

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “Доктор”
в професионално направление 4.2 „Химически науки” (Физикохимия - Макрокинетика)

Автор: Моника Иванова Христова

Катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”

Факултет по химия и фармация, Софийски университет „Св. Кл. Охридски”,

Тема: “Свойства на порьозни материали получени от пени, стабилизирани с частици”

Рецензент: проф. дхн Елена Димитрова Милева, Институт по физикохимия, БАН

Дисертационният труд на Моника Христова е в областта на дизайн и експериментално охарактеризиране на твърди порьозни материали, които се получават от течни пенни системи като прекурсори. В момента тази изследователска тематика е особено актуална в колоидната наука и намира важни приложения в търсене на иновативни изолационни и конструктивни материали за строителството, катализатори и др.

Целта на предлаганата дисертацията е да се разработи процедура за получаване на стабилни твърди порьозни материали („твърди пени“), от пенни системи, стабилизирани с карбонатни частици, да се оптимизират системи със силикатни частици, както и да се предложи теоретичен подход за предсказване на здравината на порьозните материали в зависимост от размера на използваните частици.

Основните задачи на проведените изследвания са: (1) да се определи подходящ състав на прекурсорните пенни системи и да се охарактеризират основните физикохимичните фактори, които влияят върху техните свойства; (2) да се разработят и верифицират ефективни експериментални процедури, които да позволят да се свържат характеристиките на изследваните течни пени с тези на твърдите порьозни материали; (3) да се предложи обща теоретична схема,

която да позволи предсказване и фино регулиране на желаните свойства на порьозните материали, в зависимост от състава и свойствата на изходните пенни системи.

Дисертационният труд на Моника Христова се състои от четири глави. Глава 1 (Увод) има обзорен характер. В нея са въведени основните понятия и зависимости, свързани с образуване и стабилност на пенни системи, анализирани са известни от научната литература механизми на стабилизация на пени от частици, както и процесите, при които от течните пени се получават твърди порьозни материали. Докторантката познава много добре научната литература в областта: цитирани са 145 източника, направен е преглед на всички по-важни експериментални и теоретични подходи, и на резултати от изследванията на други автори. В Глава 2 (Използвани материали и методи) са представени изследваните вещества, прилаганите процедури за получаване на изходните пени и на порьозните материали, както и методиките за определяне на техните свойства. В Глави 3-4 е изложена приносната част на проведените изследванията, като след всяка глава са систематизирани основните резултати и изводи. В края на дисертацията са представени: най-важните постижения, справка за научната активност на дисертантката, както и списъкът с използваната литература.

Ядрото на дисертационния труд обхваща Глава 3 (Получаване на порьозни материали от пикерингови пени, стабилизирани с карбонатни частици) и Глава 4 (Влияние на размера на силикатни частици върху свойствата на пени и порьозни материали, получени от тях). Най-съществените моменти от изследванията на докторантката, според мен, са следните:

1. Експериментално са намерени условията за получаване на стабилни порьозни материали с ниска плътност и добра механична здравина, от суспензии на карбонатни частици. Използваните пенни системи са стабилни по отношение на изтичане на водата от тях и спрямо Оствалдовото зреене и съдържат различни повърхностно активни вещества (ПАВ). Получени са съществени резултати за влиянието на типа и концентрацията на ПАВ, кинетиката на сушене на течната пяна и ролята на обемната част на захванатия въздух.
2. За изследваните осем ПАВ е установено, че оптимално по отношение на плътност и здравина, е действието на мастните киселини: октанова и деканова. Причината е, че тези вещества, освен че хидрофобизират карбонатните частици, допринасят и за частично запечатване на образуваните при сушене пори. Това води до развитие на по-хомогенен

фронт на сушене, като частиците остават равномерно разпределени в целия материал, и не се натрупват в неговата горна част (което се наблюдава с останалите използвани ПАВ).

3. Проведени са експерименти за охарактеризиране на „твърди пени“ от суспензии на сферични силикатни частици с различен размер (среден радиус: $4.5 \text{ nm} \div 7 \text{ }\mu\text{m}$). За получаване на прекурсорните течни пени е добавяно катионно повърхностно-активно вещество (тетрадецил триметил амониев бромид, ТТАВ), с цел модифициране повърхността на частиците. Изследвано е влиянието на размера на частиците и на различната обемна част на въздушните мехурчета върху здравината на получените порьозни материали. Установено е, че когато съдържат малки (напр. наноразмерни) частици, те имат много висока якост на натиск, която е сравнима с тази на синтеровани материали с подобна масова плътност.
4. Разработен е теоретичен модел, който свързва механичната здравина на порьозните материали, получени след сушене на прекурсорни течни пени, с Ван дер Ваалсовите взаимодействия между съседни частици. Моделът е приложен към порьозни материали, получени от силикатни частици с различен размер и различна обемна част на въздушните мехурчета в тях. Получено е много добро съответствие между теоретичните предсказания и експерименталните данни за здравината (якостта при натиск) на изследваните образци. Показано е, че при изсушаване на този тип течни пени, получените порьозни материали са стабилизирани предимно от Ван дер Ваалсовото привличане между съседните частици.

Предлаганият теоретичният модел позволява да се използва за дизайн и оптимизиране на състава и условията за получаването на нови „зелени“ порьозни материали, на основата на прекурсорни пенни системи, стабилизирани с различни частици и добавени подходящи ПАВ. Една от възможните опции за развитие на модела е да се изследват промените в свойствата на тези „твърди пени“, при евентуално химическо свързване и/или синтероване на частиците чрез повърхностна обработка на материалите, или при нагриване.

При такъв род, по същество научно-приложни изследвания, основно изискване е необходимостта от съчетаване на задълбочено разбиране на структурата, свойствата и взаимодействията в комплексните системи, с добро познаване на инженерните изисквания за получаване на нови материали с предварително зададени свойства. В този смисъл изследванията

в дисертацията са проведени като са използвани в максимална степен натрупаните знания и възможностите на комбиниран протокол, разработен в катедрата по ИХФИ при изследванията на порьозни материали със силикатни частици. Моника Христова успешно се е справила със специфичните трудности, които са съпътстват конкретното използването на тази методика и физикохимичния анализ на получените резултати.

Основните научните приноси на дисертационния труд са с висока степен на новост и представляват систематично и грижливо проведено експериментално изследване и теоретично моделиране на взаимната връзка между състава и условията за получаване на течни пенни системи, стабилизирани с частици, и развитие на насочена методика за приготвяне на порьозни твърди материали (твърди пени) със значителен иновационен потенциал. Основните приноси на дисертацията са формулирани в четири точки. Приемам тези приноси и считам, че те могат да се определят като получаване на нови факти и доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни и научно-приложни проблеми.

Текстът на дисертацията е добре организиран, с ясно представяне на изследвания проблем, използваните вещества, експерименталните подходи и теоретичния модел. Получените резултати са много добре формулирани след всяка глава с приносен характер (Глави 3-4). Нямам никакви възражения по същество.

Техническото оформяне на дисертационния труд е на добро ниво. Имам само някои забележки: прекомерна употреба на някои чуждици, като напр. „стрес”. „преципитация”, „инкорпорирано“; липсва част от надпис на ординатата на фиг.29 (стр.58); в автореферата липсват фиг.23, фиг.55 и фиг.30, въпреки че се споменават.

Бих помолила докторантката да коментира следните въпроси:

1. Какво по-точно се има предвид на стр. 27 от дисертацията с твърдението: „Избрахме 35 wt.% частици, вместо 30 wt.%, за да сведем до минимум свиването и краевите ефекти по време на сушенето.“ За какви краеве ефекти става дума?
2. От какви съображения са избрани стойностите на повърхностното напрежение точно след 900 s на фиг. 19А на стр. 38 от дисертацията?

Получените резултати от дисертационният труд са представени в две научни статии. Те са публикувани в специализирано международно издание с импакт фактор (Colloids and Surfaces A, Q1, IF = 4.9). В тези статии докторантката е първи автор. Този факт, както и представянето ѝ на предзащитата, ми дават основание да считам, че приносите в дисертационния труд са в значителна степен нейно лично дело. Публикациите са излезли през 2018 г. и 2023 г., като по тях засега са забелязани общо 13 цитата. Резултатите са представяни на 7 международни и български научни форуми като 3 устни доклада и 4 постерни презентации.

Авторефератът е направен съгласно изискванията и отразява правилно основните положения и научните приноси на дисертацията.

Въз основа на гореизложеното считам, че предложеният дисертационен труд напълно удовлетворява всички изискванията на ЗРАСРБ, както и на Препоръчителните критерии при придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ за професионално направление 4.2. „Химически науки”. Убедено препоръчвам на Почитаемото Научното жури да присъди на докторант Моника Иванова Христова образователната и научна степен “Доктор” в професионалното направление 4.2 „Химически науки” (Физикохимия-Макрокинетика).

Рецензент:

20 февруари, 2025 г., София

(проф. дхн Елена Милева)