

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „доктор”
по научна специалност 5.10 Химични технологии (Технология на
лакобояджийските материали и азхезивите)

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Данаил Трендафилов Акузов**

Тема на дисертационния труд: **„Някои възможности за намаляване на
микрообрастването на свободни от биоциди покрития“**

Рецензент: **доц. д-р Диляна Николаева Господинова, ТУ - София, член
на Научното жури със заповед № НД-20-93/24.07.2017 г. на Ректора на
ХТМУ**

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на кандидата

Кандидатът Данаил Трендафилов Акузов е роден на 15.08.1977 г. Образователната степен бакалавър инженер-химик със специалност “Органични химични технологии” и двете си магистърски степени по специалностите “Органични химични технологии” със специализации съответно „Текстилна химия и технология“ и „Полимерно инженерство“ получава в Химикотехнологичен и металургичен Университет, гр. София. Зачислен е като докторант на самостоятелна подготовка при катедра „Полимерно инженерство“ по научна специалност 5.10 Химични технологии (Технология на лакобояджийските материали и адхезивите) във Факултета по химични технологии, като завършва обучението си в срок и е взел успешно всички необходими изпити. Еднократно е участвал в програми за научен обмен с Университета в гр. Щутгарт, Германия, което е допринесло за придобиване на нови знания и умения. Прави впечатление активното участие в конференции и научни семинари.

Изследователската работа, както и научните интереси на инж. Акузов са насочени в областта на морското биоамъряване, каквато е и темата на научния проект, в който докторантът е участвал: “Нискоадхезивни повърхности за управление на биоамъряване” - 2011 г.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Дисертационния труд е написан на 118 страници, съдържа 49 фигури и 8 таблици. Цитирани са 102 литературни източника, като приблизително половината от тях са от последното десетилетие, което показва, че литературният обзор и изводите които следват от него отразяват съвременното състояние на проблема. Дисертационният труд е представен в три глави с изводи към всяка една от тях.

Обрастването е познато като проблем отпреди много години и множество противообрастващи методи са били разработвани и прилагани. То е широко

разпространен проблем при биоматериали, рибарски и аква-ферми, подводни конструкции, плавателни съдове, водни системи, топлообменници и много други производствени процеси водени във водна среда. Направено е задълбочено литературно проучване от последните 15 години върху съвременните подходи за управление на морското биообрастване. За борба с биофилмообразуването се предлагат различни стратегии и решения, но нито едно от тях не е универсално. Поради повишаването на температурата на водите в световен мащаб, проблемът с биозамърсяването нараства, все по-голяма е групата на засегнатите от това явление, цената за преодоляване на последствията се покача постоянно и затова проблемът с намаляването на биозамърсяването за възможно по-дълъг период е изключително актуален.

Познати са различни методи за борба с биозамърсяването, които се оказва, че не са много ефективни и затова учените продължават да търсят „универсалната рецепта“. Оказва се, че някои от използваните покрития са токсични и поради тази причина са забранени за употреба (калай-съдържащи биоцидни бои). Това е основателна причина усилията на изследователските екипи по цял свят да са насочени към създаването на нетоксични противообрастващи покрития.

Най-успешни в борбата с морското биозамърсяване се оказват полисилоксановите покрития. Те се характеризират с ниска повърхностна енергия и с нисък модул на еластичност. Полисилоксановите покрития понастоящем са единствената нетоксична търговска алтернатива на биоцидните противообрастващи покрития.

Полиетиленгликоловите покрития са ефективни за намаляване на биоадхезията, но не са устойчиви във водна среда, поради тази причина използването им е силно ограничено.

Силоксанови противообрастващи покрития са актуални към настоящия момент, множество научни екипи работят в посока разработване на подходящи покрития, но все още е постигнато само частично редуциране на микрообрастването.

Докторантът познава добре съвременното състояние на проблема, което се вижда от приложения списък с използвана литература, творчески интерпретирана в дисертационния труд.

Литературния обзор представен в *Глава I*, отразява теоретичните основи на механизмите и процесите, които протичат при обрастване в морска среда. Представени са някои типични организми, участващи в обрастването в морска среда и подходите, които могат да се използват за борба с противообрастването.

Литературният обзор съдържа съвременни научни трудове на утвърдени автори, свързани с темата на дисертационния труд. Тематиката им и обема на разглежданите в тях проблеми позволяват на дисертанта да аргументира избраната тема и произтичащите от нея цел и задачи, а именно проучването на някои възможности за намаляване на биофилмообразуването върху силоксанови противообрастващи „финишни“ покрития с подходящо подбрани модифициращи добавки.

Задълбоченият анализ на съвременната литература е допринесъл за изясняване на съществуващите проблеми в областта и ясното формулиране на задачите, които трябва да се решат за успешното постигане на поставената целта.

Глава 2 е насочена към представяне на експерименталните резултати и методиките използвани за получаването им. Описани са методите за приготвяне и

охарактеризиране на силоксанови композиционни състави с възможни противообрастващи свойства.

Изследвано е влиянието на различни видове добавки с потенциален ефект върху биофилмообразуването - фотокаталитичен пълнител, полиетиленоксид, суперспредер, антиоксиданти, ПЕГ-силан. За успешно изпълнение на задачите са приготвени тест-образци под формата на листове и покрития.

Приготвени са и е изследвано поведението на различни противообрастващи силоксанови композиции, като е варирано с количествата на силоксановите и флуорираните масла, модифициращите добавки, антиоксидантът и PEG-силанът.

Избраните подход и методика на изследване съответстват напълно на поставената цел – използвани са класически и съвременни (сканираща електронна микроскопия - SEM, атомно-силова микроскопия – AFM, рентгенова фотоелектронна спектроскопия - XPS) методи за пълното охарактеризиране на изследваните противообрастващи покрития. Параметрите, които са изследвани и дават цялостна картина са модул на еластичност, ъгъл на омокряне и повърхностно напрежение, физико-механични характеристики на повърхността, измерени чрез микропроникване, химичен състав на повърхността. Успешно са проведени експерименти за обрастване в лабораторни условия със средиземноморски и черноморски аквариум и в полеви крайно различаващи се условия – в акваторията на Черно море, и на Индийския океан.

За охарактеризиране и определяне степента на микрообрастване са използвани качествени (фотография и микроскопия) и количествени методи - определяне на общо количество хлорофил (Chlorophyll A и Chlorophyll B); общо количество каротеноиди (ксантофили и каротени); общо количество протеини и обща маса на биофилма.

Проведени са редица тестове, които дават информация за качеството на отложените противообрастващи покрития: гравиметрично определяне на общата маса на биофилмите, тест за адхезия на мидите върху силоксановите покрития, микробиологични тестове, наблюдение на бактериалния биофилм чрез флуоресцентна микроскопия.

В Глава 3 е оценено влиянието на няколко инертни силоксанови и флуорирани масла с различна молекулна маса върху физико-механичните характеристики и противообрастващите свойства на свободни от биоциди силоксанови покрития. Доказано е слабото и независимо от молекулната маса влияние на флуорираното и силоксановите масла върху модулът на еластичност. Наличието на флуорирани и силоксанови масла увеличават ъгъла на омокряне и понижават повърхностната енергия на покритията. На базата на получени резултати в полеви условия се доказва влияние на вискозитета на силоксановите масла и е определена оптимална стойност на този параметър – в границите 350-1000 cSt.

Също така са изнесени експериментални резултати даващи информация за микрообрастването и характера на биофилмите - степента на биофилмообразуване е оценена гравиметрично и чрез определяне на количеството хлорофил и каротеноидил.

В същата глава са изследвани и три модифициращи добавки с възможна анти-биофилм активност, а именно TiO_2 (анатаз), нейногенно ПАВ и мастноразтворим антиоксидант. Идеята за модифицирането на силоксановите композиции с антиоксиданти е продиктувано от факта, че в процеса на адхезия на мидите и някои

други биозамърсители протичат окислителни полимеризационни реакции в секретиранияте от тях адхезивни протеини. Биофилмообразуването е изследвано без наличие на биоциди върху прозрачни силоксанови покрития. В Глава 3 са доказани следните зависимости - влиянието на фотоактивния пълнител TiO_2 е слабо, използването на нейногенното ПАВ (суперспредер Y-17112) намалява значително биофилмообразуването, освен това за първи път е доказан противообрастващ ефект на антиоксидант.

Следствие на множеството проведени лабораторни и полеви експерименти се стига до идеята, че чрез подходящо подобрени нейногенно ПАВ, нетоксичен антиоксидант и техни комбинации, може да се предотвратява макрообрастването и да се редуцира силно развитието на морски биофилм върху свободни от биоциди противообрастващи силоксанови покрития. Доказва се, че покритията, съдържащи антиоксидант или смес от антиоксидант + ПАВ не показват никакво закрепване на миди, което показва, че антиоксидантът действа инхибиращо на адхезията на мидите. Допълнително е доказано, че съчетаването на ПЕГ-силан с антиоксидант (токоферол) и особено с комбинация от антиоксидант и нейногенно ПАВ, силно намалява количеството бактериален биофилм.

3. Оценка за съответствието между автореферата и дисертационния труд

Авторефератът в обем от 39 страници, напълно съответства на дисертационния труд, като отразява коректно извършената работа, представя получените резултати, анализи и приноси. Той дава достатъчно пълна и вярна представа за дисертационния труд.

4. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд

Достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд е несъмнена, като се има предвид големия брой проби, използвани за установяване на ефектите от прилагането на различни по природа покрития за намаляване на биофилмообразуването върху потопени във водна среда повърхности. За достоверността на материала допринася и релевантно подобрения набор от аналитични методи и апаратура със съответна точност.

Дисертационния труд е актуален и в него са представени резултати, които имат теоретичен и приложен аспект.

Приносите в дисертационния труд могат да се обобщят по следния начин:

Научни и научно-приложни приноси:

- Експериментално са установени зависимости между физико-химични и физико-механични характеристики на покритите повърхности и биозамърсителите;
- Формулирани са пре-реквизитите на идеалната повърхност, които могат да се използват за получаване на нови противозамърсяващи покрития;
- За първи път е доказан антимикробен ефект на антиоксидант.

Приложни приноси:

- Предложени са за използване три нови типа екологосъобразни противообрастващи покрития, превъзхождащи досега известните такива, а именно:
- прозрачни покрития, съдържащи ПАВ или антиоксидант;
 - композиционни покрития, съдържащи ПАВ, антиоксидант или двете едновременно с доказана ефективност в полеви условия;
 - съдържащи ПАВ, антиоксидант или двете едновременно в комбинация с ПЕГ-силан като съ-омрежител.

5. Мнение за публикациите на кандидата по темата на дисертационния труд

Основните публикации по темата са 5 на брой, като за периода на разработване на дисертационния труд е подадена и една заявка за патент „Свободно от биоциди противообрастващо покритие“. Материалите са докладвани на 7 престижни международни конференции у нас и в чужбина – Италия, Испания, България и Сингапур. Четири от публикациите по дисертацията са реферирани в „Scopus“ и „Web of science“ и имат висок импакт фактор, а други две са в списание с импакт ранг.

Личното участие на докторанта е доминиращо в приносите, като се започне от цялостното и прецизно изпълнение на експерименталната работа, мине се през обработването на опитните резултати и активното му участие в тяхното обсъждане и се стигне до разпространението им. В 3 от публикациите докторантът е първи автор, а в останалите 2 – втори, след научния си ръководител. Това показва, че те са дело предимно на докторанта. Забелязани са 10 цитирания на публикуваните статии, което доказва още веднъж актуалността на темата и доказва високото качество на представените трудове.

6. Критични бележки и коментари

Приносите на дисертационния труд са формулирани конкретно и ясно. В работата няма погрешни постановки или пропуски, които биха могли да компрометират получените резултати, отразени в приносите. Нямам съществени критични бележки към докторанта. Препоръката ми е, изследванията в посока търсене на оптимално решение при борба с биозамърсяването да бъдат продължени, а подготвените за внедряване да бъдат индустриализирани. Бих задала следния въпрос – как инж. Акузов смята да продължи изследванията в тази толкова атрактивна област? Възнамерява ли да се занимава не само с морски противообрастващи покрития, а и такива с други области на приложение като например хранително-вкусовата промишленост, някои антимикробни медицински изделия и др?

7. Заключение

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд с тема „Някои възможности за намаляване на микрообрастването на свободни от биоциди покрития“ е посветен на актуален проблем – намаляване на нежеланото натрупване на жива материя върху различни материални повърхности. Тя включва: избор на подходящо масло като носител на модифициращите добавки, приготвяне на силоксанови композиции, охарактеризиране на повърхността на покритията и оценка на полученото обрастване.

Търсена е оптимална комбинация от пре-реквизити на , „чиста“ повърхност, които могат да се използват като основа за разработване на противозамърсяващи покрития и повърхности с различно предназначение.

Извършена е голяма по обем експериментална работа, усвоени са съвременните методи за оценка на използваните антимикрообращащи покрития свободни от биоциди.

Резултатите от дисертационния труд са с голям потенциален икономически ефект от намаляване на микрообращването и свързаните с него икономически щети.

Получени са интересни опитни резултати, налице са съществени приложни и научни приноси, представени на големи международни научни форуми и отразени в публикации.

В заключение считам, че дисертационния труд е с доказана новост. Докторантът е положил успешно всички изпити от докторантския минимум, усвоил е детайлно използваните методики и изследователски техники, използваните аналитични методи и апаратура. Изпълнени са наукометричните показатели, както и образователната част на изискванията за научната и образователна степен „доктор“. Дисертационния труд напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и ППЗРАСРБ за присъждане на образователна и научна степен „доктор“.

Въз основа на гореизложеното, давам положителна оценка на дисертационния труд с автор Данаил Трендафилов Акузов и препоръчвам на почитаемото научно жури да му присъди образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност 5.10 Химични технологии, направление „Технология на лакобояджийските материали и азхезивите“.

Дата: 23.09.2017 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

(Доц. д-р Диляна Господинова)