

## РЕЦЕНЗИЯ

**по конкурс:** за получаване на академичната длъжност „професор“ по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Химична кинетика и катализ“, за нуждите на лаборатория „Нови хетерогенни катализатори за чиста енергия и опазване на околната среда“, Институт по катализ – Българска академия на науките, обявен в ДВ, бр. 24/22.03.2019 г.

**Кандидат:** доц. д-р Силвия Живова Тодорова, Институт по катализ – Българска академия на науките (ИК-БАН)

**Рецензент:** проф. д-р Маргарита Димитрова Попова, Институт по органична химия с Център по фитохимия – Българска академия на науките

### 1. Лични и професионални данни за кандидата

Доц. д-р Силвия Тодорова е единствен кандидат в конкурса. Тя завършва висше образование през 1987 г. във Висшия Химико-Технологичен Институт (ВХТУ) – сега ХТМУ, гр. София, специалност „Технология на полимерите, текстила и кожите“. През 1999 г. ѝ е присъдена образователната и научна степен „Доктор“ след успешна защита на дисертационен труд на тема „Изследване с инфрачервена спектроскопия на адсорбцията и взаимодействието на въглероден оксид и водород върху нанесени паладий, рутений и кобалт“. От 1993 г. досега работи в Институт по катализ, Българска академия на науките, последователно като специалист-химик, научен сътрудник II-I степен и доцент от 2010 г. досега. След защита на дисертационния труд доц. д-р Силвия Тодорова е била на 1-годишна специализация през 2001 г. в Университета в Намюр, Белгия, а през 2002 г. печели НАТО стипендия за 3-месечна специализация в същия Университет. Била е на краткосрочни специализации в Севиля, Испания за периода 2006-2009. През 2011 год. е избрана за Научен секретар на ИК-БАН, а от 2015 г. досега е директор на ИК-БАН. От 2016 година е член на общото събрание на учените в БАН.

Доц. д-р Силвия Тодорова е желан партньор в редица национални и международни научни проекти. През последните 5 години тя работи много усилено в управлението и изпълнението на 10 проекта финансирани от ФНИ по конкурси в тематични направления и за двустранно сътрудничество, 1 проект с МОН и 2 проекта по линия на междуакадемичния обмен с Румънската Академия на Науките. По линия на Двустранно

сътрудничество е ръководител от страна на България на проекти за съвместни изследвания с Индия (2013-2019), Русия (2017-2019), Франция (2017-2019) и е участвала в изпълнение на проект за Двустранно сътрудничество с Китай (2008-2011). Ръководи изпълнението от страна на ИК-БАН на проект за изграждане на „Национален център по мехатроника и чисти технологии“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за регионално развитие. Ръководител от страна на ИК-БАН е и в проект за разпределена инфраструктура Инфрамат/INFRAMAT, договор ДО1-155/28.08.2018. Тя е ръководител и на изследователския екип от ИК-БАН в рамките на Националната научна програма „Нисковъглеродна енергия за транспорта и бита“.

Представените по-горе изследователски проекти убедително показват, че доц. д-р Силвия Тодорова има капацитета да привлича средства и да ръководи изследователски проекти.

## **2. Общо описание на наукометричните показатели за представените материали**

За целия творчески период доц. д-р Силвия Тодорова представя 48 публикации, като в конкурса участва с 27 публикации, които не повтарят представените за длъжността „доцент“, и в 12 от тях тя е първи автор и/или автор за кореспонденция.

Резултатите от научноизследователската ѝ дейност са публикувани в авторитетни международни списания в Q1 област (WoS или Scopus): Applied Catalysis A, Catalysis Today, Journal of Materials Science, Journal of Alloys and Compounds, Chemical Engineering Journal, Electrochimica Acta.

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 Институт по катализ – 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 7 (публикации 1, 2, 3, 7, 13, 16, 27), които се оценяват на 127 т., при изискуеми 100 т. Трябва да се отбележи, че 4 от публикациите са в Q1 област (WoS или Scopus), а в 3 от тях доц. д-р Силвия Тодорова е първи и автор за кореспонденция.

Във втората група са представени 20 публикации, покриващи показател Г, с общо 265 точки при необходими 220 точки.

Представени са общо 51 участия в международни и национални научни форуми,

включени в материалите за настоящия конкурс, от които 7 устни доклада изнесени на престижни международни форуми.

Показателни за международна разпознаваемост и значимост на научните резултати от изследванията на доц. д-р Силвия Тодорова са големият брой цитирания на нейните трудове. В приложената справка са представени 296 цитирания в WoS или Scopus и 53 цитирания в други източници - дисертации, патенти и други международни издания, с което по показател D доц. д-р Силвия Тодорова получава 645 т. при необходимостта 120 т. за длъжността професор съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Институт по катализ – БАН.

По показател E, включващ защитили докторанти, изпълнение и ръководство на национални и международни проекти и привлечени средства по тях, доц. д-р С. Тодорова има 461 точки при необходимостта 150 точки, съгласно по-горе цитирания правилник.

Наукометричните показатели в представените материали, с които доц. д-р Силвия Тодорова участва в конкурса, убедително показват, че тя значително надвишава заложените изисквания към кандидатите за длъжността професор.

Бих искала да отбележа също така, че всички материали са много добре и стегнато подредени, което значително улеснява работата на рецензента.

### **3. Преценка на научноизследователската дейност на кандидата.**

Научноизследователската дейност на доц. д-р Силвия Тодорова е в изключително актуални направления на съвременния хетерогенен катализ, свързани с опазване на околната среда и разработване на ефективни технологии за получаване на екологично чисти горива. Разработваните от нея тематики попадат в направление Мехатроника и чисти технологии - разработване на нови наноструктурирани материали с приложение в екологията, алтернативните горива, оползотворяване на отпадъчни суровини и медицината; технологии за опазване на чистотата на въздуха и водите, формулирано в Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017-2030.

Безспорен е приносът на кандидата в представените изследвания за изясняване на връзката между каталитичната активност и състоянието на нанесените активни компоненти в разработените катализатори. Задълбочено са изучени взаимодействията между различни активни фази, между активните центрове и носителя, както и влиянието на вида на носителя и метода на получаване на катализатора върху разпределението и дисперсността на активната фаза върху повърхността на носителя,

имащи директен ефект върху тяхната активност в изследваните каталитични процеси.

#### **4. Преценка на преподавателската дейност на кандидата.**

Преподавателската дейност на доц. д-р Силвия Тодорова е свързана главно с обучение на студенти, дипломанти и докторанти. Тя е била ментор на 5 студента от ХТМУ по ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА „РАЗВИТИЕ НА ЧОВЕШКИТЕ РЕСУРСИ” 2007 – 2013 год. по проект BG051PO001 - 3.3.07-0002 „СТУДЕНТСКИ ПРАКТИКИ” и проект BG05M2OP001-2.002-0001 „Студентски практики – Фаза 1” 2018. Била е научен ръководител на един успешно защитил през 2013 г. дипломант и един защитил през 2017 г. докторант.

Участвала е с лекционен курс за изпълнение на проект BG051PO001-3.3.06 – 0050 „Създаване на висококвалифицирани специалисти по съвременни материали за опазване на околната среда: от дизайн до иновации“ на тема „Катализатори за очистване на отпадни газове от органични вещества“ и пред Saudi Basic Industries Corporation с „Infrared Spectroscopy in Heterogeneous Catalysis“.

Експертната дейност на доц. д-р Силвия Тодорова включва изготвяне на рецензии на проектни предложения за Romanian National Council for Research and Development и Националния Фонд Научни Изследвания.

Доц. д-р Силвия Тодорова е участвала в изготвяне на рецензии и становища в 13 процедури за заемане на академичните длъжности доцент и професор, както и в процедури за защита на образователна и научна степен доктор.

#### **5. Оценка на научните и научноприложни приноси.**

Научните и научноприложните приноси от разработките на доц. д-р Силвия Тодорова могат да бъдат обобщени в три основни направления:

1. Разработване на нанесени оксидни системи като катализатори за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и СО (публикации 1, 2, 3, 7, 13, 16, 27).
2. Разработване на катализатори на основата на комбинация от оксиди и благородни метали (Pd, Pt) за окисление на ЛОС и метан (публикации 4, 6, 9, 10-12, 14, 15, 17-19, 21, 23, 24, 26).
3. Разработване на катализатори за фино очистване на богати на водород смеси от СО (публикации 5, 13, 20, 22).

В първото направление са представени изследвания насочени към процеси за пълно окисление на ЛОС и СО на основата на оксиди на преходни метали, използвани като

катализатори. Избраните каталитични процеси са с важно значение за опазване чистотата на въздуха. Направена е обосновка на направения избор на моделни съединения за метан, пропан, n-хексан, етилацетат с оглед тяхната токсичност и съществуващи процеси за генериране на тези вредни емисии. Разработени са катализатори на основата на нанесени оксидни системи на Cu, Mn, Co и Ni като катализатори за пълно окисление на летливи органични съединения и CO, като системите на основа на манган- и кобалт-съдържащите катализатори са посочени като особено перспективни за реализация поради сравнително ниската им цена и висока активност в окисление на CO и ЛОС.

Използването на носители (конвенционален SiO<sub>2</sub> и на мезопорести MCM-41 и SBA-15 силикати), върху които чрез различни методи: импрегниране, утаяване и метод на двата разтворителя ("two-solvent"), се нанасят кобалтов оксид, манганов оксид и манганов оксид модифициран с CeO<sub>2</sub>, позволява да се получат високоефективни катализатори. Установени са закономерности във влиянието на природата на металните оксидни частици, присъствието на смесено-оксидни метални оксиди, тяхната редуцируемост, дисперсност в изследваните процеси на пълно окисление на метан, пропан, n-хексан, етилацетат и CO. Предложен е подход за преодоляване на един от съществените недостатъци на катализаторите на основата на преходни метали, свързан с агломериране на активната фаза чрез прилагане на нови методи за нанасяне на активния компонент, използване на различни прекурсори, нови носители (мезопорести силикати с различна структура) и др.

Във второто направление са представени изследвания в реакции на пълно окисление на избрани ЛОС и CO на основата на комбинация от оксиди и благородни метали (Pd, Pt). Разработени са катализатори на основата на паладий, нанесен върху наноразмерни оксиди (Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), както и Pt нанесена върху модифициран с титан SBA-15, KIT-6 и наноразмерен Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> за окисление на CO и пълно изгаряне на n-хексан и метан. Проведени са изследвания за разработване на катализатори на основата на комбинация от оксиди на благородни метали (Pd, Pt) и на други оксиди на преходни метали (Co, Ce, Ni) нанесени върху различни носители (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CeO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) за окисление на метан. Чрез *in situ* дифузно-отражателна инфрачервената спектроскопия е получена информация относно типа на активните центрове и механизма на реакцията на окисление на CO върху Pd/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Pd/Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Показани са обещаващи резултати за окисление на CO и n-хексан върху катализатори на основата на желязосъдържащи биогенни материали, култивирани в присъствие на 0.3%

Pd/мезопорест Al-Si-O.

В третото направление са разгледани катализатори за фино очистване на богати на водород смеси от CO чрез неговото селективното окисление (PROX процес). PROX процесът е ефикасен метод за очистване от CO, присъстващ в богати на водород смеси, който се използва като гориво в горивните клетки. Поставени са изискванията към катализаторите за този процес: висока конверсия по отношение на окислението на CO (около 99.9%), за да се достигнат стойности на CO под 10 ppm в горивната смес, работа в широк температурен интервал (50–150°C) и стабилност по отношение на присъствието на CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O.

Установено е, че сребърните катализатори, получени чрез импрегниране на различни носители (SiO<sub>2</sub>, CeO<sub>2</sub> и MnO<sub>2</sub>), са ефективни в PROX процес, като Ag/SiO<sub>2</sub>, предварително обработен в чист кислород, е показал най-добри резултати, което се дължи на преструктурирането на повърхността на сребърните частици при проведената предварително окислителна обработка.

Изследвани са и серия от наноразмерни нанесени върху активен въглен Fe, Pt и Fe-Pt катализатори в реакция на селективно окисление на CO в богати на водород смеси, които са показали висока активност поради високата дисперсност на нанесената фаза и формиране на различни по вид активни центрове. Показано е, че използването на активен въглен като носител на ферити (CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ACP, MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ACP, ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/ACP) води до много ниска активност в PROX процес. За монокомпонентни и двукомпонентни Co-Mn катализатори нанесени върху носител силициев оксид с различно молно отношение Co/Mn е установена висока каталитична активност, като за монокомпонентния кобалтов катализатор са постигнати най-добри каталитични резултати.

Представените научните приноси в публикациите на доц. д-р Силвия Тодорова са новост в науката и имат значим приложен потенциал.

### **Заклучение:**

От направения преглед на представените документи по обявения конкурс се налага заключението, че доц. д-р Силвия Тодорова е авторитетен учен с безспорен принос като водещ автор в научните колективи. Резултатите от изследователската ѝ дейност са със значим научен и научноприложен принос в изясняване на връзката между каталитична активност - активни центрове на базата на класически и съвременни експериментални подходи в процеси за намаляване на вредните емисии в атмосферата,

както и в процеси свързани с използване на енергийни източници с минимални вредни емисии.

Въз основа на представеното по-горе убедено препоръчвам на уважаемите членове на научното жури да гласуват положително за присъждане на академичната длъжност „професор“ по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност „Химична кинетика и катализ“ на доц. д-р Силвия Живова Тодорова.

27.06.2019 г.

**Рецензент:**

**(проф. д-р Маргарита Попова)**