10-22) са включени в 13 публикации. Научните и приложните приноси на д-р Андонова са свързани с дизайн и приложение на нови материали като катализатори и адсорбенти за опазване на околната среда - контролиране на вредни емисии от азотни оксиди ( $\text{NO}_x$ ) и въглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) в атмосферния въздух. Приносите на кандидата в проведените изследвания извън хабилитационния труд добавят **трето тематично направление** към посочените по-горе:

**3. Изследване на нови и перспективни материали, използвани като адсорбенти за пречистване на газове и селективно разделяне на газови смеси.**

По първите две направления в извън хабилитационния труд са продължени и разширени изследванията, представени като хабилитационен труд.

**Научните постижения в първото направление** са свързани с научно обосновано търсене на нови катализатори за редукция на  $\text{NO}_x$  чрез акумулиращо-редукционен катализ, наложено от непрекъснато повишаващите се екологични изисквания към автомобилната индустрия, както и с търсене на нови технологии и материали, осигуряващи по-прецизен контрол и по-пълно обезвреждане на емисиите от  $\text{NO}_x$ . Изследван е ефектът от модифициране на повърхността на изследваните материали върху механизма и вида на формираните адсорбирани съединения, валентното и координационно състояние на нанесените метални фази, повърхностна киселинност и др. Широко са използвани и развивани възможностите на инфрачервената (ИЧ) спектроскопия на адсорбирани молекули от  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}+\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{D}_2$  и др. Чрез динамични адсорбционни/десорбционни измервания са определени основните адсорбционни характеристики на изследваните образци. Каталитичните тестове върху монолитни катализатори са проведени на пилотна поточна каталитична инсталация при условия, близки до тези в индустриалната практика. Физико-химичните методи за анализ включват детектираща система от мас-спектрометър и ИЧ газов анализатор за измерване на концентрацията на отделните компоненти в газовата смес, които се допълват с микрокалориметричен анализ, температурно-програмирана десорбция/редукция (ТПД/ТПР), рентгенова дифракция, трансмисионна електронна микроскопия и раманова спектроскопия. Осъществени са систематични изследвания за проследяване влиянието от модифициране на структурата и моделиране на нови адсорбционни и редукционни свойства на класическия акумулиращо-редукционен  $\text{Pt}/\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  катализатор, чрез добавяне на метали или метални оксиди:

а) установено е влиянието на добавки от  $\text{CeO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$  към катализатора и тяхната роля в процеса на акумулиране и редукция на азотните оксиди, като чрез ИЧ спектроскопия е изследван механизма на взаимодействие на  $\text{Pt}/\text{CeO}_2/\text{ZrO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  катализатор с  $\text{H}_2/\text{D}_2$  (№ 1-2).

б) при систематично изследване на адсорбцията на  $\text{NO}_2$  върху  $\text{Pt}/\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  катализатор (№ 3), са получени важни за практиката резултати за значителни различия на топлината на адсорбция на образуваните повърхностни съединения, в сравнение с термодинамичните данни за обемните им аналози. Установени са данни в подкрепа на отрицателното въздействие на  $\text{CO}_2$  върху процеса на адсорбция на азотните оксиди.

в) детайлно е изследван механизма на адсорбция и редукция на  $\text{NO}_x$  с водород или амоняк при промотиране на класическия  $\text{Pt}/\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  катализатор с  $\text{Rh}$  (№ 4, 10-11), при което е установена по-висока дисперсност на активната фаза и синергичен ефект на добавянето на  $\text{Rh}$ . То има съществена роля върху адсорбционния капацитет, както и върху скоростта на миграция на адсорбираните  $\text{NO}_x$  съединения на повърхността, като осигурява последващата десорбция на  $\text{NO}_x$  при по-ниски температури.

г) намиране на оптималната структура на повърхността на тройната оксидна  $\text{BaO}/\text{TiO}_2/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  система с оптимален адсорбционен капацитет по отношение на  $\text{NO}_2$  (№ 5-6) чрез добавки от различни метални оксиди ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}_x$ ,  $\text{CeO}_2$ ) към катализатора, както и чрез вариране условията на получаване на добавката за случая на  $\text{TiO}_2$ .

д) установено е влиянието от добавяне на  $\text{FeO}_x$  към двукомпонентната оксидна система  $\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  и неговата роля в процеса на акумулиране на  $\text{NO}_x$  (№ 12). Синтезирани са тройни оксидни системи  $\text{FeO}_x/\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  с вариране на съдържанието на отделните компоненти в нея, чийто структура и морфология предопределят различията в адсорбционния капацитет на образците по отношение на  $\text{NO}_2$ . Внасянето на  $\text{Fe}$  в системата  $\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  води до образуването на допълнителни адсорбционни  $\text{Fe}$ -центрове, чийто окисление и редукция променя скоростта на процеса на окисление на нитритите до нитрати.

е) на базата на дву-компонентната система  $\text{Ag}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  е разработен адсорбент с приложение в т.нар. пасивно акумулиране на  $\text{NO}_x$  при ниски температури с последваща редукция на адсорбираните  $\text{NO}_x$  съединения при повишаване на температурата (№ 13 – 14). Новият материал позволява акумулиране на значително по-голямо количество  $\text{NO}_x$  на повърхността му в сравнение с конвенционално използвания класически акумулиращо-редукционен  $\text{Pt}/\text{BaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  катализатор. Важно технологично предимство на този адсорбент е и възможността за неговата регенерация след насищане с  $\text{NO}_x$  при сравнително ниски температури (под  $400^\circ\text{C}$ ).

Научната дейност на д-р Андонова включва и оригинални научно-приложни приноси с важно практическо значение. В резултат от изследванията по **второто направление** са публикувани в 3 научни труда (№ 7-9) и 3 заявки за патент /полезен модел. Те са свързани с разработването и изследването на нови метал-обменени зеолитни катализатори. Фокусирани са върху тяхната ефективност и дезактивиране при високата температура, необходима за регенериране на филтъра за прахови частици, както и от присъствието на водни пари,  $\text{CO}_2$ , серни и фосфорни съединения в отработените газови смеси. Д-р Андонова е първи автор в колектива, направил важно научно-приложно откритие, което е основа на публикация 7 и подадените заявки за патент 8, 15 и 16 с индустриална собственост и авторското право на Ford Global Technologies. В търсене на нови високо активни катализатори за ограничаване на екологичните проблеми, свързани със замърсяването на атмосферния въздух с  $\text{NO}_x$  от превозните средства с дизелови двигатели, е синтезиран и изследван нов тип уникален Fe- обменен SAPO-34 зеолит със значително подобрена хидротермична стабилност в сравнение с конвенционално използвания състав  $\text{Cu}/\text{CHA}$ . Установена е и по-висока ефективност на същия материал в селективна каталитична редукция на  $\text{NO}_x$  при високи температури ( $600\text{--}750^\circ\text{C}$ ), в сравнение с конвенционално използвания търговски  $\text{Cu}/\text{CHA}$  катализатор. Създадена е комбинирана двойна каталитаторна монолитна система с първи слой  $\text{Fe}/\text{SAPO-34}$  и втори  $\text{Cu}/\text{CHA}$ , при която се постига компенсаторен ефект и висока каталитична активност в широк температурен диапазон ( $200\text{--}800^\circ\text{C}$ ) на провеждане на процеса.

В други изследвания (№ 9 и 17) са установени важни за практиката зависимости и механизъм за химично отравяне и дезактивиране на катализатори за почистване на емисиите от  $\text{NO}_x$  от превозните средства с дизелови двигатели, в резултат на наличието на различни примеси в биодизела и добавките в смазочните масла. Проведени са сравнителни анализи на каталитичното поведение на свежи и отровени образци  $\text{Cu}$  - обменен BEA зеолит и  $\text{Cu}/\text{SAPO-34}$  катализатор в широк температурен интервал в присъствие на фосфор-съдържащи примеси или респективно  $\text{SO}_2$ . Направено е сравнение с механизма на съответните каталитични реакция в отсъствие и присъствие на  $\text{NO}_2$  в газовата смес.

Проведен е задълбочен анализ на ефекта от вариране на съдържанието на активния компонент в  $\text{Cu}$ -обменени BEA катализатори върху механизма на  $\text{NH}_3$  селективна каталитична редукция (№ 18).

**В третото направление** са получени материали с приложение в мембранните технологии като адсорбенти за улавяне и съхранение на  $\text{CO}_2$ , както и за пречистване, и селективно разделяне на газови смеси (№ 19-21). Научните и научно-приложните приноси на кандидата са свързани с уточняване природата на адсорбционните центрове и геометрията на координиране на адсорбатите върху различни метал-органични структури (MOC) чрез ИЧ спектроскопия. С използване на две молекули-сонди ( $\text{CO}$  и  $\text{N}_2$ ) по т. нар. метод на водородната връзка е определена повърхностната киселинност на MIL-53(Al), който е нов тип MOC структура. Установено е наличие на три типа хидроксилни групи, които участват във водородна връзка с решетката. Важен

методологичен принос е определянето на действителната честота на трептене на тези групи. Изследването е допълнено с ИЧ спектроскопски анализ на CO<sub>2</sub>, адсорбиран при ниски температури върху MIL-53(A1) и NH<sub>2</sub>-MIL-53(A1) (№ 20 - 21). Наблюдавано е вибрационно взаимодействие на адсорбираните върху съседни центрове CO<sub>2</sub> молекули с образуване на димери. Представено е първото спектроскопско доказателство за това, че при повишаване на покритието става свиване на порите на материала, което е провокирано от образуването на CO<sub>2</sub> димери. MIL-53(A1) се характеризира с висок адсорбционен капацитет по отношение на CO<sub>2</sub>. Въз основа на ИЧ данни в работа 22 е направен задълбочен сравнителен анализ на този процес като са изследвани следните образци: MIL-53(A1), MIL-53(A1)-OH<sub>25</sub> с подобрен адсорбционен капацитет по CO<sub>2</sub> и MIL-53 (A1)-OH<sub>75</sub> с ниска ефективност на адсорбция по CO<sub>2</sub>. Получените резултати имат важно практическо приложение.

Въз основа на представените документи по конкурса и от личните ми впечатления, мога да определя д-р Станислава Андонова като млад и активен учен с голям потенциал за систематично провеждане на научни изследвания и задълбоченото им интерпретиране, чийто компетентност високо ценя. Отбелязаните научни приноси и постигнатите резултати от д-р Андонова откриват възможност за бъдещи изследвания за разработване на нови катализатори и адсорбенти за подобряване качеството на атмосферния въздух чрез намаляване на емисиите от азотни оксиди до допустимите стойности, заложи в националните и Европейските директиви. Приносите на автора са безспорни и коректно изведени. Те следват логично получените резултати. Приносният характер на трудовете ѝ е свързан основно с намиране на нови иновативни подходи, осигуряващи по-прецизен контрол и по-пълно обезвреждане на NO<sub>x</sub> емисиите. Научните трудове на кандидата, представени за участие в конкурса, са изцяло в областта на тематичното направление „Химична кинетика и катализ” и по-конкретно - „Реактивност на твърди повърхности”.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Представените документи и материали от гл. ас. д-р Станислава Андонова отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за приложението му и съответния правилник за приложение на закона в ИОНХ - БАН. Кандидатът в конкурса е представил достатъчен брой научни трудове, публикувани след материалите, използвани при защитата на ОНС „доктор”. Получените резултати от научно-изследователската дейност на д-р Станислава Андонова представляват оригинални научни приноси, които напълно съответстват и многократно надвишават изискванията на ИОНХ към научната дейност на кандидатите за заемане на академичната длъжност "доцент" в областта на конкурса. С убеденост подкрепям кандидатурата и препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури и на почитаемия Научен съвет на Института по обща и неорганична химия – БАН да присъдят на гл. ас. Станислава Методиева Андонова академичната длъжност „доцент” в професионално направление 4.2 „Химически науки”, научна специалност 01.05.16 „Химична кинетика и катализ”.

27.08.2019 г.  
гр. София

Изготвил рецензията:

*(проф. д-р З. Черкезова-Желева, член на научното жури)*