С Т А Н О В И Щ Е

от доц. д-р Геновева Атанасова

за дисертационен труд на тема

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

представен от Божидар Красимиров Граховски за присъждане на образователната и научна степен „доктор“, направление 4.2 Химически науки, Химична кинетика и катализ

Настоящото становище е изготвено съгласно заповед № РД-09-43/07.07.2025 г. на Директора на ИК-БАН.

Дисертационният труд на Божидар Граховски представя едно напълно завършено научно изследване по конкретен научен проблем, което включва задължителното запознаване и прилагане на данните от съвременната научна литература, синтез, охарактеризиране и тестване на катализатори.

Конкретната цел на дисертацията е разработването на нови, активни катализатори за пълно окисление на ЛОС и CO посредством модифициране на зеолити, зеолити с второ ниво на порьозност и мезопорести материали с кобалтов оксид и кобалтов оксид модифициран с MnOx.

Тематиката на дисертацията е актуална и с конкретна екологична насоченост. Изследователската дейност е осъществена основно чрез експериментални подходи.

Дисертационният труд е написан съгласно изискванията. Дисертацията съдържа 88 страници, 32 фиг. и 11 таблици. Цитирани са значителен брой литературни източника – 194. Дисертацията е добре структурирана. Написаният текст е точен, ясен и изключително прецизен.

В теоретичната част (35 страници) е направен задълбочен преглед и стегнато обобщение на литературните данни за научните изследвания по тематиката. Разгледани са: Летливите органични съединения и CO, катализаторите за намаляване на вредните емисии на ЛОС и CO, хетерогенен катализ и механизми на каталитично действие, катализатори на основата на кобалтови и манганови оксиди, нанесени катализатори за окисление на ЛОС и CO и влияние на носителя, основни типове порести материали използвани като носители. Краят на теоретичната част съдържа прецизно дефинирани изводи, произтичащи от направения обзор.

Основната част от дисертацията включва 50 страници с цели и задачи, експериментална част, резултати и обсъждане на конкретните научни изследвания.

Целта на дисертацията и поставените задачи са конкретни и ясно формулирани.

Във експерименталната част от дисертационния труд са описани процедурите за синтез на образците, използваните методи за охарактеризиране и проведените каталитични тестове.

Обект на научите изследвания, включени в дисертацията, са катализатори на основата на кобалтов оксид, нанесен чрез импрегниране върху носители (микропорести и мезопорести материали).

Задълбочено е изследвано влиянието на вида на носителя върху каталитичното поведение на катализаторите. Като носители на катализаторите са избрани материали на основата на микропорьозен ZSM-5 и мезопорест силициев оксид SBA-15. При изследване на катализаторите с носител ZSM-5 е варирано е съотношението на Si/Al (23, 40 и 100) в зеолита. Чрез задълбочено физикохимично охарактеризиране преди и след тестовите каталитични реакции е установено влиянието на съотношението Si/Al. Проведени са експерименти и изследвания, при които носителят зеолит ZSM-5 е обработен с разтвор на флуороводородна киселина и амониев флуорид, в резултат на което се формира допълнителна порьозност (второ ниво на порьозност).

Като каталитична фаза върху различните носители на основата на ZSM-5 чрез импрегниране е нанесен 5% (тегловни) Co от кобалтов ацетат.

Освен това е изследвано и влиянието на използвания прекурсор (ацетат или нитрат) върху структурните и морфологични характеристики на катализатори Co и Co-Mn, нанесени върху носител SBA-15.

Задълбочените изследвания относно влиянието на параметрите на носителя върху каталитичното поведение на катализаторите са от особено практическо значение за разработването на високоефективни каталитични системи.

Синтезираните образци са охарактеризирани (преди и след каталитични тестове) чрез изключително широка гама от подходящи физикохимични методи. Използвани са различни електронно-микроскопски методи и спектроскопски техники: Рентгенова дифракция (XRD), Рентгеново разсейване под малък ъгъл (SAXS), Рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), Температурно-програмирана редукция (TPR), UV-Vis спектроскопия, Инфрачервена спектроскопия (IRS), Ядрено магнитен резонанс (NMR), Текстурен анализ чрез адсорбция на азот за определяне на Специфичната повърхност, порьозността и разпределението на порите по размер (BET), Сканираща електронна микроскопия (SEM), Трансмисионна електронна микроскопия (HRTEM) рентгенофлуоресцентен анализ (WDXRF). Получените резултати са интерпретирани и е извлечена най-подходящата информация за целите на конкретните научни изследвания.

За определяне на каталитичната активност, изследваните материали са тествани в различни каталитични реакции. Проведени са каталитичните тестове в реакции на пълно окисление на ЛОС (етан, пропан, бутан и n-хексан) и реакция на окисление CO.

Направената интерпретация на получените резултати и включената дискусия е повече от достатъчна. Резултатите от анализите са коректно и задълбочено интерпретирани и е извлечена максимална информация от получените данни. Чрез съпоставяне на получената информация са направени изводи за протичащите процеси и влиянието на различни фактори върху тях.

Дисертацията завършва стандартно с обобщени изводи и приноси, които са ясно и кратко дефинирани.

Авторефератът отговаря на изискванията и отразява научните резултати и приноси на дисертацията.

Като основен принос, може да се дефинира, следното:

Синтезирани са каталитични образци и въз основа на резултатите от физикохимичното и каталитично им охарактеризиране са получени данни за връзката между вида на оксидната фаза, дисперсността на активните компоненти и съотношението между тях, ефекта на структурата на носителя, метода на нанасяне и вида на използвания прекурсор върху каталитичната активност и селективност на изследваните катализатори.

Резултатите убедително показват, че целите на дисертацията са изпълнени успешно. Включените в дисертацията изследвания имат не само научна, но и научно-приложна стойност.

Използването на широк набор от експериментални техники за синтез и анализ, несъмнено е довело до създаването на един завършен научен кадър в лицето на Божидар Граховски.

Съгласно приложените документи, резултатите от изследванията са публикувани в 3 научни публикации. В една от работите Божидар Граховски е първи автор, а в другите две е втори автор, което е доказателство за личния принос на докторанта. Резултатите са представени чрез 30 доклада на различни национални и международни научни форума. Божидар Граховски е положил успешно всички изпити и е получил необходимите кредити по време на докторантурата. Наукометричните показатели отговарят на изискванията на закона.

Нямам критични бележки и препоръки към научните изследвания и дисертацията на кандидата.

Заключение

Считам, че по актуалност, обем на експерименталните изследвания, приноси и наукометрични показатели, представеният дисертационен труд напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на ИК за приложението му.

Въз основа на това убедено препоръчвам на Научното жури на Института по катализ – БАН да гласува за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по направление 4.2 „Химически науки“, (специалност: Химична кинетика и катализ) на Божидар Красимиров Граховски.

12.09.2025 г София

доц. д-р Геновева Атанасова