

Приложение 5

Кратко описание на най-важните приноси в трудовете на Николай Д. Денков и тяхното научно-приложно значение (номерата на трудовете съответстват на списъка с публикации)

По тематика и област на приложение основните приноси могат да се класифицират в 5 групи, които са описани по-долу заедно с броя публикации и цитати в съответната група. За всяка група е формулиран накратко най-важният научен принос и са дадени номерата на публикациите, приложени към документите за настоящия конкурс:

№	Група	брой публикации	брой цитати	Основен принос	№ на приложени публикации
1.	Механизми на антипенително действие.	24	1670	Разкрити са нови механизми на действие и изтощаване на маслени антипенители (вещества разрушаващи пените) и са изяснени физикохимичните параметри, които определят антипенителното действие в различни системи.	От 1 до 18 Обзори 158-162 Дисертация 182
2.	Динамика на пени и емулсии: роля на повърхностно-активните вещества (ПАВ).	66	2867	Изяснен е ефектът на повърхностно-активните вещества върху свойствата и стабилността на движещи се пени и емулсии и са установени основните фактори, определящи размера на капките при емулгиране в турбулентен поток. Открити са нови ефекти на спонтанна промяна на формата на капките (self-shaping) и на само-емулгиране (self-emulsification) при охлаждане на емулсии около температурата на топене на неполярни (маслени) капки.	От 19 до 77 Обзори 163-169
3.	Стабилност на емулсии и пени	38	1619	Установени са основните фактори, определящи стабилността на емулсии в присъствие на глобуларни протеини. Установени са условията за получаване на твърди порести материали от водни пени, стабилизирани с твърди частици и ПАВ.	От 78 до 112 Обзори 170-172
4.	Подредени структури от частици	25	3380	Установен е механизмът на подреждане и са разработени нови експериментални методи за получаване на подредени структури от микро- и наночастици в течни филми	От 113 до 131 Обзори 173-177 Дисертация 181
5.	Адсорбция и мицелообразуване в разтвори на ПАВ, солнобилизация, бионаличност	29	864	Получени са оригинални резултати за механизма и кинетиката на солнобилизация на масло в мицеларни разтвори; ефекта от междучастичките взаимодействия върху динамичното светоразсейване; кинетиката на адсорбция на ПАВ и др.	От 132 до 157 Обзори 178-180
Общо:		182	10400		

Общо обзорите и главите в книги са 23 броя (№ 158-180) и върху тях са забелязани 1928 цитата. Обзор № 178 активно се използва като учебно пособие от докторанти и магистранти във факултета по Химия и фармация, напр. в курсовете по „Получаване и

стабилност на дисперсни системи”, „Разделителни процеси в дисперсни системи” и „Оптични и електрични свойства“.

Освен това, Н. Денков е съавтор (co-inventor) в 14 патентни разработки като това включва 4 заявени световни патента (WIPO, PCT), 3 патента регистрирани в Япония, 4 регистрирани в САЩ, 2 в Китай, 1 в Корея, 1 в ЕС и др. – виж приложение 15. През последните 5 години са подадени 5 заявки за регистриране и са регистрирани 5 патента.

Обобщени данни за публикациите и цитатите:

Общ брой **трудове**: **182**

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **152**

Сумарен импакт фактор на статиите: **815.454**

Индивидуален импакт фактор: 189.272

Среден брой цитати на статия = **57.1**

h – индекс: **51**

51-те статии с над 51 цитата са:

№ 114 – 1154 цитата	№ 59 – 91 цитата	№ 97 – 63 цитата
№ 116 – 758 цитата	№ 100 – 90 цитата	№ 105 – 60 цитата
№ 1 – 624 цитата	№ 1200 – 87 цитата	№ 44 – 52 цитата
№ 160 – 262 цитата	№ 117 – 82 цитата	№ 3 – 54 цитата
№ 172 – 218 цитата	№ 65 – 79 цитата	№ 99 – 54 цитата
№ 64 – 205 цитата	№ 173 – 78 цитата	№ 10 – 56 цитата
№ 61 – 202 цитата	№ 23 – 76 цитата	№ 24 – 57 цитата
№ 80 – 201 цитата	№ 155 – 76 цитата	№ 89 – 57 цитата
№ 21 – 163 цитата	№ 9 – 74 цитата	№ 162 – 52 цитата
№ 119 – 152 цитата	№ 84 – 74 цитата	№ 33 – 51 цитата
№ 60 – 148 цитата	№ 65 – 79 цитата	№ 71 – 51 цитата
№ 70 – 137 цитата	№ 104 – 77 цитата	№ 78 – 51 цитата
№ 164 – 137 цитата	№ 126 – 75 цитата	№ 123 – 51 цитата
№ 30 – 131 цитата	№ 876 – 72 цитата	№ 134 – 51 цитата
№ 118 – 127 цитата	№ 66 – 71 цитата	
№ 138 – 126 цитата	№ 85 – 71 цитата	
№ 178 – 117 цитата	№ 180 – 70 цитата	
№ 25 – 116 цитата	№ 2 – 68 цитата	
№ 5 – 114 цитата	№ 19 – 67 цитата	
№ 96 – 109 цитата	№ 20 – 63 цитата	
№ 130 – 94 цитата	№ 22 – 63 цитата	

Брой забелязани цитати: 10400 (самоцитатите са изключени от тази бройка)

- **8798** от забелязаните цитати са в реферирани списания, **502** са в чуждестранни **книги и енциклопедии** (приложение 9б), **36** цитата са в международни **учебници** (приложение 9г), **47** цитата са в международни патенти и **1017** са в нереферирани чуждестранни списания, книжки от конференции, дисертации на студенти от чуждестранни университети и дипломни работи от чуждестранни университети.
- **9905** от забелязаните цитата са от творчески колективи от чуждестранни автори, а **495** цитата са в публикации на колективи, в които участват български учени (приложение 9в)

Кратки сведения за приносите в публикациите по тематични групи

1. Механизми на антипенително действие.

Общ брой научни публикации: **24**

От тях обзори и глави от книги: 5

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **17**

Брой забелязани цитати: **1670**

Основен принос: *Разкрити са нови механизми на действие и изтощаване на антипенителите (вещества разрушаващи пените).*

По важните научни резултати по тази тема могат да се резюмират както следва:

(а) Показано е, че има два вида антипенители, “бързи” и “бавни”, които се отличават качествено в механизма, по който разрушават пените. Ключовият етап при разрушаване на пените от бързите антипенители се състои в образуването на капилярно-нестабилни маслени мостове в пенните филми, докато глобулите на бавните антипенители първо се събират в каналите на Плато и разрушават пяната едва след като бъдат притиснати от стените на тези канали (статии № 2-3, 5-9, 158-162).

(б) Показано е, че бариерата за изскачане на маслените антипенителни глобули е един от ключовите фактори, контролиращ антипенителното действие – прехода бързи/бавни антипенители, крайната височина на пяната при бавни антипенители, издръжливостта на бързите антипенители и др. (статии № 10, 13, 158, 160).

(в) Обяснено е същественото влияние на редица фактори върху антипенителното действие – хидрофобност на твърдите частици в смесените антипенители, скорост на адсорбция на ПАВ, влияние на помощни ПАВ (ко-сърфактанти), размер на антипенителните глобули, наличие на разтечено масло върху повърхността на пенните филми и др. (статии № 1, 11-12, 16-18, 160-161).

(г) Изяснен е механизмът на изтощаване (постепенна загуба на активност) на смесените антипенители, съставени от маслена фаза и твърди частици. За пръв път е наблюдавано и е обяснено явлението „реактивация” на смесени антипенители (статии № 4, 14-15, 160).

Резултатите по тази тематика са цитирани 1670 пъти. Положителни отзиви за тези изследвания са изразени в обзори от водещият специалист в тази област - Prof. P. Garrett (№7 от приложение 14) и в приложените писма-отзиви от Profs. H. Stone, R. Rowell, R. Aveyard, M. Adler, S. Hutzler и D. Weaire (№ 1,3,4,5,7 от приложение 13). Тези резултати са в основата на пленарната лекция изнесена от Н. Денков на международната конференция Eufoam 2002 (Манчестър, Великобритания) и на поканените лекции на конференциите Surfactants in Solutions, SIS 2004 (Форталеза, Бразилия); New Developments in Emulsions and Foams 2005

(Манчестър, Великобритания) и European Detergents Conference (Фулда, Германия), виж приложение 6.

Получените резултати са обобщени във втората част от дисертацията на Н. Денков за научна степен „доктор на химическите науки”. Част от тях са основа на докторските дисертации на д-р Асен Хаджийски и д-р Кръстанка Маринова, защитени пред СНС по Физикохимия.

Антипенителите се използват в редица важни индустриални процеси като ферментация (при производство на лекарства и храни), производство на хартия, пречистване на питейни и отпадни води, производство на нефтопродукти, нанасяне на покрития и др., и са важни компоненти в редица продукти (лекарства, бои, козметика, детергенти и др.). Трудовете по тази тематика предизвикаха значителен интерес сред фирмите производители и потребители на антипенители, тъй като разкриването на механизмите на антипенително действие и изясняването на основните фактори определящи антипенителната активност дава широки възможности за целенасочено оптимизиране на антипенителите по отношение на редица характеристики (размер на антипенителните глобули, хидрофобност на твърдите частици, реологични свойства и разтичане на маслената фаза и др.). Този интерес доведе до покани за специализирани доклади на Н. Денков във фирмите Rhone Poulenc, Rhodia, Wacker, Unilever, Shering-Plough, Baker Petrolite, BASF, Dow Corning, описани в приложение 7. Положителни отзиви от водещи изследователи в тези фирми могат да се видят в приложение 14 (№ 3,4,6,7). Важен пряк резултат от този интерес са договорите сключени чрез НИС на СУ с фирмите Altana, BYK Chemie, Biokit, Rhodia, Unilever, Dow Corning и Kao (№ 1, 11, 13, 18, 20, 24, 41, 45, 46 и 47 в приложение 17).

2. Динамика на пени и емулсии: роля на повърхностно-активните вещества (ПАВ)

Общ брой научни публикации: **66**

От тях обзори и глави от книги: **7**

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **57**

Брой забелязани цитати: **2867**

Основен принос: *Изяснен е ефектът на повърхностно-активните вещества върху възможността на капките да променят формата си при охлаждане, както и върху динамичните характеристики на пени и емулсии и са установени основните фактори, определящи размера на капките при емулгиране в турбулентен поток и при охлаждане.*

По-важните научни резултати по тази тема могат да се резюмират както следва:

(а) Изяснени са факторите, които позволяват да се премине от инерчен към вискозен турбулентен режим на емулгиране. Показано е, че при емулгиране в турбулентен вискозен режим могат да се диспергират по-вискозни масла и да се получат по-малки капки в крайната емулсия. Експериментално е показано, че в резултат от разкъсването на една капка се

получават множество различни по размер дъщерни капки, чийто брой силно нараства с повишаване вискозитета на капките. Определени са експериментално и са описани теоретично скоростните константи на разкъсване на капките и броя на новообразуваните дъщерни капки (статии № 60-67).

(б) Изследвана е ролята на коалесценцията на капките при емулгиране и са изяснени основните фактори определящи размера на капките в емулсии, стабилизирани с йонни и нейонни ПАВ, глобуларни протеини или твърди частици. Показано е, че при липса на електростатично отблъскване (нейонни ПАВ, твърди частици или глобуларни протеини при висока концентрация на електролит) коалесценцията се прекратява при изграждане на плътен адсорбционен слой (статии № 60-61,163).

(г) Разработен е експериментален метод за измерване коефициента на триене на частица закрепена на междуфазова граница под въздействието на капилярни сили (№ 19). Методът е приложен за определяне на повърхностния вискозитет на адсорбционни слоеве от нискомолекулни ПАВ (№ 20).

(в) Експериментално е установено и теоретично е обяснено важното влияние на повърхностния модул на мехурчета за реологичните свойства на пени и за вискозното триене пяна-твърда стена. Показано е, че в зависимост от използваното ПАВ, съществуват два различни режима на вискозно триене, съответстващи на тангенциално-подвижни и на тангенциално-неподвижни повърхности на мехурчетата (статии № 21-22,25-29,31-34,164).

(г) Развити са нови теоретични модели за описание на движещи се пени и емулсии. Предсказанията на тези модели са сравнени с новополучени експериментални резултати, като е демонстрирано отлично съответствие между теория и експеримент (статии № 23-24,165).

(д) Показано е, че адсорбционните слоеве на природния сърфактант сапонин (saponin) проявяват силно изразени виско-еластични свойства, което има голямо влияние върху свойствата на пени и емулсии, стабилизирани със сапонинови молекули. Обяснена е ролята на хидрофобната фаза за повърхностните реологични свойства (статии № 30,32,33,35).

(е) Изяснени са факторите, които влияят върху кинетиката на пенообразуване от разтвори на ПАВ, при концентрации по-ниски от критичната концентрация на мицелообразуване и високи концентрации на хидрофилни полимери (статии № 70,71).

(ж) Разкрито е ново явление, при което настъпва спонтанна деформация при охлаждане на диспергирани емулсионни капки от алкани и други неполярни вещества в разтвори на повърхностно-активни вещества, които предизвикват образуването на ротаторна фаза върху повърхността на капката. Изяснени са механизмите и факторите, които могат да се използват, за да се контролира наблюдаваното явление. Разработен е теоретичен модел, с помощта на който са интерпретирани експерименталните данни и е оценена дебелината на образувания повърхностен слой от ротаторна фаза (статии № 44-55,166,167).

(з) Разработен е нов метод за получаване на наноемулсии от триглицеридни масла (статии № 56-57).

Описаните резултати са в основата на 7 докторски дисертации – д-р Нина Ванкова, д-р Йордан Петков, д-р Константин Големанов, д-р Радка Петкова, д-р Соня Цибранска, д-р Диана Чолакова и Невена Пагурева.

Резултатите по тази тематика са цитирани общо 2867 пъти. Положителни отзиви за тези резултати са изразени от водещите специалисти в тази област Profs. McClements, G. Narsimhan, T. van Vliet, R. Aveyard, H. Stone (№ 1, 5, 8-10 от приложение 13). За коментари в научната литература, виж напр. приложения откъс от книгата “Food emulsions” на Prof. D. J. McClements - № 8 от приложение 11, както и № 1-5 от приложение 11. Тези резултати са в основата на пленарните лекции на 10-та международна колоидна конференция (2020), 33-та конференция на Европейското общество по колоиди и повърхности в Лювен (2019), поканената лекция на международната конференция за честването на 70 годишнината на Японското химическо общество (2019), поканения цикъл от 3 лекции на международната зимна школа по Физика на пените в Les Houches, Франция (2006); на поканените лекции на 6-та Европейска годишна конференция по реология в Швеция (2010), 13-та Международна конференция по колоиди и повърхности в САЩ (2009), Международния симпозиум “Flow of Foams” в Холандия (2009), Международната конференция “Smart and Green Interfaces” във Франция (2014), 27-та конференция на Европейското общество по колоиди и повърхности в България (2013) (приложение 6), както и на поканените лекции в университетите в Лайден, Холандия (2008), Париж-Юг, Франция (2009) Манчестър, Великобритания (2011), Лунд, Швеция (2011), ESPCI, Париж, Франция (2014) (приложение 7).

Емулгирането е важен индустриален процес, а емулсиите са основна производствена форма за редица продукти (храни, бои, козметични препарати, миелни средства, лекарства и др.). Получените от нас резултати позволяват оптимизиране на процеса на емулсификация в няколко аспекта – избор на подходящ режим на емулгиране (вискозен или турбулентен), избор на подходящо време на емулгиране за достигане на желанния размер на капките, подбор на ПАВ за контрол на коалесценцията на капките и др. Поради това, резултатите от тази група изследвания предизвикаха значителен интерес сред фирмите произвеждащи емулсии, което се вижда от поканените доклади във фирмите Kraft, Unilever, BASF, Saint Gobain, Dow Corning и Nestle (приложение 7), както и от отзивите на водещи специалисти в тези фирми (№ 1,2 и 4 в приложение 14). Пряк резултат от този интерес са и договорите сключени чрез НИС на СУ с фирмите Nippon Soda, Rhodia, Lubrizol, BASF и Unilever (№ 2, 3, 6, 8, 14, 15, 16, 17, 19 и 43 в списъка от приложение 17). Изследванията имат пряко отношение и към институционалните договори CONEX и PAMELA, които са свързани с получаването и стабилизирането на емулсии (№ 50, 51 в приложение 17).

Разбирането на механизмите, които контролират реологичното поведение на концентрирани емулсии и пени, имат важно практическо значение, тъй като те са пряко свързани с процесите на разкъсване на емулсионните капки в ламинарен поток и

получаването на пени с желани характеристики – размер на мехурчетата, обем на получената пяна, обемна част на захванатия въздух в пяната. Получените от нас резултати позволиха оптимизиране на процеса на подбор на подходящи ПАВ за получаването на пени с желан размер на мехурчетата и обем на получената пяна. Поради това, резултатите от тази група изследвания предизвикаха значителен интерес сред различните изследователски центрове на фирмата Unilever, с която имаме стратегическо споразумение за сътрудничество. Пряк резултат от този интерес са договорите сключени чрез НИС на СУ с фирмата Unilever (виж № 4,10,22,25,29 от приложение 17).

Новите методи за получаване на наноемулсии са защитени чрез три международни патента и предизвикаха голям интерес сред фирмите PepsiCo, Solvay, Unilever, BASF, KAO и др. Професор Денков беше поканен лично да ги представи чрез доклади в тези фирми и текат обсъждания за тяхното възможно приложение в няколко приложни области - храни, емулгиращи се агроформулировки, безалкохолни напитки, бои, фармацевтика и др.

3. Стабилност на емулсии и пени

Общ брой научни публикации: **38**

От тях обзори и глави от книги: **3**

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **31**

Брой забелязани цитати: **1619**

Основни приноси: *Установени са основните фактори, определящи стабилността на емулсии в присъствие на глобуларни протеини. Установени са условията за получаване на твърди порести материали от водни пени, стабилизирани с твърди частици и ПАВ.*

По-важните научни резултати по тази тема могат да се резюмират както следва:

(а) Изяснено е влиянието на размера на капките, концентрациите на протеин и електролит, адсорбцията, рН, термичната обработка и времето на престой върху стабилността на емулсии, стабилизирани с глобуларни протеини. Предложени са обяснения за получените зависимости (статии № 93-99,101,171-172).

(б) Изяснена е ролята на деформацията на капките в емулсионни и микроемулсионни системи за енергията на взаимодействие между тези капки (статии № 79-80,82-86,88-91). Показано е, че деформацията съществено увеличава енергията на взаимодействие спрямо тази за недеформируеми капки със същите материални свойства.

(в) Изяснен е капилярният механизъм на стабилизация на филми с частици (статии № 80), дължащ се на деформацията на менискусите около частиците. Този механизъм обяснява експериментално установеното влияние на основните характеристики на частиците (размер, хидрофобност и др.) върху тяхната ефективност при стабилизирани на емулсии.

(г) Намерени са подходящи условия за получаване на твърди порьозни материали от течни пени като прекурсори. Разработен е нов теоретичен модел, позволяващ предсказването на характеристиките на получените порьозни материали (статии № 105-106,111-112).

(д) Разработен е нов теоретичен модел за описание на процеса на Оствалдово зреење в концентрирани пени и емулсии. Показано е, че в пени стабилизирани с ПАВ с висок повърхностен модул на еластичност, скоростоопределящ етап е преминаването на газовите молекули през адсорбционните слоеве върху повърхностите на филмите (статии № 104,108).

(е) Изяснени са факторите, които определят стабилността на емулсии от типа вода в масло, когато маслената фаза е в течно състояние (статии № 109,110).

Резултатите от тези изследвания са в основата на докторските дисертации на д-р Славка Чолакова, д-р Иван Лесов, д-р Надя Политова-Бринкова и Моника Коваджиева.

Резултатите по тази тематика са цитирани общо 1619 пъти. Положителни отзиви за тези резултати са изразени в приложените писма-отзиви от Profs. H. Stone, R. Aveyard, G. Narsimhan, D. J. McClements, T. van Vliet и J. Penfold (№ 1,2,4,8-10 от приложение 13). Тези резултати са в основата на пленарните лекции изнесени от Н. Денков на международната научна конференция в Габрово през 2018, пленарната лекция на 4-тия Международен конгрес по емулсии, Лион, Франция (2006); поканата за председател на Тема 1 „Получаване, охарактеризиране и приложение на емулсии” на 5-я Световен конгрес по емулсии, Франция (2010), поканените лекции на тази тема в департаментите по Химично инженерство в университетите в Berkley и Stanford в Калифорния, САЩ (2002), както и в университетите в Кемниц, Германия (2007), Сантяго, Чили (2010), Париж-Тех, Франция (2010), Манчестър, Великобритания (2011), Университета във Вагенинген, Холандия (2012); Париж-Тех, Франция (2014) и други (виж приложение 7).

Резултатите получени по тази тема важно значение за подбор на подходящи условия (рН, концентрации на протеин и електролит, хидродинамични условия) за получаване на хранителни емулсии и на порести материали. Поради това, тези изследвания предизвикаха значителен интерес сред фирмите произвеждащи емулсии и порести материали, което се вижда от поканените доклади във фирмите Kraft, Unilever, Rhodia, Saint Gobain и Heineken (приложение 7), както и от отзивите на водещи изследователи в тези фирми (№ 2 и 4 в приложение 14). Пряк резултат от този интерес са договорите сключени чрез НИС на СУ с фирмите Saint Gobain, Prodalysa, Rhodia, Kraft, Heineken и Unilever (№ 5, 21, 26, 31, 33 в списъка от приложение 17).

4. Подредени структури от колоидни частици

Общ брой научни публикации: **25**

От тях обзори и глави от книги: **5**

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **19**

Брой забелязани цитати: **3380**

Основен принос: Установен е механизмът на подреждане и са разработени нови методи за получаване на подредени структури от микро- и наночастици в течни филми.

По важните резултати по тази тема могат да се резюмират както следва:

(а) Установен е механизмът на конвективно подреждане на колоидни частици в тънки филми, под въздействието на хидродинамичен поток, предизвикан от изпарение на течната среда и на латерални капилярни сили. Изяснени са факторите, които позволяват контрол на процеса и получаване на добре подредени монослоеви и мултислоеве от частици (статии № 114,117).

(б) Разработени са няколко нови методики за получаване на подредени структури от частици върху твърди и течни подложки, а също и в пенни филми. Един от тези методи е използван за получаване на замразени пенни филми, съдържащи структури от латексни частици, весикули, мицели и др., които са особено подходящи за изследване с електронна крио-микроскопия (статии № 122,124,125,129).

(в) С помощта на специално конструирана везна са измерени латералните капилярни сили на взаимодействие между частици и е показано много добро съответствие на експерименталните резултати с теоретични модели (статии № 115,117-119,121-122).

Научните трудове по тази тема са в основата на първата част от дисертацията на Н. Денков за научната степен „доктор на химическите науки”. Разкритият механизъм на получаване на подредени структури от частици в резултат на хидродинамичен поток (наречен по-късно „convective assembly mechanism”) и новите методи за получаване на подредени структури предизвикаха значителен международен интерес, изразен в над 3000 цитата. Първата статия от тази серия № 114, в която е описан механизма на конвективно подреждане и основните методи за контрол на този процес, има над 1150 цитата. В базата данни на Web of Science (ISI - Institute of Scientific Information) тази статия се появява като една от най-цитираните български статии в областта на естествените науки - виж справката дадена в приложение 10. Тази статия беше посочена и като една от най-цитираните статии в списанието *Langmuir* на American Chemical Society за целия период от неговото основаване - виж приложения материал № 3 в приложение 10. Голям отзвук имат и статии № 116 (758 цитата) и № 176 (469 цитата).

Значителният международен интерес към подредените структури от микро- и наночастици е предизвикан до голяма степен от тяхното значение за получаване на нови структурирани и порести материали (вкл. в областта на нанотехнологиите). Както е обяснено в обзора № 176, разкритият от нас механизъм на конвективно подреждане и методите за контрол на този процес намериха широко приложение в търсенето на нови процедури за подготовка на различни типове нови материали, като фотонни кристали (с приложение във влакнестата оптика); фото-луминисцентни материали; бои и покрития с нови оптични свойства; “нано-структурирани” повърхности за фотокаталитични и фотоелектрохимични процеси; сензори в аналитичната химия; миниатютни имуносензори и имунотестове. Механизмът на конвективно подреждане беше използван и като необходим етап на по-

сложни процедури за получаване на нови типове порьозни материали (с добре дефинирана структура на порите); в нано-литографията и микро-контактното отпечатване; за приготвяне на образци за електронна микроскопия на вируси и протеини; за разработване на нови процедури за изработване на електронни схеми със субмикронни размери; и за разработване на нови процеси за произвеждане на оптични елементи, като дифракционни решетки и интерференчни филтри (виж обзор № 176 за съответната литература).

5. Адсорбция и мицелообразуване в разтвори на ПАВ, солюбилизация, бионаличност

Общ брой научни публикации: **29**

От тях обзори и глави от книги: **3**

От тях брой статии в списания с известен импакт фактор: **25**

Брой забелязани цитати: **864**

Основен принос: *Получени са оригинални резултати за механизма и кинетиката на солюбилизация на маслени фази в мицеларни разтвори, както и за кинетиката и степента на триглицеридна липолиза в условия наподобяващи гастро-интестиналния тракт.*

В тази група са събрани изследвания в няколко свързани области, като по-важните резултати могат да се резюмират както следва:

(а) С помощта на лазерно светоразсейване е получена информация за размера, формата и взаимодействията между частици и мицеларни агрегати на ПАВ, като функция от температурата, концентрацията на електролит, отношение анионно към цвистерйонно ПАВ, присъствието на солюбилизирано масло и други фактори (статии №155-157,135,138).

(б) Свойствата на мицеларните агрегати изследвани в т. (а) са използвани за анализ на данни от изследвания на кинетиката на солюбилизация на маслени фази в мицеларни разтвори (статии № 134-137), за обяснение на стъпаловидния начин на изтъняване на пенни филми съдържащи мицели (статия № 87), за изясняване ролята на мицеларните агрегати върху кинетиката на адсорбция на ПАВ (статии № 133,140,141) и др.

(в) Изведени са формули, отчитащи ролята на електростатичното и ван дер Ваалсовото взаимодействие между диспергирани частици (вкл. мицели) върху колективния дифузионен коефициент и други динамични характеристики на частиците. Теоретичните предсказания са проверени експериментално чрез светоразсейване и е получено много добро съгласие (№ 155-157).

(д) Установени са основните фактори, влияещи върху кинетиката и степента на триглицеридна липолиза на емулсионни капки, стабилизирани с различни типове нискомолекулни ПАВ, в присъствие и отсъствие на жлъчни киселини в реакционната смес (статии № 142-144).

(е) Изяснени са факторите, които влияят върху солюбилизацията на лекарствени вещества и хидрофобни молекули като холестерол в мицелите на повърхностно-активните вещества и в мицелите на жлъчните киселини. (статии № 145-146, 149-152).

Резултатите от тези изследвания са в основата на докторските дисертации на д-р Захари Винаров и на д-р Лилия Винарова.

Тези изследвания също намират добър отзвук в научната литература (864 цитата по съответните трудове) и имат приложно значение, поради важната практическа роля на мицеларните разтвори на ПАВ. Така например, солюбилизацията в мицеларни агрегати е един от основните механизми на миешо действие на ПАВ и широко се използва за разтваряне на маслоразтворими парфюми и оцветители във водни системи (с приложение в козметиката, храните и миешите средства). Тези изследвания подпомогнаха сключването на договори по НИС с фирмите Unilever, Prodalysa и Као (виж № 12, 26, 36 в приложение 17).

Глави в книги и обзори

Брой публикации: 23

Брой забелязани цитати: 1928

Направен е критичен обзор на получените от кандидата и съавторите му резултати, както и на резултатите на други автори в съответната научна област. Трудове № 159, 178, 179 и 180 се използват като учебни пособия от докторанти, магистранти, специализанти.

Глави в книги и енциклопедии (9 броя):

1. N. Denkov, S. Tcholakova, R. Hohler, S. Cohen-Addad, "Foam Rheology", In "*Foam Engineering*", Stevenson, P., Ed.: Marcel Dekker: New York, **2012**, Chapter 6, pp 91-120.
2. P. A. Kralchevsky, K. D. Danov and N. D. Denkov. "***Chemical Physics of Colloid Systems and Interfaces***", Chapter 7 in "*Handbook of Surface and Colloid Chemistry*", (Third Expanded and Updated Edition; K. S. Birdi, Ed.). CRC Press, Boca Raton, 2008; pp. 197-377.
3. N. D. Denkov, K. G. Marinova, "Antifoam effects of solid particles, oil drops and oil-solid compounds in aqueous foams", In *Colloidal Particles at Liquid Interfaces*, B. P. Binks and T. S. Horozov Eds., Cambridge University Press, 2006, Chapter 10, pp. 383-444.
4. N. D. Denkov, S. Tcholakova. I. B. Ivanov, "Globular proteins as emulsion stabilizers – Similarities and differences with surfactants and solid particles", in Proc. *4th World Congress on Emulsions*, Lyon, France, 3-6 October, 2006 – обзорна статия на базата на пленарна лекция.
5. J. T. Petkov, N. D. Denkov, "Dynamics of Particles on Interfaces and in Thin Liquid Films", In *Encyclopedia of Surface and Colloid Science*, A. Hubbard, Ed.; Marcel Dekker, New York, 2002, pp. 1529-1545; Second Edition; Taylor & Francis: New York, 2006; 6, pp. 4467-4483.

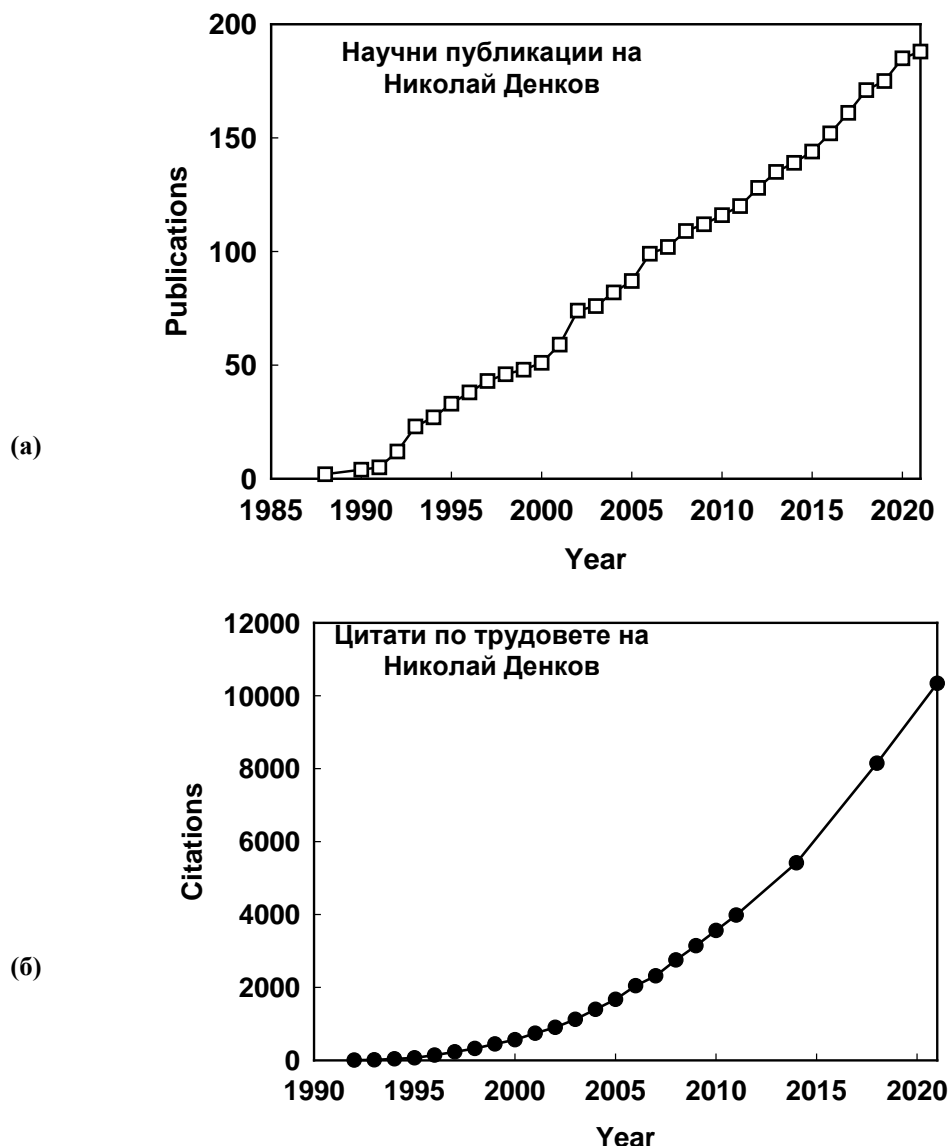
6. P. A. Kralchevsky, N. D. Denkov, "Triblock Copolymers as Promoters of Solubilization of Oils in Aqueous Surfactant Solutions", In *Molecular Interfacial Phenomena of Polymers and Biopolymers*, P. Chen Ed., Woodhead Publishing Ltd., 2005, Chapter 11, pp. 538-579.
7. A. D. Hadjiiski, N. D. Denkov, S. Tcholakova, I. B. Ivanov, "Role of Entry Barriers in Foam Destruction by Oil Drops", In *Adsorption and Aggregation of Surfactants in Solution*, K. Mittal, D. Shah, Eds.; Marcel Dekker: New York, 2002; Chapter 23, pp. 465-500.
8. P. A. Kralchevsky, K. D. Danov and N. D. Denkov. "**Chemical Physics of Colloid Systems and Interfaces**", Chapter 5 in "*Handbook of Surface and Colloid Chemistry*", (Second Expanded and Updated Edition; K. S. Birdi, Ed.). CRC Press, New York, 2002 – второто издание на този обзор е съществено допълнено с нов материал (напр. включена е нова секция за антипенители).
9. P.A. Kralchevsky, K.D. Danov and N.D. Denkov. "**Chemical Physics of Colloid Systems and Interfaces**", Chapter 11 in "*Handbook of Surface and Colloid Chemistry*", (First Edition; K. S. Birdi, Ed.). CRC Press, New York, 1997; pp. 333-490.

Обзори в реферирани списания (14 броя):

1. N. Denkov, S. Tcholakova, N. Politova-Brinkova, "Physicochemical Control of Foam Properties", *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **50** (2020) 101376; doi: 10.1016/j.cocis.2020.08.001.
2. B. Petkova, S. Tcholakova, M. Chenkova, K. Golemanov, N. Denkov, D. Thorley, S. Stoyanov, "Foamability of Aqueous Solutions: Role of Surfactant Type and Concentration.", *Adv. Colloid Interface Sci.* **276** (2020) 102084; doi: 10.1016/j.cis.2019.102084.
3. D. Cholakova, N. Denkov. „Rotator Phases in Alkane Systems: In Bulk, Surface Layers and Micro/nano-confinements“, *Adv. Colloid Interface Sci.* **269** (2019) 7–42; doi: 10.1016/j.cis.2019.04.001.
4. N. Denkov, S. Tcholakova, D. Cholakova, "Surface Phase Transitions in Foams and Emulsions", *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **44** (2019) 32–42; doi: 10.1016/j.cocis.2019.09.005.
5. N.D. Denkov, K.G. Marinova, S.S. Tcholakova. "Mechanistic Understanding of the Modes of Action of Foam Control Agents", *Adv. Colloid Interface Sci.* **2014**, 206, 57-67.
6. N. Denkov, S. Tcholakova, K. Golemanov, K. P. Ananthpadmanabhan A. Lips, "Role of surfactant type and bubble surface mobility in foam rheology" *Soft Matter* **2009**, 7, 3389-3408.
7. S. Tcholakova, N. D. Denkov, A. Lips, "Comparison of solid particles, globular proteins, and surfactants as emulsifiers", *Phys. Chem. Chem. Phys.* **10** (2008) 1608-1627.
8. S. Tcholakova, N. D. Denkov, I. B. Ivanov, B. Campbell, "Coalescence stability of emulsions containing globular milk proteins", *Adv. Colloid Interface Sci.* **123-126** (2006) 259.

9. N. D. Denkov, "Mechanisms of foam destruction by oil-based antifoams", *Langmuir*, **20** (2004) 9463 (feature article).
10. P. A. Kralchevsky, N. D. Denkov, "Capillary Forces and Structuring in Layers of Colloid Particles", *Current Opinion Colloid Interface Sci.* **6** (2001) 383.
11. D. N. Petsev, N. D. Denkov, P. A. Kralchevsky, "DLVO and Non-DLVO Surface Forces and Interactions in Colloidal Dispersions", *J. Dispersion Science Technology* **18** (1997) 647.
12. N. D. Denkov, P. A. Kralchevsky, I. B. Ivanov, "Lateral Capillary Forces and Two-dimensional Arrays of Colloid Particles and Protein Molecules", *J. Dispersion Science Technology* **18** (1997) 577.
13. P. A. Kralchevsky, C. D. Dushkin, V. N. Paunov, N. D. Denkov, K. Nagayama, "Lateral Capillary Forces between Colloidal Particles Incorporated in Liquid Films or Lipid Bilayers", *Progress Colloid Polymer Sci.* **98** (1995) 12.
14. P. A. Kralchevsky, N. D. Denkov, V. N. Paunov, O. D. Velev, I. B. Ivanov, H. Yoshimura and K. Nagayama, "Formation of Two-dimensional Colloid Crystals in Liquid Films under the Action of Capillary Forces", *J. Phys. Cond. Matter.* **6** (1994) A395.

Фигурите отдолу показват нарастването на броя статии и цитати на Н. Денков с годините:



Вижда се, че през целия период на творчество (1991-2021 г.) броят на публикациите нараства приблизително линейно, със средна скорост **6 публикации годишно**. Броят на цитатите през последните 5 години (2016-2021 г.) нараства със **средна скорост 700 цитата годишно**.

Статия № 114, с първи автор Н. Денков, е отбелязана от списанието *Langmuir* (водещо списание на Американското химическо дружество за колоиди и повърхности) като **една от 27-те най-цитирани статии в цялата история на списанието** (от 1985 – до сега) – виж приложение 10. Тя е и една от най-цитираните български статии в областта на естествените науки (общо над 1154 цитата към м. май 2021 г.).

ИМПАКТ ФАКТОР НА СТАТИИТЕ

Списание	импакт фактор	брой статии	общ имп. фактор
<i>Langmuir</i>	3.557	53	188.521
<i>Colloid Surfaces A</i>	3.99	21	83.79
<i>J. Colloid Interface Sci.</i>	7.489	19	142.291
<i>Adv. Colloid Interface Sci.</i>	9.922	7	69.454
<i>Phys. Rev. Lett.</i>	8.385	5	41.925
<i>Soft Matter</i>	3.14	5	15.7
<i>Food and Function</i>	4.372	4	17.488
<i>Food Hydrocolloids</i>	7.053	3	21.159
<i>Current Opin. Colloid Interf. Sci.</i>	6.79	3	20.37
<i>Phys. Chem. Chem. Phys.</i>	3.476	3	10.428
<i>Nature</i>	42.778	2	85.556
<i>J. Phys. Chem B</i>	4.321	2	8.642
<i>Biophysical Journal</i>	3.407	2	6.814
<i>Phys. Rev. E</i>	2.296	2	4.592
<i>Chem. Phys. Lett.</i>	2.119	2	4.238
<i>J. Disp. Sci. Technol.</i>	1.701	2	3.402
<i>Nature Phys</i>	20.113	1	20.113
<i>ACS Nano</i>	14.588	1	14.588
<i>Nature Communications</i>	12.121	1	12.121
<i>Food Chemistry</i>	6.306	1	6.306
<i>Macromolecules</i>	5.918	1	5.918
<i>Chem. Eng. Sci.</i>	3.871	1	3.871
<i>Chem. Phys.</i>	3.408	1	3.408
<i>RSC Advances</i>	3.267	1	3.267
<i>J. Chem. Phys.</i>	3.062	1	3.062
<i>Molecular Pharmaceutics</i>	3	1	3
<i>Physica A</i>	2.924	1	2.924
<i>J. Phys. Condens. Matter</i>	2.707	1	2.707
<i>Drug Del. Ind. Pharmacy</i>	2.526	1	2.526
<i>Ultramicroscopy</i>	2.495	1	2.495
<i>J. Mol. Structure</i>	2.463	1	2.463
<i>Rev. Sci. Instruments</i>	1.48	1	1.48
<i>Ind. J. Phar. Sci.</i>	0.835	1	0.835
Общо		152	815.454

Данните за импакт факторите на списанията са взети от базата данни на ISI за 2019 г.