РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор: Васил Стефанов Георгиев
Катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”,
Факултет по химия и фармация, Софийски университет „Св. Кл.Охридски”

Тема: „Пенливост и антипенително действие при пенообразуване”

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

Методите за получаване на пенни системи и техните структурни особености са основен обект на изследване в колоидната наука и са от съществено значение за развитието на иновативни индустриални приложения. Важен елемент в тези изследвания е връзката на пенливостта на комплексните течни състави със свойствата на адсорбционните слоеве по повърхността на мехурчетата в зависимост от използваните пенообразуващи вещества и механизмите на дестабилизация на получените пени при наличието на антипенителни добавки. Основната цел на представения дисертационен труд е да се изследват систематично физикохимичните фактори, които определят условията за пенообразуване и специфичната стабилност на пени от полимерни разтвори (PVA), от водни разтвори на подбрани нискомолекулни повърхностно-активни вещества (ПАВ, нейонни, анионни, катийонни), вкл. в присъствие на глицерол, както и да се изясни механизма на действие и изтощаване на смесени силиконово-силикатни (динамични) антипенители, добавени като антипенителна емулсия или антипенителна дисперсия към водните състави.

Дисертационният труд се състои от увод и четири глави. В увода са описани в много ясна и стегната форма използваните понятия, процесите за получаване на пени, типовете

изследвани пенообразуващите вещества, дефинирани са основните групи и характеристиките на антипенителните състави. Направен е литературен обзор с акцент върху известните особености на динамичните процеси и стабилизиращата ефективност при пенообразуване на водни пени, както и на различните механизми в процеса на изтощаване на антипенителите. Убедително е представена мотивацията за проведените изследвания и са определени главните цели на дисертацията. В Глава 2 са описани използваните материали и експериментални методи за получаване и охарактеризиране на пенните системи. Глави 3-5 съдържат подробно описание на проведените експерименталните изследвания; предложена е задълбочена дискусия и са разработени подходящи интерпретации на получените резултати; формулирани са по-важните заключения и изводи. В края на дисертацията са систематизирани основните приноси, даден е списък от публикациите на докторанта и на участията му в научни форуми, приложена е използваната литература (цитирани са 99 източника).

Приносната част в изследванията на Васил Георгиев обхваща глави 3, 4 и 5. В Глава 3 са представени резултатите от експерименталните изследвания за ролята и значението на равновесните и динамичните свойства на адсорбционните слоеве и на течните филми върху пенливостта на водни разтвори от поливинил алкохоли (PVA). Установените зависимости за PVA са съпоставени на тези за нискомолекулни ПАВ (анионния SLES и нейонния Brij35). Глава 4 съдържа получените данни за антипенителната активност на смесен силиконово-силикатен антипенител при различни хидродинамични условия на пенообразуване. Глава 5 представя резултатите за пенливостта на водни разтвори от подбрани нискомолекулни ПАВ и действието на смесен силиконово-силикстен антипенител при добавяне на глицерол.

Най-съществените моменти от изследванията в дисертационния труд са следните:

1. Въз основа на процедура за оценка на пенливостта на разтвори според степента на запълване на адсорбционния слой, предложена за пръв път от Petkova et al. [Adv.Coll. Interface Sci., 2020, 276, 102084; Coll. Surf. A, 2021, 626, 127009], е разработен нов подход за определяне на динамичната адсорбция върху повърхността вода-въздух от разтвори на поливинил алкохоли с различна степен на хидролиза (88% и 98%) и различна молекулна маса (25 и 207 kDa). Изследвана е степента на запълване на адсорбционния слой върху повърхността на мехурчетата при пенообразуване в метода на Барч. Намерено е, че пенливостта на разтворите

на PVA започва да нараства значително при степен на запълване на слоя от 80 %. Установено е, че тази степен на запълване е междинна между съответните стойности за йонните и нейонните ПАВ. Полученият резултат е свързан с наличието на преобладаващо далекодействащо стерично отблъскване в течните филми между мехурчетата при разпенването на разтворите от поливинил алкохоли. Предложено е уравнение с три напасващи параметъра, което свързва относителната пенливост с нормираната концентрация (спрямо праговата концентрация) на повърхностно-активния компонент в пенообразуващия разтвор. Тази универсална зависимост е валидна за описание пенливостта на разтворите на ниско-молекулните и на високо-молекулните сърфактанти в съответните концентрационни интервали, които са получени при различните пенни тестове и в условията на изследваните времена на пенообразуване.

2. Проведени са експерименти с антипенителна дисперсия (антипенителят е диспергиран в органичен разтворител ТХІВ) или антипенителна емулсия (капки във водна среда с Tween и Span) и е показано, че дисперсията е по-ефективна от емулсията. Установено е, че антипенителната ефективност на смесен силиконово-силикатен антипенител, добавен към изследваните системи, се определя от хидродинамичните условия по време на пенообразуване и от повърхностните сили, действащи между антипенителната глобула и повърхността вода-въздух. Показано е, че когато образуването на мехурчетата е съпроводено със значително разтягане на тяхната повърхност за кратки времена (метод на Барч), антипенителната ефективност е много висока. Но тя е много ниска за пени, получени при разбъркване на пенителния разтвор с ротор-статор хомогенизатор, където се образуват малки по размер мехурчета, като повърхностните адсорбционни слоеве имат структура близка до равновесната. Бавната кинетика на адсорбция от полимерните разтвори, заедно с по-високото равновесно повърхностно напрежение за тях, води до висока антипенителна ефективност на изследвания смесен антипенител при разтворите на поливинил алкохоли. По-ниската антипенителна ефективност, в сравнение с разтворите на йонните сърфактанти, дори и в метода на Барч, е обяснена с по-бързата адсорбция на тези сърфактанти и наличието на електростатичните сили на отблъскване между пенните филми и антипенителните глобули, което затруднява изскачането на тези глобули на повърхността вода-въздух.

3. Получени са интересни резултати при добавяне на глицерол към водни разтвори на нискомолекулни ПАВ: катионни (DTAB, CTAB), анионнно (SDS) и нейонни (Brij35, Brij58). Установено е, че пенливостта зависи освен от количеството на глицерол в системата, така и от

използвания метод на разпенване: пенливостта в метода на Барч намалява, а при разбъркване с ротор-статор хомогенизатор, това влияние е незначително. Глицерол-съдържащите разтвори имат по-висок вискозитет, което затруднява захващането на въздух в пенителните разтвори, докато промяната в свойствата на адсорбционните слоеве е от значение само за йонните сърфактанти. Установено е, че наличието на глицерол в разтвор, който съдържа и смесен силиконово-силикатен антипенител, води до увеличаване на антипенителната активност, когато се използват йонни ПАВ и пенообразуването се осъществява с Барч тест, докато глицеролът не оказва съществено влияние върху пенливостта на разтворите, когато то се осъществява при разбъркване с ротор-статор хомогенизатор.

Този тип експериментално изследване за конкретните пенни системи, се прави за пръв път от докторанта. Получените резултатите допринасят за по-доброто разбиране и успешно предсказване на ефективността на разпенване и стабилността на пенни системи, получени от водните разтвори на изследваните вещества. Научните приноси на дисертацията са със значителна степен на новост и представляват систематично проведено експериментално изследване. То е подкрепено от подходяща интерпретация за ролята на адсорбционните слоеве върху границата разтвор/въздух в динамични условия при процесите на пенообразуване. Приносите са формулирани в пет точки. Приемам тези приноси и считам, че те могат да се определят като доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и имат значителен потенциал за развитие на иновативни приложения.

Текстът на дисертацията е много добре организиран, с убедително представяне на научния проблем и подробно описание на използваните експериментални методики и физикохимични интерпретации; получените данни са ясно и изчерпателно анализирани във всяка глава с приносен характер (гл. 3-5). Нямам никакви възражения по същество.

Представените в дисертационния труд изследвания и резултати са публикувани в две научни статии, излезли през 2024 в специализираното международно списание с импакт фактор: Colloids and Surfaces A (Q1, IF=4.9) г. И в двете публикации докторантът е първи автор. По тях досега са забелязани общо 9 цитата. Подготвена за печат е и трета статия, която беше предоставена в процеса на рецензиране. Получените резултати са представяни на 10 международни и български научни форуми като 8 устни доклада и 2 постерни

презентации. Не познавам лично г-н Ангелов, но останах с отлични впечатления от неговото представяне на предзащитата, както и от предоставените ми материали по дисертацията. Затова мога обосновано да твърдя, че приносите в дисертационния труд са в значителна степен негово лично дело.

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 и на Препоръчителните критерии при придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ за професионалното направление „Химически науки". Напълно убедено препоръчвам на Почитаемото Научното жури да присъди на докторант Васил Стефанов Георгиев образователната и научна степен "Доктор" в професионално направление 4.2. „Химически науки" (Физикохимия - Макрокинетика).

Рецензент:

09 април, 2025 г. (проф. дхн Елена Милева)