

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 4.2 Химически науки (Физикохимия–макрокинетика) на Моника Иванова Христова, редовен докторант към катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”, ФХФ, СУ.

Тема на дисертационния труд: **Свойства на порьозни материали получени от пени, стабилизирани с частици.**

Научни ръководители: проф. д-р Славка Чолакова, акад. проф. дхн Николай Денков

Рецензент: доцент д-р Христо Иванов Христов, ИФХ-БАН, член на научното жури, назначено със Заповед № РД-38-640 /18.11.2024 г. на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски”.

Пеноматериали имат широко приложение в редица области на индустрията и практиката. Това се дължи на факта, че те притежават механична якост, термо и звуко изолационни свойства, ниско тегло, сравнително лесна обработка, което ги прави много подходящи материали за случаите, когато тези качества имат значение. Редица от тези пеноматериали обаче съдържат пластмаси или други трудно разградими вещества и са вредни за околната среда. По тази причина през последните години значително нараства интереса към получаването на така наречените “зелени” пеноматериали. Те обикновено се получават от пени стабилизирани с подходящи повърхностно активни вещества (ПАВ) и минерални частици. Това обуславя все по-нарастващия интерес към научните и научноприложните изследвания в тази област. Предизвикателството на тези изследвания е да се намерят подходящи условия за получаване на стабилни порьозни материали с ниска плътност и добра механична здравина. В тази връзка представения за рецензия дисертационен труд е в актуална научна област с голямо значение за практиката.

Кратки Биографични данни

Докторант Христова е придобила бакалавърска степен през 2012 година със специалност „Инженерна химия и съвременни материали“, а през 2014 година магистърска степен по специалността „Дисперсни системи в химичните технологии“ в Софийски Университет „Св. Климент Охридски“ – София. От 1 Февруари 2015 година е зачислена на редовна докторантура в научно направление **4.2. Химически науки /Физикохимия/** с научни ръководители проф. д-р Славка Чолакова и акад. проф. дхн проф. д-р. Николай Денков.

Дисертационният труд съдържа 84 страници, 34 фигури и 8 таблици и е съставен от четири глави. Цитирани са 147 източника. Дисертацията се основава на две публикации излезли от печат в престижното научно списание *Colloids Surf. A* с импакт фактор 4,9, Q1. По първата статия за забелязани до момента 8 цитата, а по втората 5. В двете статии включени в дисертацията докторантът е на първо място. Има изнесени общо 3 доклада на национални и международни научни форуми, лично представени, и 4 постера.

Кратък анализ на отделните глави на дисертацията.

В уводната глава (глава 1) са дадени основните понятия, процеси и механизми използвани при изследванията проведени в рамките на дисертацията. Последователно са разгледани главните фактори определящи свойствата и стабилността на течните пени. Описани са процесите протичащи при пенообразуването: синерезис (изтичане на разтвора от пяната), Оствалдово зреене (дифузията на газ между мехурчетата в пяната) и коалесценцията (сливане на мехурчета поради скъсване на филмите между тях), както и методите за изследването им. Подробно са разгледани механизмите на стабилизация на пени от частици както и процесите, които протичат при изпарение на водата от пените, при което течните пени се превръщат в порьозни материали. Направен е анализ на публикуваните осемдесет и една научни разработки по темата въз основа на който са дефинирани основните цели на дисертацията: практическа и научна. Първата цел е да се получат порьозни материали от пени, стабилизирани с карбонатни частици. Научният аспект на изследвания е да се анализират физикохимичните фактори, определящи пенообразуващата способност и стабилността на пените получени

от суспензии на карбонатни и силикатни частици. Втората цел е да се установи влиянието на размера на частиците върху образуването на течни пени, които да са стабилни спрямо изтичане на разтвора, коалесценцията на мехурчетата, Оствалдово зреене и изпарение на водата от тях. Целта е получаването на порьозни материали на които да се изследва влиянието от размера на частиците върху стабилността им и механичните свойства. За постигането на тези цели е използван подход, при който процедурата за получаването на материалите се разделя на пет последователни етапа: приготвяне на суспензии, пенообразуване, стабилност на получената пяна, сушене на пяната и характеризирание на получените порьозни материали.

Тази глава е написана много ясно, последователно и компетентно, което ми дава основание да заключа, че докторант е Христова добре запозната със съвременното състояние на научния проблем.

Във втора глава са разгледани материалите и експерименталните методи, използвани за приготвяне на изследваните разтвори, суспензии и пени, както и методите за охарактеризиране на техните свойства. Подробно са описани принципите на действие на основните методи и използваните процедури. За стабилизиране на пените са използвани осем различни ПАВ с цел да се установи кои са най-подходящи за целите на изследванията. За приготвяне на пените е използван планетарен миксер представляващ ротор-статор хомогенизатор с възможност за променяне скоростта на разбъркване на суспензията. За определяне стабилността на пяната спрямо изтичане, коалесценция и сушене е използван оптичен метод. Механичната стабилност на получените материали е определена чрез измерване дълбочината на проникването в пробата на сферична метална сфера с дефинирани размери и тегло под действието на гравитацията. Структурата на получените порьозни материали е изследвана чрез сканиращ електронен микроскоп и трансмисионен електронен микроскоп. Изследвани са също така повърхностното напрежение на разтворите на ПАВ, реологичните свойства на суспензиите и др.

Изложеното до тук илюстрира колко разнообразни експериментални методи и техники е било необходимо да овладее докторантът, за да може да проведе изследванията необходими за постигане на поставените цели на дисертационния труд.

Трета глава е озаглавена: “Получаване на порьозни материали от пикерингови пени, стабилизирани с карбонатни частици”. Основната цел на изследванията представени в тази глава е да се приготвят керамични материали от карбонатни частици с контролирана плътност и оптимална механична здравина, чрез избор на най-подходящия тип и концентрация на повърхностно-активното вещество. Проведени са многобройни експериментални изследвания с осем различни ПАВ с цел да се установи кои са най-подходящи за получаването на стабилни пени и съответно порьозни материали с желаните свойства. Проследено е влиянието на кинетика на сушене на порьозни материали върху свойствата им, образуването на пукнатини в материалите и начините за предотвратяването им и др. Получените резултати са показали, че всички изследвани ПАВ модифицират повърхността на карбонатните частици и те се адсорбират на повърхността на пенните мехурчета. Получените пени са стабилни спрямо изтичане на разтвора от тях и спрямо Оствалдово зреене, но получените порьозни материали след изсушаване имат различна механична якост. Най-здрави материали се получават, когато се използват мастни киселини с вериги C8 и C10. Това се дължи на факта, че те имат свойството да намалят образуването на пукнатини поради частично запечатване на образуваните пори при сушене и до развитие на по-хомогенен фронт на сушене, при което частиците остават равномерно разпределени в целия материал. Това значително подобрява механичната здравина на получените порьозни материали.

В четвърта глава на дисертацията са описани резултатите от изследването на влиянието на размера на силикатни частици върху здравината на порьозни материали, получени чрез директно изсушаване на течните пени. Използвани са частици с размери между 4.5 nm и 7 μm ., хидрофобизирани с катионното повърхностно-активно вещество цетил триметил амониев бромид, за да се образуват порьозни материали с различна масова плътност, варираща от 100 и 700 kg/m^3 . Проведени са редица експериментални изследвания за да се установи при какви условия ще се получат порьозни материали с максимална механична здравина. Установено е, че от монодисперсни силикатни частици с наноразмери се получават материали с много висока якост на натиск, сравнима с тази на синтеровани материали с подобна масова плътност. Резултатите са сравнени с разработен теоретичен модел и е показано, че има добро

съвпадение между теоретичните предвиждания и експерименталните резултати. Доказано е, че получените поръозни материали са стабилизирани основно от ван дер Ваалсови взаимодействия между съседните частици. От изследванията описани в тази глава може да се заключи, че предложения теоретичен модел и описаните процедури могат да се използват за оптимизиране на механичната здравина на безопасни за околната среда материали в бъдещи проучвания.

Представената дисертация е задълбочено научно изследване, изискващо от докторантът сериозна теоретична компетентност и отлично владение на експерименталните методи. Получените резултати и тяхната интерпретация представляват оригинални научни приноси с фундаментален и научно-приложен характер.

Основните научни приноси (четири на брой) са дефинирани много добре и отразяват точно научните и научно приложните резултати получени в рамката на поставените цели в дисертацията.

Нямам забележки по дисертационният труд. Не забелязах грешки или пропуски, които заслужава да бъдат коментирани.

Авторефератът на дисертацията е изготвен съгласно изискванията, като вярно отразява получените в дисертационния труд резултати и приноси.

Заключение

Дисертационният труд на докторант Моника Иванова Христова представлява съчетание на научни и научноприложни изследвания на високо научно ниво. Препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждане на образователната и научна степен “Доктор” на Моника Иванова Христова от катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”, ФХФ, СУ.

14.02.2025 г.

Рецензент:

/Доц. д-р Христо Христов/