

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “доктор”
в професионално направление 4.2 Химически науки (Теоретична химия)

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

Тема: “Изследване на трифазни суспензии частица/вода/масло втвърдяващи се
поради образуването на капилярни мостове”

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

Дисертационният труд е посветен на изследване на реологичното поведение на трифазни частица/вода/масло суспензии. Едно от основните свойства на такива системи е, че при определени условия могат да се образуват капилярни мостове между частиците. Тази особеност води до възникване на специфични механични свойства и до спонтанно втвърдяване на тези системи, и има съществено значение за приложенията им напр. в хранително-вкусовата и козметичната промишлености, енергетиката, като подобрители на полимерни смеси, прекурсори за стъклени и керамични филтри с висока порьозност, и пр. Ето защо по-детайлният анализ и съпоставянето на резултатите от систематични реологични измервания с теоретични моделни концепции и оценки може да доведе до допълнително изясняване на механизма на образуване и стабилността на тези ‘интелигентни’ комплексни течни среди.

Целта на дисертационния труд е да се определят реологичните особености на два типа моделни системи: водно-непрекъснати суспензии с хидрофобни частици и маслени капилярни мостове, и маслено-непрекъснати суспензии с хидрофилни частици и водни мостове. Изследвани са трифазни дисперсни системи с различни обемни части на частиците, които съответстват на хомогенни капилярни суспензии, и които досега не са били обект на систематично изучаване. Водещата идея в работата на докторанта е следната: да се свържат предишни представи за спонтанно възникване на капилярни мостове между частиците и да се определят условията, при които се постига различна степен на втвърдяване на суспензиите.

Дисертацията се състои от увод, три глави и Приложение. Инж. Георгиев познава много добре състоянието на разглежданите проблеми в научната литература, която предхожда представените изследвания. Основната част от литературния обзор е в уводната част на

дисертацията, където са анализирани ясно този тип суспензии, спецификата на възможните капилярни мостове и теоретичните подходи за тяхното моделиране. Цитирани са 108 литературни източника. В Глава 2 са представени използваните материали и процедури за получаване на добре дефинирани състави на моделните системи. Описани са използваните експериментални методики и условията за изследване на реологичното поведение на суспензиите. Накратко са дадени и необходимите за анализа на експерименталните данни изчислителни подходи и оценки. В Глави 3 и 4 са представени получените нови резултати. за маслено-непрекъснати суспензии с хидрофилни частици и водни капилярни мостове (Глава 3), и за водно-непрекъснати суспензии с хидрофобни частици и маслени капилярни мостове (Глава 4). В края на дисертацията са формулирани приносите и е приложена използваната литература. В Приложението е дадена подробна база данни за безразмерната максимална капилярна сила ($f_{max}(\varphi, \alpha)$), която е необходима за теоретичното моделиране и интерпретация на получените резултати.

Най-съществените моменти от изследванията в дисертацията са следните:

1. Проведени са систематични експерименти по измерване на праговото напрежение, което определя границата на еластичност на трифазни дисперсни системи частици/вода/масло, които могат да се втвърдяват поради образуването на капилярни мостове между частиците (капилярни суспензии). Проведени са експерименти с два вида масло: (1) растително – соево масло и (2) минерално – н-хексадекан. Установено е, че праговото напрежение (и твърдостта на суспензията) нараства при увеличаване на обемната част на вътрешната течна фаза (тази, от която се образуват капилярните мостове) и на обемната част на частиците, ϕ_p . Резултатите се отнасят до концентрационния интервал $30\% \leq \phi_p \leq 55\%$, който досега е рядко изследван и няма достатъчно данни.
2. Разработен е количествен теоретичен модел, който обяснява физическата природа на праговото напрежение като го свързва с преодоляване на възникващата бариера поради максимума в проекцията на силата на капилярния мост върху равнината на прехлъзване. Силата на капилярния мост е пресметната чрез числено решаване на съответната система от уравнения. Предложена е аналитична формула за зависимостта на праговото напрежение от обемните части на вътрешната фаза и частиците, от граничното напрежение масло/вода, от трифазния контактен ъгъл, и от размера на частиците.

3. Получено е много добро съгласие на предсказанията на модела и експерименталните резултати. За водно-непрекъснатите капилярни суспензии, разликите между експерименталните криви за двата вида масла могат да се обяснят с разлики в стойностите на граничните напрежения и контактните ъгли. За трифазните суспензии със соево масло, сравнението на „огледалните“ системи с маслени и водни капилярни мостове показва, че при равни други условия, праговото напрежение е по-ниско при маслено-непрекъснатите суспензии. Показано е, че този ефект може да се интерпретира с отчитане на електростатичното отблъскване между частиците през маслената фаза, което противодейства на силата на капилярния мост и води до понижаване на привличането между частиците и намаляване на твърдостта на суспензията.

Получените резултати имат важно научно и методично значение за оценка на оптималния начин, по който се определят съставите на подобен тип капилярни дисперсии, и могат да се използват в едно бъдещо развитие на иновативни приложения на тези системи.

Като цяло текстът на дисертацията е много добре организиран, със стегнато представяне на научния проблем, целите, използваните и предлагани теоретични модели и експериментален подход. Резултатите са ясно формулирани и подробно анализирани. Нямам никакви възражения по същество. Ще отбележа само някои терминологични неточности (напр. „афинитет към вътрешната фаза“, стр. 6; „най-ниска обемна част“, стр.9). Имам някои коментари и въпроси към докторанта:

1. Необходимо е според мен, известно обсъждане относно подбора на конкретните масла (соево масло и n-хексадекан), които са използвани за в експериментите.
2. В дисертацията се твърди, че експериментите са проведени в отсъствие на повърхностно-активни вещества (ниско-молекулни ПАВ). По какъв начин се контролира чистотата на системата и има ли идеи и/или оценки за това доколко и в каква посока би повлияло евентуално наличие на ниско-молекулни ПАВ.
3. Може ли да се предложи идея за физическите причини и евентуален механизъм, които да водят до възникване на платовидни/стъпаловидни участъци в данните, представени на фиг.21б (стр.38)? Подобни елементи се виждат и при данните на фиг. 22в,г (стр.39) и фиг. 38b,c (стр.65).

Научните приноси на дисертационния труд са оригинални и са формулирани в четири точки. Приемам тези приноси и считам, че те могат да се определят като получаване на нови данни и факти и доказване на съществено нови страни в съществуващи проблеми и

хипотези и представляват важна основа за по-нататъшни иновативни приложения в индустриалната практика. Разработен е нов теоретичен модел, който изяснява физическата природа на праговото напрежение; авторът е предложил и нова интерпретация на експериментално-установеното по-ниско прагово напрежение при масло-непрекъснатите суспензии, като е отчетел и електростатичното отблъскване между частиците през маслената фаза. Получени са и редица нови факти относно реологичните свойства на моделните капилярни суспензии.

Дисертацията на инж. Михаил Георгиев се основава на две статии, излезли в специализирани международни издания с висок импакт фактор: Adv. Colloid Interface Sci. 2018, 251, 80-96 (IF = 7.223), J. Colloid Interface Sci. 2018, 513, 515-526 (IF = 4.233). В първата от статиите той е втори автор, а във втората – първи автор. Това, както и много доброто представяна на докторанта на предзащитата, ми дава основание да смятам, че приносите в дисертационния труд са в значителна степен негово лично дело. Публикациите са излезли през последната година и към документите не са приложени данни за отзиви по тях. Резултатите са представяни на български и международни научни форуми като 5 устни доклада (3 са изнесени лично от докторанта) и 1 постерна презентация. Допълнително той е съавтор на още една публикация, несвързана с тематиката на дисертацията (глава от книга „Colloid and Interface Chemistry for Nanotechnology”, Kralchevsky PA, Miller R, Ravera F, (Eds), Taylor & Francis, New York, 2013; 439-458).

Авторефератът е направен съгласно изискванията и отразява правилно основните положения и научните приноси на дисертацията.

Въз основа на гореизложеното считам, че предложеният дисертационен труд напълно удовлетворява всички изискванията на ЗРАСРБ и на Препоръчителните критерии при придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ за професионалното направление „Химически науки”. Препоръчвам на Почитаемото Научното жури да присъди на докторант инж. Михаил Тонев Георгиев образователната и научна степен “доктор” в професионално направление 4.2 Химически науки (Теоретична химия).

Рецензент:

17 юни, 2018 г., София

(проф. дхн Елена Милева)