

## С Т А Н О В И Щ Е

от чл.-кор. проф. дмн Красимир Димитров Данов от ФХФ на СУ «Св. Кл. Охридски»  
член на научното жури по защитата на дисертационен труд за получаване на  
образователната и научна степен “доктор”

Автор на дисертационния труд: Пламен Весков Петков, редовен докторант по  
специалност 4.2. *Химически науки* към катедра «Инженерна химия и фармацевтично  
инженерство» при ФХФ-СУ

Тема на дисертационния труд: “*Взаимодействия и двумерно налягане при монослоеве  
от заредени колоидни частици върху течна повърхност*”

**Кратки биографични данни за кандидата.** Пламен Весков Петков е роден на 16 септември 1966 г. Магистърска степен получава през 1992 г. Ленинградския Държавен Технически Университет, специалност „Топлофизика”, квалификация инженер-топлофизик. През периода 2000-2001 специализира в Аргонската Национална Лаборатория, САЩ, а от 2001 до 2003 в Илинойския Университет, Урбана, САЩ, направление "Ядрено инженерство". В периода 2004-2010 работи в АЕЦ, Козлодуй, като ръководител група „Инженерно осигуряване“. Междувременно през 2011 г. завършва втора магистратура „Колоидни системи в съвременната наука и технологии“ към Химическия факултет на СУ. От 2010 г. работи като химик по НИС в нашата катедрата. През 2011 г. е зачислен на редовна докторантура с научни ръководители акад. проф. дфзн Петър Кралчевски и чл. кор. проф. дмн Красимир Данов. Във връзка с работата му по научно-приложен проект през 2015 той е бил гост-изследовател във фирмата Unilever R&D, Port Sunlight, Англия.

**Научни публикации.** Пламен Петков е съавтор на 14 научни публикации: 6 в международни научни списания с импакт фактор; 1 в българско списание; 1 глава от книга; 6 в реферирани материали на международни конференции. Три от тях са по дисертацията му в списания с висок импакт фактор: Langmuir; J. Colloid Interface Sci., Phyl. Trans. R. Soc. A. Първите две публикации по дисертацията имат забелязани за момента 6 цитата.

**Докладване на резултатите пред научни форуми.** Резултати от изследванията на дисертанта са включени в 12 презентации на конференции, от които 8 доклада и 4 постера; 4 от докладите са изнесени лично от докторанта.

**Преподавателски опит.** Докторантът има съществен принос към преподавателската дейност на катедра ИХФИ към ФХФ. Води упражненията към курса „Компютърно моделиране на химични процеси” за бакалавърската степен. Също така е титуляр на курса „Инженерна графика ” за бакалавърската степен на обучение.

**Тематика на дисертацията.** Дисертацията включва системно експериментално изследване на двумерното налягане на монослоеве от заредени колоидни частици на флуидна граница. Определени са ефектите от: заряда и размера на частиците; плътността им в еднороден и нехомогенен монослой; степента на агрегация в зависимост от наличието на допълнителен електролит във водната фаза; свиването и разтягането на повърхностния монослой (хистерезисни явления). Комбинирането на преки оптични наблюдения с адекватна обработка на образите (метод на Делоне и Вороной) дава надеждна информация за структурата на монослоя и разпределението на площите на частиците при различните степени на деформация на слоя. Независимите измервания на контактния ъгъл,  $\zeta$ -потенциала и отклика на системата на приложено външно постоянно електрично поле е позволило определянето на знака на заряда на частиците. С разработен оригинален теоретичен модел се описват експерименталните резултати за повърхностното напрежение и се получава пълна информация за електростатичните взаимодействия в слоя.

**Основни научни приноси.** В края на представената дисертация са формулирани шест основни оригинални приноса, с научната значимост на които аз съм съгласен. Приносите в дисертационния труд могат да бъдат класифицирани както следва:

1) Разработен е теоретичен модел за изчисляване на електростатичния принос в двумерното налягане от заредени колоидни частици образуващи некомпактен монослой на флуидна граница. Моделно частиците се считат монодисперсни и равномерно разпределени, което позволява чрез подходящ Фурие анализ пълно да се отчетат между-частичковите взаимодействия и аналитично да се реши електростатичната задача. Чрез прилагане на подхода на Бекер е получен и аналитичен израз за повърхностното напрежение. Извършени са числени пресмятания за зависимостта на двумерното налягане от заряда и плътността на частиците в решетката. Получена е проста степенна аналитична зависимост за разреждени слоеве, която дава възможност за експресна интерпретация на експерименталните данни. Интересно е да се отбележи качествено различното теоретично поведение (потвърдено експериментално) на зависимостта на двумерното налягане от плътността на монослоя от публикуваното в литературата в по-простата постановка отчитаща само дву-частичковите взаимодействия.

2) Измерени са широк набор от изотерми на двумерното налягане за заредени частици със сравнително тясно разпределение по размери образуващи монослой на флуидна граница, чрез използване на стандартна вана на Лангмюр. Сложността на измерванията се състои в няколко аспекта: предварителна обработка на частиците за да се осигури стабилен заряд и способност за закрепване на междуфазовата граница; определяне на трифазния контактен ъгъл на микронни частици; комбинирани микроскопски наблюдения за да се оредели морфологията на разреждания монослой по

време на измерванията на двумерното налягане; нетривиална обработка на образите за получаване на необходимата информация за теоретичното описание. С всички тези трудни елементи Пламен Петков се е справил отлично. В резултат на комбинацията на адекватно теоретично описание и прецизни експериментални данни са получени и обяснени редица нови и някои известни ефекти.

3) При отсъствие на допълнителен електролит във водната фаза с увеличаване на плътността и/или заряда на колоидните частици в монослоя двумерното налягане нараства, като може да достигне до високи стойности. Прилагането на теоретичния модел както към оригиналните данни от дисертацията, така и към данни от други автори, е позволило да се определи плътността на заряда на частиците. Дори и при правилно съхранение, с течение на времето (в рамките на седмица) заряда на частиците намалява. Като цяло не се наблюдава видимо агрегиране на частиците на междуфазовата граница. Влиянието на добавен електролит във водната фаза е неочаквано – солта води до нарастване на двумерното налягане, а не до подтискане на електростатичните взаимодействия. Този ефект е детайлно изследван и обяснен в дисертационния труд (както експериментално, така и теоретично) с ограничената полу-обратима агрегация на частиците. Площта на един агрегат намалява, но заряда му се увеличава. В резултат на нелинейността на двата ефекта се получава (теоретично и експериментално) увеличаване на двумерното налягане. Поради различната кинетика на образуване и разпадане на агрегатите се наблюдава и възпроизводим хистерезис на изотермите на двумерното налягане.

**Оформяне на дисертационния труд.** Дисертацията е написана ясно, системно и е безупречно оформена. Резултатите са подходящо представени и старателно илюстрирани от 40 фигури, 63 уравнения и 11 таблици. Цитираните 114 литературни източника свидетелстват за детайлно проучване на наличната литература по темата на дисертацията. Авторефератът правилно отразява основното съдържание на дисертационния труд и е оформен според изискванията.

### **Заклучение**

Дисертантът е получил оригинални и много интересни резултати. Развитите теоретични модели са адекватни и дават надеждна информация както за зарядите на колоидните частици, така и за електростатичните взаимодействия между тях. Всички изисквания на Правилника на СУ и допълнителните препоръки на ФХФ са удовлетворени. Ще гласувам убедено да бъде присъдена степента «доктор» на Пламен Весков Петков.

Дата: 26 февруари 2016 г.

Член на журито

Чл. кор. проф. дмн Красимир Д. Данов