

# АВТОРСКА СПРАВКА

за научните и научно-приложни приноси на трудовете

на гл. ас. д-р инж. Адриана Асенова Георгиева

представени за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.10 Химични технологии, научна специалност 02.10.09 „Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология“ (ДВ, бр./03.05.2019 г.) в Университет „Проф. д-р Асен Златаров“ - Бургас.

Научната продукция на гл. ас. д-р инж. Адриана Асенова Георгиева е в съответствие с областта на висшето образование, професионалното направление - Химични технологии и научната специалност - Процеси и апарати в химичната и биохимичната технология по обявения конкурс. Публикациите са в български и чуждестранни научни списания - реферирани научни издания, сборници със сигнатура, с научен редактор и издателство, като са съобразени с националната и университетската образователно-нормативна база за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности.

Приложени са документи за научно-преподавателската работа на кандидата в Университета: научно-преподавателски стаж - 12 години (*асистент, главен асистент*); разработени 6 учебни програми (ОКС „Бакалавър“ - 5; ОКС „Магистър“ - 1); участие в 18 научно-изследователския сектор при международен; 5 - национални; 12 към научно-изследователския сектор при Университета) по теми, разработвани с колеги (на един от проектите е *Ръководител*) и 1 национален-образователен проект; участие в организационно-методическото осигуряване, оборудване и функциониране на учебна лаборатория по „Масообменни процеси“ (№220 Неорганичен корнус); участие в 20 международни научни конференции; издадена монография - 1; общ брой научни публикации - 46 (29 на чужд език, 17 на български, в 28 от тях е първи или самостоятелен автор).

Кандидатът е *рецензент* на публикации в следните реферирани и индексирани научни издания: *Journal of Nanoparticle Research* (ISSN 13880764, 1572896X, Q2, SJR 0.48); *The International Journal of Science & Technology* (ISSN 2049-7318); *Basic Research Journal of Medicine and Clinical Sciences* (ISSN 2315-6864, ISI, IF 0.836, InfoBase IF: 2.87); *Journal of Microbiology Research and Reviews* (ISSN: 2350-1510); *International Invention journal of Medicine and Medical Sciences* (ISSN 2408-7246) и други.

Гл. ас. д-р инж. Адриана Асенова Георгиева е член на: „Съюз на химиците в България“, „Европейска асоциация за химически и молекулни науки“, „Българско дружество по инженерна химия“, „Федерация на научно-техническите съюзи“.

Авторската справка за научните приноси е върху научните трудове, представени за настоящия конкурс за „доцент“ – 1 монография и 31 научни публикации (Приложение №1) (публикациите, включени в дисертацията за присъждане на ОНС „доктор“ и свързаните с тях научни приноси, не са представени). От представените научни трудове 18 са на чужд език, в 19 от тях е първи автор. Шест от тях са в реферирани и индексирани международни научни издания с IF или с Q (Q2, Q3) и SJR. За участие в конкурса са представени 29 цитата и 6 рецензии (Приложение №2).

Научните трудове, съгласно *Списък на научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация и Националният референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране* към НАЦИД, са разделени в следните две категории:

А. Научни публикации в международни научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (1a+6a);

В. Научни публикации в съвременни български научни издания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове (1b+25b).

Приносите на гл. ас. д-р инж. Адриана Асенова Георгиева имат научен и научно-приложен характер и са групирани в пет тематични направления в областта на Химичните технологии:

1. Изследване на масопренасянето в колонони апарати:
  - Изследване на масопренасянето при тарелкови колонони апарати.
  - Маштабен ефект при колонони апарати.
2. Абсорбция на многокомпонентни смеси.
3. Изследване механизма на формиране на наноразмерни структури в микроемулсионни условия посредством методи на експерименталното и компютърно моделиране.
4. Приложение на карбонатни наноструктури в инженерната химия за получаване на композитни системи.
5. Количествена оценка на емисиите от химико-технологичното оборудване в нефтопреработвателните заводи.

#### **1. Изследване на масопренасянето в колонони апарати**

- **Изследване на масопренасянето при тарелкови колонони апарати**

Един от основните проблеми при тарелковите ректификационни апарати са кинетичните изследвания върху масообмена, които се усложняват поради затрудненията: при определянето на обемната междуфазова повърхност, която се образува при диспергирането на парната фаза в течността върху тарелката; смесване на течността при движението ѝ върху тарелката; наличие на онечиствания в разделяните смеси.

Междуфазовата повърхност е важна характеристика на газо-течностния слой върху тарелката, пряко влияеща върху масопреосния процес. Познаването ѝ позволява от опитно определени обемни коефициенти да се получат „чистите“ кинетични коефициенти и да се анализира ролята на основните фактори, оказващи влияние върху кинетиката на процеса.

Проведени са редица изследвания върху този проблем. Използваната методология има експериментално - изчислителен характер, а получените резултати са принос в тази област. Експерименталните данни са получени на лабораторна моделна тарелкова колона, при изпълнение на следните условия:

- течната фаза се движи в режим на пълно смесване върху тарелката;
- парната фаза се движи в режим на пълно изместване (бутален режим);
- колоната работи в режим на пълна филма при атмосферно налягане;
- в колоната са монтирани синтети тарелки с изнесени външни преливници.

Съгласно предложена методика са изчислени специфичната междуфазова повърхност, скоростта на мехурчето, геометричните му размери: диаметър, дължина, височина, обема на отделното мехурче, както и височината на светлата течност. Експериментално са определени количеството ( $Q_G$ ) и скоростта на парната фаза ( $u_G$ ) в колоната, както и всички физико-химични параметри (плътност, вискозитет, повърхностно напрежение) за шест различни бинарни смеси: Пропанол-Вода, Метанол-Пропанол, Метанол-Етанол, Метанол-Вода, Етанол-Вода и Дихлоретан-Пропанол [Публикации 3а., 6b. и 7b.].

Влиянието на стойността на повърхностното напрежение и плътността върху специфичната междуфазова повърхност е отразено основно чрез критерия на Вебер. С помощта на метода на най-малките квадрати всички данни са обработени под формата на обобщено критериално уравнение, което описва над 80% от получените резултати с грешка  $\pm 25\%$ . Стойностите на повърхностното напрежение за целия изследван скоростен интервал, с нарастване на концентрацията на лесно летливия компонент в куба на колоната, не оказват влияние върху специфичната междуфазова повърхност [Публикации 3а., 6b. и 7b.].

Използвани са експериментални данни за анализиране влиянието на повърхностното напрежение (марангоши ефект) върху ефективността на разделяне при ректификация за моделните бинарни смеси. Изменението на повърхностното напрежение, респективно  $M$ -индекса (стабилизационен индекс) оказва положително влияние върху отрицателната смес Дихлоретан-Пропанол, като локалната ефективност нараства в интервала от 77% до 93%. По отношение на неутралната смес Метанол-Пропанол изменението на повърхностното напрежение не оказва съществено влияние върху ефективността на разделителния процес [Публикация 2b.].

Получени са експериментални данни за влиянието на скоростта на парите и концентрацията за моделните смеси: Вода-Оцетна киселина, Етанол-Вода и Хексан-Толуол, върху кинетичните коефициенти на масопреосане и съпротивлението при ректификация. Изведена е зависимостта на общото

съпротивление при процеса за трите моделни смеси ( $L/K_{D,T}, a$ ) от наклона на равновесната линия ( $m$ ). Определени са частните обемни коефициенти на масопресяване в парната и течна фази в условията на пълна флегма. Общият обменен коефициент на масопресяване се увеличава и за трите смеси с нарастване скоростта на парите. Дефиниран е дела на фазовото съпротивление в парната фаза, като функция от наклона на равновесната линия. Получените резултати доказват, че съпротивлението на масопресяване при ректификация зависи от природата на разделяната смесь и по-конкретно от наклона на равновесната линия. За използваните моделни смеси съпротивлението в парната фаза се изменя от 100 до 10% при изменение на наклона на равновесната линия от 0 до 5 [Публикация 17b.].

Изследвано е влиянието на някои физикохимични свойства, като вискозитет, плътност и коефициент на молекулярна дифузия в двете фази, върху локалната ефективност на ректификацията на моделните смеси: Бензен-Хептан, Хептан-Голуен, Метанол-Голуен и Дихлоретан-Пропанол. Увеличаването на плътността, вискозитета и коефициента на дифузия в парната фаза води до повишаване на локалната ефективност  $E_{OD}$  [Публикация 20b.].

За моделната смесь Метанол-Вода, в условия на пълно смесване на течността върху тарелката и при пълно изместване на парната фаза по височината на двуфазния слой, експериментално са определени (за парната фаза): скоростта на парите в колоната,  $F$ -фактора на патоварване, брой преносни единици, обемният коефициент на масопресяване, както и локалният КПД. За целия изследван концентрационен интервал коефициента на масопресяване в парна фаза нараства; с нарастване на  $F$ -фактора на патоварване по парна фаза, респ. скоростта на парите в колоната; с нарастване височината на паро-течностния слой. Също така общия обменен коефициент на масопресяване по парна фаза и специфичната междуфазова повърхност понижават своите стойности с нарастване на стойностите на  $F$ -фактора и височината на паро-течностния слой [Публикации 5a и 1b.].

Опитно е определен коефициента на обратно смесване на правококова клапа тарелка с отбойници по т.н. „стационарен метод“ и получените резултати са сравнени с данни за други типове тарелки. За целта е използвана пилотна инсталация, позволяваща изследване на коефициента на обратно смесване [Публикации 11b.].

- **Мащабен ефект при колонни апарати**

Проблемите при моделирането на колонни апарати са в резултат на усложненото хидродинамично поведение на потоците в колоната. Решаването на задачата за междуфазния масопренос е невъзможно, защото функцията на скоростта в уравнението на конвекция - дифузия е неизвестна. Практическото значение на този проблем налага използването на средни концентрации по

напречното сечение на колоната в дифузионен тип модели за симулиране на масопреносните процеси в колонните апарати.

В тази връзка е проведено теоретично изследване на влиянието на скоростните профили върху ефективността на процеса и мащабния ефект за кололни апарати [Публикация 14b.]. В моделните колони разпределението на скоростта е практически еднородно, в сравнение с реалните колони, където радиалната неравномерност е резултат от входните конструктивни дефекти на колоната. Разгледано е движението на газ в колона с радиус  $r_0$  през слой от катализаторни частици, в случай когато една от газовите компоненти реагира на катализаторната повърхност. Анализирани са ефекта на радиалната неравномерност на скоростта върху ефективността на процеса. Ако обемната концентрация на активните центрове на катализаторната повърхност е много голяма, обемната химична реакция от първи порядък е възможна и тя е обмен източник на маса.

Обемната химична реакция и радиалната нееднородност на разпределението на скоростта водят до конвективно и дифузионно масопренасяне, т.е. уравнението на конвекция - дифузия с обемна реакция може да бъде използвано за математично описание на процеса. Численото симулиране на моделната и индустриална колони, основаващо се на математичен модел и използвайки различни изрази за скоростта, показва ефекта на радиалната неравномерност на скоростта върху ефективността на процеса ( $Q$ ).

Изследвано е влиянието на мащабния преход върху ефективността на разделяне между две лабораторни ректификационни колони при процеса ректификация на бинарната смес Метанол-Вода, в условия на пълна флегма. За реализирането на проведеното изследване са изработени малко мащабна стъклена лабораторна колона с една ситеста тарелка и лабораторна колона с три ситести тарелки [Публикация 12b.].

## 2. Абсорбция на многокомпонентни смеси

За решаването на редица технологични проблеми широко приложение намират процесите абсорбция и хемисорбция. Основателен интерес представляват абсорбенти, явяващи се технологичен отпадък от содово производство. Абсорбцията с химична реакция протича в два етапа: дифузия на газа в течността и химично взаимодействие. При използването на алкални суспензии протича и трети етап - разтваряне на твърдата фаза в суспензията.

При проведеното експериментално изследване е използвана газова смес въздух/SO<sub>2</sub> с концентрация на SO<sub>2</sub> в интервала  $1.41-17.32 \cdot 10^{-2} \text{ mol/Nm}^3$  и три вида абсорбенти: отпадна суспензия от содово производство, филтрат от нея и работни суспензии с различно количество на твърда фаза в тях. Изчислените стойности на коефициентите на масопренасяне в течната фаза са по-големи от тези приведени в литературата, като порядъкът им е един и същ ( $\beta_i \cdot 10^4 \text{ m/s}$ ), което може да се обясни със скоростта на разтваряне. Оценено е влиянието на

химичната реакция за ускоряване на процеса абсорбция на  $\text{SO}_2$  при използване на филтрат; на отпадна суспензия; на работни суспензии с различно съдържание на твърда фаза, посредством скоростта на хемисорбция ( $R$ ) и тази на чиста физическа абсорбция ( $R_p$ ). Протичането на химична реакция води до повишаване скоростта на абсорбция на  $\text{SO}_2$  в сравнение с тази при физическа абсорбция. Най-висока стойност на теоретичния ( $E_t$ ) и експерименталния ( $E$ ) коефициент на ускорение на абсорбцията се наблюдава при работа с отпадна суспензия [Публикация 22b.].

Изследван е процесът на селективна абсорбция на  $\text{H}_2\text{S}$  от въглеводородни газове в петропреработващи компании с воден разтвор на моноетаноламин (MEA) с концентрация най-често около 15 mass%. Оценена е възможността за подмяната на един абсорбент с друг. Недостатък на процеса в повечето случаи е високият разход на абсорбент, който води до увеличаване на количеството на финно дисперсни капки в очистения газ, в резултат на процеси, като разпенване и висока летливост на парите на MEA. В различните абсорбционни инсталации за улавяне на  $\text{H}_2\text{S}$  от въглеводородни газове с MEA, липсват капкоуловители на върха на абсорбционните колони или сепарирани апарати извън тях, което води до допълнителни загуби на абсорбент.

За постигането на по-ефективен абсорбционен процес и намаляване загубите на MEA е предложено следното конструктивно технологично решение - поставяне на сепаратор за напускащия очистен газ. С помощта на програмата Honeywell (на база входни данни за погощите в първа абсорбционна колона) са изчислени геометричните размери на сепаратора. Предложеният сепаратор ще позволи минимизиране разпенването на абсорбента и намаляване загубите на моноетаноламин [Публикация 5b.].

### **3. Изследване механизма на формиране на наноразмерни структури в микроемулсионни условия посредством методи на експерименталното и компютърно моделиране**

Съвременният подход при провеждане на научно-изследователската дейност, предполага прилагането на актуални и адекватни математически и статистически методи за натрупване и интерпретиране на експерименталните резултати. В тази насока са проведени следните изследвания:

Изследвана е вода/масло (Water/Oil) микроемулсията, като вид колоидно-дисперсна система, в качеството на алтернативна реакционна среда при получаване на относително монодисперсни малки колоидни частици. От термодинамична гледна точка е описана нейната стабилност, подреждане молекулите на детергента при образуването на т. нар. "обратен мицел". Анализирани са как размерът на водните капки, в зависимост от условията на получената микроемулсия и природата на стабилизатора, може да се изменя в широки граници [Публикация 19b.]. Изследвана е обратната микроемулсионна система (воден разтвор на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , рещ.  $(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O})/n$ -хексан/Аерозол-OT)



като специален „микрореактор“, позволяващ реализиране на химични реакции и целенасочено регулиране размера на ултрадисперсните частици в процеса на самия синтез [Публикации 21b. и 23b.].

За да се работи на квантово ниво е необходима уникална апаратура и завидно финансиране на експерименталните изследвания. Затова е необходимо предварително моделиране на тези процеси и предварително симулиране на всички дейности.

За първи път у нас в тази насока са проведени изследвания, целящи изясняване механизма на формиране на наноразмерни структури в микроемулсионни условия чрез методите на експериментално и компютърно моделиране [Публикации 3b., 15b., 16b., 24b. и 25b.].

Посредством подходите на експерименталното моделиране е дефинирано влиянието на отделните фактори върху големината, формата и структурата на получените наночастици. В процеса на изследване са използвани: различна концентрация на соли във водната система, различно отношение на обемите на емулсионните среди, скорост на подаване на газа и др. Оценено е, както влиянието на определени фактори (реакционни условия) върху крайния наноразмерен продукт, така и качествено и количествено степента на взаимното им въздействие. Полученият модел адекватно описва изследвания процес на формиране на наноразмерни структури в микроемулсионни условия и е подходящ за извършване на оптимизация [Публикации 24b. и 25b.].

Проведеното качествено и количествено охарактеризиране на процеса включва предимно интегрални характеристики на анализирания обект, системно изследване на реакционните условия посредством пълен многофакторен експеримент на две нива [Публикации 24b. и 25b.], както и някои локални оценки по отношение на структурата на нанопродукцията, направени с методите на електронната микроскопия (TEM, SEM) [Публикация 18b.].

На основата на тези резултати е създаден модел описващ най-вероятния механизъм на взаимодействие на компонентите в зависимост от полярността на средата, междуфазовото напрежение на фазовата граница, термодинамичните условия, ъгъла на умокряне и други параметри. С това е създадена връзка между теоретичните зависимости и процесите протичащи в една микросреда [Публикация 2a.].

Направен е опит посредством съвременни методи на компютърното моделиране да се изследва формирането на карбонатни наноструктури в микроемулсионни условия. Изследваната моделна система е вода/масло (W/O) микроемулсия със съответните компоненти:  $\text{Ca}(\text{OH})_2/n\text{-C}_6\text{H}_{14}/\text{C}_{20}\text{H}_{37}\text{NaO}_7\text{S}$ . Разгледани са два случая: анализирано е образуването на една частица в една емулсионна капка [Публикации 3b.] и на няколко частици в една капка за моделната система [Публикации 15b.]. Построени са вероятен механизъм на контакт на реагентите и съответстващата кинетика при формирането на карбонатните наноструктури в микроемулсионни условия. Съставен е

математичен модел за анализ на сложното взаимодействие между различните механизми, като синтез и разпад на емулсионни капчици, протичане на химична реакция, формиране на зародиши и растеж на частици по време на кристализацията в микроемулсионни условия. Резултатите от проведеното изследване качествено потвърждават наблюдаваните в предходни експериментални изследвания промени в размера на наноструктурите.

Получената комбинация от уравнения на масов баланс и кинетични подходи създава математичен модел, който може да бъде решен числено само за няколко минути посредством подходящи софтуерни среди и продукти [Публикации 3b., 15b. и 16b.]. Всички извършени дейности и използвана методология при реализиране целите на конкретните изследвания допринасят за получаването на по-достоверна информация относно механизма на формиране на наноструктурите и изследвания процес. Провеждането на симулативни процедури върху такива моделни системи ще осигури по-доброто познаване на процеса кристализация като цяло и ще спомогне за по-задълбоченото разбиране на протичащите междинни явления.

#### **4. Приложение на карбонатни наноструктури в инженерната химия за получаване на композитни системи**

Изследвана е възможността за получаване на наноструктури в реактор (SCHMIZO) осигуряващ аксиално разбъркване на микрофазите на емулсионната среда. В хода на разработката синтезираните наноструктури са охарактеризирани посредством съвременни методи като: обемно аналитични и физични методи и трансмисионна електронна микроскопия и са насочени да се използват като изходни суровини при получаването на високотемпературни свърхпроводими керамични и стъклокерамични изделия [Публикация 10b.].

Особен интерес ще представляват генерираните от разбъркващото устройство скорости на тангенциална деформация на флуида (скорости на срязване), поради ключовата им роля за разбиване на емулсионните капки до наноразмери и протичащата в тях в последствие химична реакция. В тази връзка, чрез прилагане на CFD метода е проведено теоретично изследване, целящо анализ и сравнение на няколко турбулентни модела („k-ε” модел на турбулентност, в неговите три форми: “Standard”, “RNG”, “Realizable”, симулационен модел за големи вихри (LES) и др.), приложени към външен поток с високо число на Рейнолдс, около плосък обект (диск/лопатка), за да се определи най-подходящият модел за корпуса на реактор с разбъркване. Задачата е опростена до една лопатка, за да се избегнат други ефекти и изследването да се съсредоточи само върху изчислителните различията между моделите [Публикация 8b.].

Използването на наноструктурни карбонати представлява едно самостоятелно изследване, свързано със създаването на композитни системи.



доказване на наличието на наноструктурите в тях и прилагането на получените системи в практиката.

От проведено проучване се установи, че съчетаването на микроемулсионната техника за синтез на монодисперсни нанопрахове на метални оксиди и карбонати с подходящи стъклокерамични технологии (зол-гелна технология, конвенционална керамична технология, закалка от стоплика чрез ролкова техника и др.), се оказва иновационен подход за получаването на многокомпонентни свръхпроводими керамични и стъклокерамични материали, съдържащи различни нанодобавки [Публикации 13b].

Изследвана е и е оценена каталитичната ефективност на наноструктурирания катализатор със състав:  $\text{NiO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  в процес на окислително дехидриране на етан до получаване на целеви продукт – етен [Публикация 4a]. Резултатите от проведените експерименти, получени при температура 851 К в присъствието на нанокатализаторната система ( $\text{NiO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) са сравнени с експерименталните данни за същия каталитичен процес, реализиран по-рано в присъствието на катализатор  $\text{VO}_x/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Изчислени са добивът и селективността на етен в каталитичния процес, проведен при температура 851 К. При стехиометрично съотношение на реагентите  $\text{C}_2\text{H}_6/\text{O}_2=2$  се наблюдава висока по стойност селективност за използвания частично наноструктуриран катализатор.

#### 5. Количествена оценка на емисиите от химико-технологичното оборудване в нефтопреработвателните заводи

Направена е количествена оценка на вредните емисии от химико-технологичното оборудване по време на различните етапи на производство, преработка и съхранение на нефтопродукти. Предмет на изследванията са т.нар. неорганизиран източници на замъряване, породени от нарушен технологичен режим, нехерметичност на апаратите и комуникациите, липса или неефективна работа на вентилационните съоръжения и др.

При определяне количеството на отделящите се газове и пари, се извършват два вида изпитания – аеродинамично, при което се определя количеството на въздуха, изсмукващ се в оборудването в зависимост от вакуума, и изпитание, при което непосредствено се определят количествата на емитираните вредни вещества от оборудването. При проведените изследвания са приложени две методики, по които, количествено са определени [Публикации 1a., 6a., 4b. и 9b.]:

- Емисиите на газове и пари, отделящи се от апарати, реактори и колони при производството и преработката на нефтопродукти от инсталации „Каталитичен платформинг“ и „Каталитичен крекинг“;
- Количествата на емитираните въглеводороди по време на транспортните и складови операции на нефтопродукти, по-конкретно:
  - емисии от съдове (резервоари/цистерни) с еднокомпонентни течности;

- емисии от резервоари/цистерни с многокомпонентни течности.

За реализирането на поставените цели се изхожда от коефициента за нехерметичност ( $m$ ), неподвижаването на който гарантира издръжливостта на оборудване, работещо под налягане, на херметичност и на провежданите мероприятия. Обърнато е внимание и на процеса на молекулярна дифузия на пътя на поток въздух в неплътностите на стените на съоръженията, токсичната среда в която се намира под вакуум. Анализът на изчислителните изрази от двете методики и получените резултати показват, че при повишаване обема и налягането на апарата и молекулярната маса на нефтопродуктите, количеството емитирани вредни вещества също се повишава. Единствено при повишаване на температурата в апарата, емисиите намаляват. При повишаване обема на съда, налягането на наситените пари  $P_s(38)$ , молекулярната маса на парите на нефтопродуктите и коефициентите зависещи от тях, емисиите на вредни вещества нарастват значително [Публикации 1а., 6а., 4b. и 9b.].

В резултат на проведените изследвания, може с достатъчна за практическите изчисления точност да се определят количествата на емисиите от химико-технологичното оборудване в нефтепреработвателните заводи и да се прогнозира замърсяването на приземния въздушен слой.

20.06.2019 г.

Гр. Бургас

Подпис

Подпис заличен  
Чл.2 от ЗЗЛД

/гл. ас. д-р А. Георгиева/