

Авторска справка за приносите на научните трудове на

гл. ас. д-р Николай Александров Грозев

във връзка с участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „Доцент“

(професионално направление 4.2. Химически науки (Биофизикохимия)),

обявен в ДВ, бр. 63 от 30.07.2021 г.

Гл. ас. Николай Грозев е съавтор на 32 публикации, от тях 28 са реферирани и индексирани в Scopus. В конкурса участва с 18 публикации, всичките са реферирани и рецензирани, от тях 15 са в списания [2-11, 13-17]¹, 2 са в сборници от конференции [12, 18] и 1 е глава в поредица [1]. Общият брой цитати на тези статии е 88.

Статиите с:

- квантил Q1 са 7 бр. [2, 3, 4, 6, 7, 11, 13].
- квантил Q2 са 4 бр. [5, 8, 10, 17].
- квантил Q3 са 4 бр. [1, 14, 15, 16].
- квантил Q4 са 1 бр. [18].
- SJR са 2 бр. [9, 12].

Хабилитационният труд се основава на 5 статии [1, 3, 4, 13, 14]. Цитати: 53.

Статиите извън хабилитационния труд са 13 [2, 5-12, 15-18]. Цитати: 35.

Общият брой цитати е 171, h index = 9; Без автоцитати – 163, h index = 8; Без автоцитати на всички съавтори – 115, h index = 6. Резултатите са докладвани на повече от 15 международни и национални научни форуми, като устни доклади, или на постерни сесии.

Научните приноси са в областта на физикохимия на повърхностите и колоидна химия. Използваните техники са – оптична микроскопия (ОМ), атомно-силова микроскопия (АСМ, АФМ), микроскопия под Брюстеров ъгъл (ВАМ), елипсометрия, клетка на Шелудко-Ексерова, Лангмюирова везна с метод на Вилхелми, Лангмюир-Блоджет филми (LB films), метод на висяща капка (седящо мехурче), контактни ъгли.

Най-общият знаменател на всички статии са явления, протичащи на фазови граници и адсорбция на ПАВ, които малко условно могат да бъдат допълнително разделени на:

- I. Фазова граница вода/въздух: адсорбция на неорганични йони [8] и монослоен подход в Лангмюирова вана [7, 9, 12, 13 и 14] за изучаване на фармацевтични продукти, за синтез на Pt наночастици и за охарактеризиране на близначни ПАВ;
- II. Тънки филми:

¹ Номерацията е според „10B. SelectedPublicationsList.pdf“

1. Твърди филми върху твърда подложка – полимерни (кристализация на полимери) [1, 3, 4] и зол-гелни.[2, 18];
2. Течни филми върху твърди и течни подложки – омокряне, пенни и омокрящи филми [5, 6, 10, 11, 15-17].

I. Гранична повърхност вода/въздух

I. 1. Адсорбция на неорганични йони

Устройството на повърхността чиста вода/въздух е стар проблем (т.е как са насочени водните диполи, наличието на свободни заряди, вследствие на адсорбцията на протони или на хидроксилни йони, съответно знакът на фазовия потенциал), който все още не е намерил своето окончателно решение. Същото важи за разпределението на аниони и катиони на границата електролит/въздух.

В работа [8] е разширен моделът на Schmutzer за повърхността на водни разтвори на електролити и е обобщен за $Z_+ : Z_-$ соли. Сравнението на модела с опитни данни за $\Delta\sigma$ и за $\Delta\chi$ позволява да се определят важни структурни параметри.

Потвърдени са предишните резултати, че йон-специфичните обемни коефициенти на активност играят основна роля в Hofmeister-овия ефект при повърхностното напрежение на концентрирани разтвори на соли.

Направени са няколко подобрения (в сравнение с модела на Ohshima за $Z_+ : Z_-$ електролити) – най-същественото е отчитането на неидеалността на разтворите и наличието на дифузен електричен слой.

В работата е представен за пръв път (до колкото е известно на авторите) модел на хидратационното взаимодействие между йон и водна повърхност, в който експлицитно е отчетена структурата на повърхността (чрез величината R_{hg}).

Като цяло, измененият модел на Schmutzer е полезен за количествено разбиране на строежа на повърхността вода/газ (чрез величините R_{hg} и χ_0) както и на хидратационното взаимодействие между йон и водна повърхност (чрез параметъра R_{\pm}).

Работата потвърждава стойностите на „хидрофобния процеп“ $R_{hg} = 1.38 \text{ \AA}$ и за повърхностния потенциал на чиста вода, $\chi_0 = -100 \text{ mV}$.

Приноси на д-р Н. Грозев: Измерване на повърхностното напрежение на разтвори на електролити по различни методи. Въвеждане в експлоатация на нов сензор за измерване на повърхностно напрежение (микровезна, за която се изготвят калибрационни прави с използване на различни теглилки и вещества с известно повърхностно напрежение), както и намиране на оптимални условия за работа с него. Работа с дипломанти (докторанти) Т. Пешкова. Участие в събирането на литературни данни и в обсъждането.

I. 2. Химична реакция, протичаща на фазовата граница вода/въздух

Работа [12] е малко закъсняло публикуване на част от резултатите, получени от Мирослава Недялкова при изготвянето на дипломната ѝ работа. В дипломната работа също така фигурира кинетичен модел на химичната реакция, както и молекулни модели на монослоеве от хексадециланилин. Тези резултати не са включени в настоящата работа.

Описана е реакцията на редукция на хлороплатинени йони (PtCl_6^{2-}) от молекули хексадециланилин (HDA), организирани в предварително нанесен неразтворим монослой на фазовата граница въздух/вода. Краен продукт на реакцията са платинени наночастици. Получените наночастици, могат да бъдат пренесени от фазовата граница върху подходящи твърди подложки под формата на многослойни Лангмюр-Блоджет филми. В последствие, филмите са характеризирани чрез атомна силова микроскопия (AFM) и рентгенова фотоемисионна спектроскопия (XPS).

Най-важното, което може да се отбележи е, че вследствие на протичане на реакцията, площта, заемана от монослоя нараства (за разлика от случая с получаване на златни наночастици при същи условия). Наблюдава се първо начален спад (лаг-период), който е свързан с натрупване на междинен продукт. В подкрепа на това твърдение е наличието на максимум в ΔV -потенциала.

Като цяло, резултатите от тази работа подкрепят намереното от Swami et al.

Приносът на д-р Н. Грозев: Провеждането на опитите в Лангмюировата везна в различните режими. Едновременно с това обучение на дипломантката Мирослава Недялкова в монослойните техники. Интерпретация на получените резултати и предлагането на подходящ кинетичен модел.

I.3. Използване на монослойната техника за изучаване на фармацевтични продукти.

Фармацевтичните продукти включват лекарствени препарати, в статия [7] това е белодробен сърфактант или носители на лекарствени препарати като биосъвместими и биоразградими везикули (изградени от фосфолипиди), липидни нанокапсули (изградени от триглицериди, полиетилен гликол и фосфолипиди) или полиестерни матрици, които са изградени от повърхностно активни компоненти в статия [9].

Природният белодробен сърфактант, който покрива вътрешните стени на алвеолите е сложна смес от фосфолипиди и протеини (хидрофилни и хидрофобни). Клинично използваният изкуствен сърфактант (за преодоляването на респираторния дистрес синдром) най-често представлява само смес от фосфолипиди или извлек от сърфактант на животни.

В настоящата статия са сравнени повърхностните свойства на комерсиални продукти – състояние и реологични свойства на границата вода/въздух (моделна система на алвеоларната повърхност) в присъствието на говежди серумен албумин (BSA) и хидрофилни полимери поливинилпиролон (PVP), полиетилен гликол (PEG) и Dextran.

Установено е, че ефективността на разтичането на DPPC и образуването на по-уплътнен филм се увеличава в реда: Exosurf, Survanta, Curosurf, Alveofact.

Също така, потвърдени са общоприетите идеи за механизмите на инактивация на серумен протеин и възстановяващият ефект на хидрофилните полимери.

Приносите на д-р Н. Грозев в публикацията са провеждане на част от опитите, както и обработка на опитните резултати. Участие в обсъждането на материала.

В работа [9] е представено едно обобщение на научните интереси на Лабораторията по биофизикохимия в областта на пренасянето на лекарствени форми, както и на процесите, които се осъществяват при достигането на тези носители на фазовата граница вода/въздух. Представени са резултатите от поредица изследвания на прости моделни системи на везикули, нанокапсули, биоразградими полиестерни матрици. Моделните системи включват взаимодействие на частиците (или на веществата, които ги изграждат) с фазовата граница вода/въздух, т.е. монослойния подход при който частици (или веществата, които ги изграждат) се нанасят или адсорбират върху фазовата граница, след което протичат процеси на допълнителна реорганизация или химични взаимодействия, включително ензимна или алкална хидролиза. Разработените модели представляват важна първа стъпка за оценка на поведението на лекарствените носители.

Приноси на д-р Н. Грозев: Провеждане на част от опитите, както и обработка на опитните резултати. Участие в обсъждането на материала.

1.4. Охарактеризиране на близначни ПАВ, производни на L - аспарагинова киселина в монослой и в разтвор.

Работите [13, 14] са съвместни с колеги от Катедра „Органична химия“, ХТМУ (доц. Даниела Цекова и докторант Борислав Анчев). Те са посветени на изучаването на общо 16 новосинтезирани вещества, производни на L - аспарагинова киселина (аминокиселина, L-Asp). Осем от тях може да се причислят към същински близначни ПАВ [13], а останалите осем като т. нар. мономери (т.е. съдържат само половината част на близначната молекула плюс моста, или те са двуверижни с една хидрофилна глава) [14]. Освен това, осем от тях са нейногенни ПАВ (4 близначни и 4 мономерни) и осем са йоногенни. Нейногенните съдържат L-Asp- β -бензилов естер, а йоногенните – Asp- β -карбоксилна група. По-голямата част от нейногенните ПАВ са водонерастворими, но образуват Лангмюирови слоеве с характерни нишковидни структури, видими с помощта на микроскопия под Брюстеров ъгъл (ВАМ), както и с атомно-силова микроскопия (AFM). Висшите хомолози на производните със свободна карбоксилна група също образуват подобни монослоеви и структури. За тях е също характерно, че образуват нишковидни структури и в обема на разтвор (при концентрации близки и над критичната концентрация на агрегация, САС). За водоразтворимите ПАВ (под формата на натриева сол) са определени критичните концентрации на агрегация с помощта на тензиометрични и кондуктометрични методи. Общият извод е, че са добри ПАВ, но с времето агрегират в обема.

Доколкото е известно на авторите, това е първият път, когато образуването на влакна с нано- и микроразмерна подредба в Лангмюиров монослой е наблюдавано чрез микроскопични техники (ВАМ и AFM).

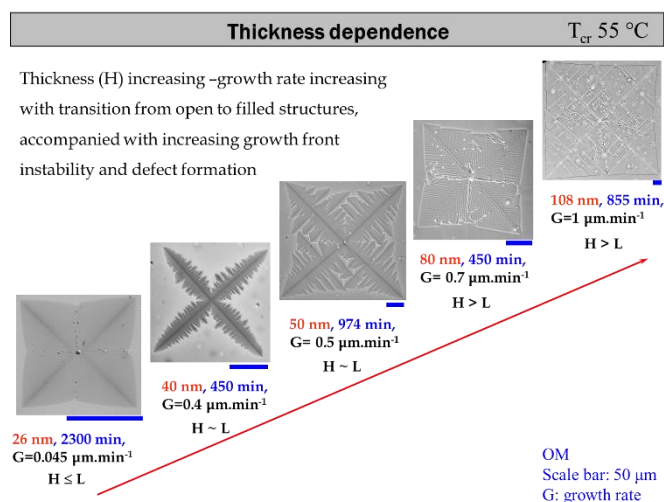
Приноси на д-р Н. Грозев: Провеждане на част от опитите с монослоеве (включително ВАМ), провеждане на тензиометричните и кондуктометрични опити. Въвеждане на докторанта от ХТМУ, г-н Б. Анчев, в гореспоменатите техники за измерване. Също така допълнителното охарактеризиране на структурите, образуващи се след изпарението на капки от разтвор с помощта на оптична микроскопия. Направата на някои фигури и обсъждане на текста за статиите.

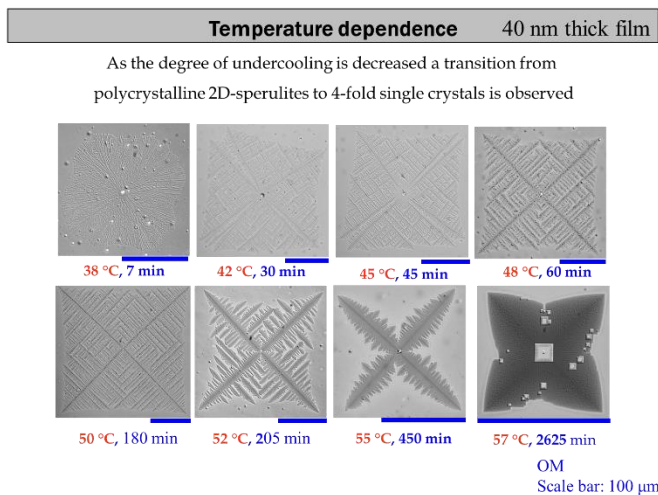
II.1. Твърди филми върху твърда подложка

Работите [1, 3, 4] са проведени по време на пост-док стажа в групата на Günter Reiter (“Institut de Chimie des Surfaces et Interfaces”, CNRS, Mulhouse, France). Представяват изследвания на структурообразуването в тънки полимерни филми на диблок съполимери, състоящи се от кристализираща и от аморфна част. В [1, 4] движещата сила е преохлаждането, т.е. промяната на температурата за кристализация, а в [3] е промяна на концентрацията на полимера в набъбналите тънки филми. Полимерните филми са образувани чрез нанасяне върху Si подложки за да се наблюдават в реално време под оптичен микроскоп. Образуваните структури са допълнително охарактеризирани чрез атомно-силова микроскопия.

Посочените публикации са едни от малкото работи за кристализация в тънки филми на диблок полимери и то с нисък индекс на полидисперсност.

В [1] са дадени подробни резултати за морфологията на монокристали в зависимост от дебелината на филма (по-голяма или равна на дебелината на кристалната ламела), както и от температурата на кристализация. Част от резултатите са представени в двете фигури долу.





За температури над 45 °C зародишообразуването е силно затруднено (от присъствието на аморфната верига) и това позволява да се следи нарастването на монокристали.

Направените експерименти показват, че полимерните тънки филми представляват интересни моделни системи за изследване на кристализацията. Такива филми също така позволяват да се тества приложимостта на теоретичните концепции към кристализиращи полимерни системи. Въпреки че първоначално тези концепции не са разработени за полимери, те позволяват да се опишат и интерпретират нашите експериментални резултати доста добре. Това е донякъде изненадващо, тъй като свързаността на сегментите в рамките на полимерна верига не е отчетена.

Представените в [1] примери за морфологията на ламеларни полимерни кристали категорично предполагат, че концепцията за DLA (diffusion limited aggregation, дифузионно ограничено агрегиране) е най-подходящият начин за описание на кристалообразуването.

Резултати показват, че кристалите нарастват чрез върховете на диагоналите.

При по-високи температури, близки до температурата на топене (която е 65 °C, определена чрез директно топене в AFM експеримент и от сканираща калориметрия) се образуват фасетиранни кристали, които растат с много ниска скорост (която зависи от дебелината на филма). Оставени достатъчно дълго време, обаче започват да се развиват нестабилности и да се оформят като дендрити. В следствие от дифузионно ограничения транспортен процес и възникващата нестабилност, перпендикулярно на диагоналите се образуват странични клони. Последователното образуване на все повече странични клони, също и от по-високи поколения, води до образуването на плик с квадратна форма.

Експериментите с филми с различна дебелина показват, че квазидвумерните морфологии на растежа са качествено еднакви, независимо дали са налични повече или по-малко молекули от необходимото за образуването на една ламела. Основната разлика при по-дебелите филми произтича от възможността да се добавят полимери между страничните клони, като се вземат от „резервоара“ отгоре на ламелата. Това позволява да се запълнят празнините между страничните разклонения.

Заслужава да се отбележи, че дори обикновените квадратни кристали без празнини в обвивката им изглеждат са резултат от дендритен растеж. В този случай, позицията и ориентацията на спиралите с квадратна форма, украсяващи такива „запълнени“ кристали, показват модела на растеж на подлежащата първа ламела. Ориентацията на спиралите е напълно успоредна на ориентацията на първоначалната ламела. Освен това тези спирали не са разпределени напълно произволно на повърхността. Те са разположени по предполагаемите линии на свързване на страничните клонове на подлежащата дендритна структура. Разглеждайки само плика с квадратна форма на такива кристали, може погрешно да се предположи, че те са нараснали, като се прикрепва полимерен материал по страните им.

В [4] се обръща по-голямо внимание на възникването на морфологичните нестабилности по време на кристалния растеж. По-специално, измерената температурна зависимост на ширината W и честотата на страничните разклонения на дендрита и радиусът на кривина ρ на върховете на растежа на кристалите следват тези концепции. Представени са предварителни доказателства за влиянието на кинетиката на закрепване на полимерните вериги и процесите на реорганизация зад фронта на растеж.

В [3] е представено експериментално изследване на образуването на структури в разтвори на разклонен полипептиден звездовиден блок-съполимер – поли (γ -бензил-L-глутамат) (PBLGlu), получени чрез набъбване на тънките филми в хлороформени пари до различни концентрации на PBLGlu (c_p). Проведени са два типа опити: равновесни и неравновесни, като и при двата типа се получават близки резултати по отношение на формата и размера на структурите. Опитите са проведени в „домашно направен“ прибор.

Определена е критичната концентрация при която започват да се образуват подредени структури в набъбналия полимерен филм. Показано е влиянието на влажността, т.е. наличието на вода върху критичната концентрация на образуване на структурите. Тази промяна в разтворимостта е следствие от взаимодействието на водните молекули с α -спиралата на PBLGlu, което води до увеличение на междуфазното напрежение между полимера и разтворителя. Хипотезата е тествана, като водата е заменена с други неразтворители за полимера. Само протонните неразтворители променят разтворимостта на PBLGlu в хлороформ.

Приноси на д-р Н. Грозев: Провеждане на част от опитите с кристализация в тънките полимерни филми (следене в реално време с оптична микроскопия и след това чрез AFM). Направата на някои фигури и участие в обсъждането на текста за статиите.

II.2. Зол-гел филми [2, 18]

В статия [2] се прилага зол-гел техниката за направата на филми върху твърди подложки, които съдържат Ru(II)- комплекси за сензори за кислород.

Съществен фактор за качеството на филма, съответно на пълноценното функциониране на сензора, е неговата дебелина и порьозност. Те се определят от поведението на прекурсорите по време на хидролизата и кондензацията, както и зависят от

концентрацията на прекурсорите в изходния разтвор, рН на зола, времето на стареене, скоростта на изтегляне или на нанасяне при въртене, брой потапяния.

Порьозността на филма е важен параметър със значително въздействие върху работата на сензорното устройство. Повишаването ѝ води до по-голям коефициент на дифузия в матрица.

Влиянието на гореизброените параметри е установено за филми, съдържащи в матрицата Ru(II)- комплекс. За определяне на морфологията са използвани методи, които дават допълваща се информация.

Получените резултати от различните техники са в съгласие и могат да се обобщат както следва:

1. Дебелина на филма

Дебелините на филмите, получени чрез изтегляне и потапяне (до общо 5 пъти) със скорост равна на 0.4 mm/s са около 500 nm.

Дебелините на филмите, получени чрез „нанасяне при въртене“ на разтвори с различна концентрация са значително по-големи – около няколко десетки микрометра.

2. Влияние на скоростта на изтегляне и броя на изтеглянията върху морфологията

Понижението на скоростта от 0.4 до 0.2 mm/s води до леко нарастване на размера и на повърхностната концентрация на елипсоидни (или ромбовидни) структури.

Увеличаването на броя на потапянията води до намаление на размера на структурите, но до увеличаване на повърхностната им концентрация.

3. Влияние на природата на прекурсора

Филмите, получени при употребата на TEOS са с относително гладка повърхност. Употребата на OtEOS води до появата на значителна грапавост. Филмите, получени при използването на смеси от TEOS + OtEOS, показват междинна грапавост (между горните два случая на чистите компоненти).

4. Влияние на присъствието на багрилото върху морфологията на филма

А) Без озвучаване с ултразвук се наблюдават нехомогенности (дефекти) следствие на микрокристализацията на Ru(II) комплекс.

Б) При озвучаване с ултразвук се наблюдава по хомогенно разпределение на багрилото, което води и до значително подобрене при взаимодействието с кислорода.

Приноси на д-р Н. Грозев: Провеждане на част от опитите с атомно-силова микроскопия (AFM), както и обработка на опитните резултати. Участие в обсъждането на материала.

В статия [18] се разглежда използването на зол-гел технология за направата на циркониеви антикорозионни покрития. Използвани са два типа предшественици –

органични и неорганични. Показано е, че употребата на органични предшественици води до направата на покрития с по-добри антикорозионна устойчивост.

Приноси на д-р Н. Грозев: Измерване на контактните ъгли и интерпретация на получените резултати.

II.3. Омокряне, пенни и омокрящи филми [5, 6, 10, 11].

В статия [5] е изследвано изтичането на пенни филми на суспензия от сребърни (Ag) нано-кълъстери, стабилизирана от поли (метакрилова киселина) (РМАО) чрез интерференчния метод. Размерът на кълъстерите е под 2 nm. За сравнение се наблюдава и изтичането на пенни филми, съдържащи водни разтвори на РМАО със и без AgNO₃. Установено е наличието на стерично отблъскване между двете повърхности на филма, което се дължи на наличието на полимерните вериги на РМАО. Това е общоизвестен резултат. В нано-кълъстерните суспензии обаче се наблюдава намалено стерично отблъскване, водещо до стабилни, но по-тънки филми. Това явно е свързано с модификация на тримерната структура на веригите.

Принос на д-р Грозев: Участие в експеримента и в теоретичната обработка на данните, както и в тяхната интерпретация.

В работа [6] се разглежда кинетиката на отстъпване на трифазната контактна линия на изпаряващи се малки водни капчици върху гладки стъклени повърхности с отпечатана мрежа от хидрофилни клетки и хидрофобни рамки. Експериментът показва значително по-малки контактни ъгли на отстъпване в сравнение с теоретичните предсказания от формулата на Cassie. Поради тази причина е разработена нова теория, отчитаща периодичността на повърхността и приноса на трифазната контактна линия към контактния ъгъл.

Принос на д-р Н. Грозев: Работа с дипломанти, извършване на експерименталната работа – почистване на стъклените пластинки по различни процедури, хидрофобизирането им, нанасянето на шаблоните – идеята за използване за тази цел на сита за разделяне по размери е на д-р Н. Грозев, осигуряване на съответните, извършване на измерванията с контактните ъгли.

В изследването [10] се провеждат опити с триенето на трифазната контактна линия на мехурчета, стърчащи от капиляра и захванати за хидрофобни движещи се тангенциално повърхности с различна степен на хидрофобност. Беше установено, че мехурчетата се откъсват от хидрофобната повърхност при достигане на дадена критична скорост на движение на подложката, зависеща от нейната степен на хидрофобност и вътрешното им налягане. Колкото е по-хидрофобна подложката и колкото е по-голямо вътрешното налягане на мехурчето, се откъсва при толкова по-голяма скорост на подложката. Съществува обаче и дадено критично вътрешно налягане на мехурчето, чието достигане прави много трудно откъсването от подложката, изискващо много големи скорости на нейното движение. Беше изградена теория за това явление, отчитаща подемната сила, породена от движението на

подложката и формата на мехурчето, както и силата на триене на трифазната контактна линия.

Приноси на д-р Грозев: Участие в част от този експеримент и в теоретичната интерпретация на резултатите, както и участие в дискусиите по резултатите.

В работа [11] е изследвано влиянието на един от най-известните суперомокрители Sylwet L-77 върху пенни филми в правоъгълна рамка. За сравнение е изследвано и влиянието на два други обикновени ПАВ с подобна структура, но не притежаващи суперомокрящи свойства. Изследвани са също така техните адсорбционни слоеве и кинетика на адсорбция на повърхността вода/въздух. Установен е огромен Марангони ефект, водещ до «Марангони буря» в пенните филми със Sylwet L-77 в сравнение с другите два ПАВ. Това, което го прави уникален е съчетанието от много ниско повърхностно напрежение на неговите водни разтвори (около 20 mN/m) и «светкавична» адсорбция на повърхността вода/въздух. При другите два ПАВ имаме светкавична адсорбция, но значително по-високо повърхностно напрежение (32 mN/m), или ниски стойности на повърхностното напрежение (около 20 mN/m), но много бавна адсорбция на повърхността вода/въздух. Установено е също така, че влажността оказва значителен ефект върху дълготрайността на филмите, но тези със Sylwet L-77 са по-дълготрайни. Това изследване потвърждава, че силният Марангони ефект е едно от съпътстващите явления на суперразтичането.

Принос на д-р Грозев: Участие в провеждането на част от експериментите, в измерването на адсорбционните изотерми на трите ПАВ, на обработката на тези данни и в обсъждането на цялостната концепция на тази работа.

В последните години в рамките на Проект FineFuture се занимавам с явления свързани с флотация. Тук спадат работите [15-17].

В [15] е изследвана свободната енергия на трифазната контактна линия на водни разтвори на ПАВ (амини и сулфонати) с различна концентрация върху стъклени балотини по метода на Girifalco и Good. Така е изчислена стойността на повърхностното напрежение на повърхността твърдо/въздух граничещо с C10 амини и за смесени системи, при които се установи малко по-ниски стойности в сравнение на повърхността вода/въздух. За разлика от резултатите за границата твърда фаза/въздух, стойностите на междофазовото напрежение твърда фаза - течност са значително по-ниски. Специфичното поведение на смесените системи се интерпретира с появата на агрегати, състоящи се от анионни и катионни повърхностноактивни вещества. Показано е, че в изучавания концентрационен интервал не настъпва пълно омокряне.

Принос на д-р Н. Грозев: Участие в теоретичната интерпретация на тези резултати и в обсъждането им.

В статия [16] са установени корелации между молекулната структура на над 30 пенителя (слаби сърфактанти) и тяхната критична концентрация на коалесценция (ККК) с грешка от около 7%. Тези пенители обхващат хомоложни групи с периодична промяна на

тяхната структура. Този труд позволява да се изчисли ККК стойността на други пенители с проста структура.

Принос на д-р Н. Грозев: Участие в теоретичната интерпретация на тези резултати и в обсъждането им.

В [17] се описва нов метод за определяне на критична концентрация на коалесценция (ККК) на пенители. Този метод е валидиран спрямо литературни данни. Измерени са ККК стойностите на 7 известни пенителя като са измерени концентрационните зависимости на повърхностното напрежение на водните им разтвори. Определени са и техните адсорбционни параметри чрез прилагане на един от последните адсорбционни модели в литературата.

Принос на д-р Н. Грозев: Провеждането на част от експеримента. Участие в теоретичната интерпретация на резултатите и в дискусиите по време на изработването на публикацията.