

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „Доктор” по професионално направление 4.2. Химически науки (Физикохимия – Макрокинетика)

Автор на дисертационния труд: Борислава Борисова Петкова редовен докторант към катедра “Инженерна химия и фармацевтично инженерство” при Факултета по химия и фармация, СУ “Климент Охридски”

Заглавие на дисертационния труд: *Роля на свойствата на динамичните адсорбционни слоеве за пенообразуването от разтвори на повърхностно-активни вещества*

Научен ръководител:

проф. д-р Славка Чолакова, академик професор дхн Николай Денков

Рецензент: доц. д-р Христо Христов, Институт по физикохимия, БАН

Дисертационният труд съдържа 117 страници, 45 фигури, таблици и илюстрации. Цитирани са 174 източника. Дисертацията се основава на две публикации в престижни научни списания излезли от печат както следва: първата в *Adv. Colloid Interface Sci* през 2020 година с импакт фактор (ИФ) 13, Q1, (до момента са забелязани 28 цитата) и втората в *Colloids Surf. A* през 2021 година с импакт фактор (ИФ) 4.5, Q2. Докторант Петкова има още две публикации, едната в *Langmuir* (2012), забелязани 36 цитата и другата в *Food and Function* (2016), забелязани 14 цитата. Резултатите от изследванията ѝ са представени на 19 международни и национални научни форума с 11 доклада и 5 постера, а тези включени в дисертацията на 13 форума с 9 доклада и 4 постера. Водила е семинари по бакалавърски програми “Екохимия”, “Компютърна химия” по магистърска програма “Дисперсни системи в химичните технологии” и практически упражнения по технология на лекарствените форми, магистърска програма “Фармация”.

Изследванията в дисертационния труд са насочени към изясняване влиянието на динамичните адсорбционни слоеве за пенообразуването от разтвори на повърхностно-активни вещества. Стабилността и свойствата на пените зависят, както от редица физикохимични, хидродинамични и кинетични фактори, така и от методите за получаването им. Пените намират широко приложение в различни области на индустрията и практиката и изследванията им, допринасящи за задълбочаване познанията ни за тези системи са много актуални. Това се потвърждава и от факта, че за по-малко от две години от публикуването на първата статия са забелязани 28 цитата, според представените документи. Проверката в Scopus показва, че в края на Януари 2022 година, цитатите са вече 38. Във връзка с гореказаното, считам, че представения ми за рецензия дисертационен труд е в актуална научна област.

В уводната глава на дисертацията последователно са разгледани методите (физични, химични и биологични) и процесите на пенообразуване (захващане на въздух, разкъсване на мехурчетата и коалесценцията на мехурчетата). Разгледани са различните видове повърхностно активни вещества (ПАВ) и факторите от които зависят свойствата им. На базата на подробният литературен обзор (цитирани са над 100 научни публикации) е направен извода, че е “необходимо да се анализират по-задълбочено свойствата на динамичните адсорбционни слоеве, образувани върху повърхността на мехурчетата по време на пенообразуването, за да се обяснят наблюдаваните тенденции в пенните тестове и да се идентифицират основните физикохимични фактори, контролиращи този процес”. В тази връзка са дефинирани основните цели на дисертационния труд, а именно:

Използвайки физични методи за получаване на пени, да се определи ролята на различни физикохимични фактори върху пенообразуващата

способност на различните видове ПАВ (нейонни, катионни и анионни), както и влиянието на йонната сила в широк концентрационен интервал на ПАВ в разтворите. Чрез анализ на експерименталните резултати относно основните физикохимични характеристики на динамичните адсорбционните слоеве и бързата им промяна с времето, да се идентифицират параметрите, които биха могли да обяснят резултатите получени от разтвори на различни ПАВ.

Посредством комбинирането на три различни метода за получаване на пяна (метод на нарастващата пяна (МНП) (метод на Бикерман), планетарен миксер (ПМ) и Барч тест (БТ), съвместно с методи за измерване на динамичното и равновесно повърхностно напрежение, да се намери възможност за сравняване на резултатите от пенливостта, получени по различни методи.

Във втора глава са представени използваните материали, методите и процедурите използвани за провеждане на експериментите, описани в дисертацията. Използвани са 7 повърхностно-активни вещества анионно, две катийонни и 4 нейонни, като четири от тях имат 12 въглеродни атома в хидрофобната си опашка, а три от тях 16 въглеродни атома. В дисертацията детайлно са описани процедурите и начина на работа с апаратурите. Повърхностните свойства на изследваните ПАВ са изследвани с пластинка на Вилхелми с апарат Tensiometer K100 (Kruss GmbH, Germany) при t 20°C. Динамичното повърхностно напрежение по метода на максимално налягане в мехурче (МВРМ) с апарат Tensiometer BP2 (Kruss GmbH, Germany) при 20°C. Повърхностните модули при деформация на разширение чрез метода на осцилиращата капка на апарат DSA 100 (Kruss GmbH, Germany). Пенообразуващата способност на разтворите е изследвана с три различни метода: *автоматичен Барч тест (БТ)*. конструиран в Катедрата по Инженерна химия и фармацевтично инженерство, планетарен миксер (ПМ) Kenwood Chef Premier КМС 560

(1000 W) и Пенообразуване в метод на нарастващата пяна (*МНП*). В този метод пените се образуват и наблюдават с помощта на Dynamic Foam Analyzer DFA100 (Krüss GmbH, Германия). В този инструмент пяната се образува чрез продухване на газ през стъклена порьозна мембрана, поставена на дъното на съда с изследвания разтвор. Средния размер на мехурчетата и разпределението им по размери са определени с оптичен метод. Тънките течни филми, контролиращи коалесценцията между пенните мехурчета са наблюдавани с оптичен микроскоп в капилярната клетка на Шелуко-Ексерова. За реализиране на целите поставени в дисертацията дисертант Петкова е усвоила 7 различни експериментални методи, както и анализа и интерпретацията на получените резултати, предизвикателство с което се е справила отлично.

Експерименталните резултати и тяхната интерпретация са описани в следващите две глави. В трета глава са представени проведените значителен брой експериментални изследвания със съответният анализ на получените данни с цел да се намери връзката между свойствата на динамичните адсорбционни слоеве и пенливостта на разтворите измерена по метода Барч. Резултатите са представени на 20 фигури, съдържащи повече от 50 графики, илюстрации и една таблица. Равновесното и динамичното повърхностно напрежение е измерено за разтвори от седемте ПАВ в широк концентрационен интервал и при различна йонна сила. От изотермите са определени критичната концентрация на мицелообразуване, (СМС), адсорбцията и повърхностното напрежение при СМС, както и максималната адсорбция. От резултатите получени за динамичното повърхностно напрежение, са определени моментната адсорбция на ПАВ в динамичните слоеве, повърхностното покритие и Гибсовата еластичност. Проведени са и редица пенни тестове със същите разтвори за определяне на началната скорост на захващане на въздух, максималното пенообразуване и стабилността на получените пени.

Изследвани са и свойствата на единичните пенни филми от изследваните ПАВ. Резултатите от пенните тестове са сравнени посредством параметъра “относителна пенливост”, т.е. пенливостта на даден разтвор спрямо тази на референтен разтвор. Като резултат от тези комплексни изследвания е установено, че когато кривите на експерименталните данни за йонните и нейонните ПАВ получени като функция от различните повърхностни параметри се разделят на две групи. Този факт се дължи на електростатичните сили стабилизиращи динамичните филми от йонни ПАВ, поради което стабилизацията на пените започва при по-ниски концентрации (по ниско повърхностно покритие около 30%), докато при нейонните ПАВ е необходимо над 95 % покритие, т.е. по висока концентрация. В следващата глава са описани резултатите от изследванията на връзката между хидродинамичните условия по време на пенообразуване и свойствата на динамичните адсорбционни слоеве. Пенливостта на анионни и нейонни повърхностно-активни вещества, при различни концентрации, е определена с три различни метода на пенообразуване – Барч тест, планетарен миксер и метод на нарастващата пяна. Получените данни от многобройните и целенасочени експериментални изследвания са показали, че има прагова концентрация на ПАВ над която обема на получената пяна бързо нараства, като тази концентрация зависи от метода на пенообразуване. Най-ниска е при метода на нарастващата пяна, увеличава се при пените, образувани в планетарен миксер и е най-висока за пените, образувани в Барч теста. Установено е също, че методите на нарастващата пяна и планетарен миксер са по-подходящи за получаване на пяна от по бавно адсорбиращи се ПАВ, докато метода на Барч е по-подходящ за получаване на пяна от ПАВ с по бърза адсорбция.

Достоверността на получените експериментални данни не буди никакво съмнение. Използваните експериментални методи са приложени

от докторанта последователно и целенасочено за постигане на поставените цел и задачи на дисертацията. Във всички случаи е направен подробен анализ на получените експериментални резултати, сравнени са със съответните теоретични концепции (където е било възможно), оценени са грешките. Резултатите и теоретичните разглеждания в дисертацията са представени по много добре организиран и ясен начин, и за мен няма никакво съмнение, че научните приноси са в голяма степен лично дело на докторанта. Авторефератът отразява коректно основните положения и научните приноси на дисертационния труд,

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 дисертационния труд. Не забелязах грешки или пропуски, които заслужава да бъдат коментирани.

Заклучение

В заключение, искам да отбележа, че съм впечатлен от дисертационния труд на докторант Борислава Борисова Петкова. Считам, че дисертацията надхвърля значително изискванията за присъждане на образователната и научна степен “Доктор”, както по качество, така и по значимост на получените научни резултати. С пълна убеденост препоръчвам на уважаемите колеги, членове на Научното жури, да гласуват за присъждане на образователната и научна степен „Доктор” по професионално направление 4.2. Химически науки (Физикохимия – Макрокинетика) на докторант Борислава Борисова Петкова

15.02.2022

София

Рецензент:

/Доц. д-р Христо Христов/