

СТАНОВИЩЕ

от проф. д-р Иванка Петрова Спасова

върху дисертационен труд на тема:

“ Катализатори на основата на оксиди на преходни метали за пълно окисление на летливи органични съединения (ЛОС) и СО ”

представен за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

по професионално направление 4.2. „Химически науки“ (Химична кинетика и катализ)

Докторант: Божидар Красимиров Граховски

Научен ръководител: проф. д-р Силвия Тодорова

1. Общо описание на представените материали

Представеният от Божидар Граховски комплект материали е в съответствие с Правилника за развитие на академичния състав на ИК-БАН и отговаря напълно на критериите за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Докторантът е приложил автобиография, дисертационен труд, проект за автореферат, списък и публикации по дисертацията със забелязани цитати върху тях, представяния на научни форуми и съответният доказателствен материал. Документите са оформени ясно и прегледно, като представят добре научно-образователна дейност, извършена в хода на докторантурата.

2. Кратки биографични данни на кандидата

Докторантът Божидар Граховски е получил магистърската си степен през 2019 г. в ХТМУ- София със специалност „Полимерно инженерство“. През 2020 г. постъпва на работа в ИК-БАН, където понастоящем работи като химик. През 2021 г. е зачислен като редовен докторант в същия институт с научен ръководител проф. д-р Силвия Тодорова. Докторантът е изпълнил напълно образователната и научна програма по докторантурата и от 13.12.2023 г. е отчислен с право на защита.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Проблемът с летливите органични съединения (ЛОС) и въглеродния оксид (СО) е особено актуален поради нарастващите емисии от индустриализацията и човешката дейност. Тези замърсители вредят на здравето, допринасят за смог и климатични промени, а СО е и токсичен. Затова е важно разработването на ефективни и достъпни методи за тяхното обезвреждане. Настоящата работа цели създаване на високоефективни катализатори на основата на метални оксиди и зеолити. Изследват се модифицирани зеолити и мезопорести материали с преходнометални оксиди (Co_3O_4 и MnO_x), като се оценяват физико-химичните свойства и каталитичната им активност при окисление на ЛОС.

4. Характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е оформен съгласно изискванията на 106 стр., съдържа 32 фигури и 11 таблици. Цитираните литературни източници са 194. В литературния обзор (32 стр. и 137 източника) е направен преглед на ЛОС и СО, тяхното въздействие върху околната среда и основните методи за почистването им, основни типове катализатори и

носители, използвани в тези процеси, видовете механизми на каталитично действие. Накрая на раздела, анализирайки състоянието на литературата, е заключено, че катализаторите с нанесени оксиди на Co и Mn се очертават като обещаваща и достъпна алтернатива на благородните метали, но липсват достатъчно изследвания върху влиянието на структурата и порьозността на носителите, особено при зеолити с йерархична порьозност.

Целта и задачите на дисертационния труд са формулирани ясно и прецизно. Основната цел на дисертацията е разработване на нови катализатори за пълно окисление на ЛОС и CO чрез модифициране на зеолити и мезопорести материали с Co_3O_4 и $\text{Co}_3\text{O}_4/\text{MnO}_x$. За постигане на поставената цел докторантът изпълнява комплекс от задачи, насочени към синтез, физикохимични анализи и каталитични тестове за оценка на влиянието на структурата на носителя, вида и състоянието на оксидната фаза върху активността и селективността на катализаторите.

В Експерименталната част от 8 стр. са представени процедурите за синтез на катализатори и за каталитичните тестове, както и кратко описание на методите за физикохимично охарактеризиране на получените материали.

Резултатите и обсъждането им са представени на 41 страници, като са цитирани още 57 литературни източника. От тази част се вижда, че докторантът е овладял набор от методи за синтез, както и различни методи за физико-химично охарактеризиране на кобалтови и манганови катализатори, нанесени на зеолити. Освен данните за каталитичното поведение на образците в реакциите за пълно окисление на хомоложни алкани от метан до хексан, са представени и пресметнатите кинетични параметри на изследваните реакции съгласно механизма на Mars-Van Krevelen.

В резултат на изследванията по дисертацията е установено, че катализаторите на основата на кобалтов ацетат и зеолит ZSM-5 формират различни кобалтово-оксидни фази, включително Co_3O_4 , Co^{2+} в йонообменни позиции и кобалтови силикати. Най-висока активност показва 5% Co-ZSM-5 (Si/Al=23), благодарение на лесно редуцируема Co_3O_4 фаза. Обработката на зеолита с HF/ NH_4F създава вторична мезопорьозност, която подобрява дисперсността и активността. Катализаторите на основа на йерархичен ZSM-5 показват по-висока окислителна активност от тези върху необработен зеолит. При нанесени на SBA-15 кобалтови катализатори структурата на носителя се запазва, като се образуват финодисперсни фази от Co_3O_4 , CoSiO_3 и CoO, а добавянето на Mn води получаване на активни смесени Co-Mn оксидни фази. За окислението на CO ключова роля играят Co_3O_4 , CoO и Co^{2+} в октаедрична координация.

Дисертацията представлява задълбочено и систематично проведено изследване, изложено ясно и научно издържано, с прецизно използване на специализираната терминология, което свидетелства за високата научна подготовка на докторанта.

5. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Получените резултати от изследването са както с научно, така и приложно значение и са принос в областта на синтеза на катализатори с определен дизайн. Разработени са високоефективни кобалтови катализатори, нанесени върху йерархичен зеолит ZSM-5, чиято повишена активност при пълно окисление на пропан и n-хексан се дължи на фината дисперсност на металния оксид и наличието на мезопори. Предложен е механизъм за образуване на кобалтов силикат, при който се заместват повърхностни групи и се включват кобалтови атоми в тетраедрични позиции в структурата на силиката.

6. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Получените резултати по дисертацията са обобщени в три научни статии в списания с импакт фактор (*Reaction Kinetics, Mechanism and Catalysis, Materials Today: Proceedings* и *Catalysts*). Резултатите по дисертационния труд са докладвани на пет научни форума, а върху статиите по дисертацията има забелязани 13 цитата. По наукометрични показатели дисертационният труд напълно отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника на БАН и ИК.

7. Автореферат

Авторефератът отразява точно и изчерпателно съдържанието, изводите и научните приноси на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд *съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и отговарят на всички изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на БАН и ИК. Дисертационният труд показва, че докторантът е придобил задълбочени теоретични познания и професионален опит по научна специалност “Химична кинетика и катализ”, като показва качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване. Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване и **предлагам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен ‘доктор’** на Божидар Граховски в професионално направление 4.2. „Химически науки“, специалност “Химична кинетика и катализ”.

София, 15.09.2025 г.

Изготвил становище:

Проф. д-р И. Спасова