

## **АНДАТПА**

(PhD) философия докторы дәрежесін ізденуші диссертациясы  
6D074000 –Наноматериалдар және нанотехнологиялар

### **ИСАЕВА АСЕМ БАХЫТЖАНОВНА**

#### **«Протекторлы қасиеттері бар микро-және нанокапсулалардың коллоидты-химиялық дизайны»**

##### **Зерттеу тақырыбының өзектілігі**

Зиянды соққыға жауап ретінде өздерінің негізгі функцияларын қалпына келтіру мүмкіндігімен материалдарды әзірлеу қазіргі уақытта материалтанудың ең қарқынды дамып келе жатқан бағыттарының бірі болып табылады. Атап айтқанда, автономды қалпына келу немесе олардың қорғаныс функцияларының қалпына келтіру сипаттамаларымен қорғаныш жабындары коррозия, биологиялық бүліну және де басқа да металлдық құрылымдарға әсер ететін факторлардың әсерінен беттің бүліну процесстерін зерттеуде үлкен қызығушылық тудырады.

Бүгінгі күні микрокапсулдау - қатты заттар, сұйықтықтар немесе тіпті газдар өте аз мөлшерде қажетті сипаттамаларға ие болатын ең тиімді әдістердің бірі және заттардың айналасында өткізгіштігі шектеулі жұқа жабу материалының микроскопиялық бөлшектерін қалыптастыруға болады.

Қорғау жабындарында микро және наноконтейнерлерді ендіру жиі бір немесе бірнеше белсенді кері байланыс функцияларын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Контейнерлердің және толтырылған агенттердің морфологиясына байланысты, арнайы мақсатты өздігінен қалпына келу функционалды немесе көпфункционалды жабындары бар жабындар құрылуы мүмкін.

Қазіргі кезде органикалық заттарға негізделген жабындарды пайдалануға байланысты проблемалар бар, себебі олардың табиғаты микробиологиялық ластануға ұшыраған. Мұндай жабындыларға қорғау шарасы ретінде микробтық шабуылды болдырмау үшін биоцидтер қолданылады. Өнім құрамына биоцидті қосу құрылымдық элементтерді жөндеу және ауыстыруға кететін шығындарды едәуір қысқартуы мүмкін. Алайда құрамында органикалық жабу компоненттері бар композицияларда биоцидтерді пайдалана отырып қабылданған шараларға қарамастан микробиологиялық ластану - жиі бағаланбайтын немесе мүлдем ескерілмейтін кең таралған және күнделікті күйде қалып отыр.

Осыған байланысты құрамында биоциді бар материалдарды зерттеу және әзірлеу қазіргі таңдағы нанодисперсті материалдар туралы, әсіресе биоциді бар нанокапсулаларды алу мәселелерін шешу, ғылымның актуалды мәселесі отыр.

Жұмыста әртүрлі белсенді ингредиенттердің микро- және нанокапсулаларын алуда Пикеринг эмульсияларын қолдану үлкен қызығушылық тудырды.

Пикеринг эмульсиялардағы полимеризация процесі күшейтілген наноқұрылымды композиттерді, ерекше латексті және айрықша қасиеттері бар микрокапсулаларды, атап айтқанда, микробқа қарсы, алуға мүмкіндік береді.

**Тақырыптың жаңалығы** қорғаныш жабындар құрамында қолданылатын жаңа материалдарды алу үшін микро- және нанокапсулаларды жобалау үшін коллоидты-химиялық ғылыми платформа әзірлеу.

Алғаш рет DCOIT жасыл биоцидті инкапсуляциялау Пикеринг эмульсияларын пайдаланып жүзеге асырылды.

**Зерттеу жұмысының мақсаты** – Протекторлық қасиеттері бар қорғаныш жабындарын жасау үшін Пикеринг эмульсиялары негізінде микробқа қарсы әсері бар микро-және нанокапсулаларды жобалауға және синтездеуге коллоидтық - химиялық тәсілді әзірлеу..

Аталған мақсатқа сәйкес зерттеу жұмысының міндеттері болып:

1. Пикеринг эмульсияларын қалыптастыру және берілген өлшемдегі және морфологиядағы биоцидті микро- және нанокапсулаларды алу үшін оңтайлы жағдайларды құру;

2. Пикеринг эмульсияларының, микро- және нанокапсулалардың коллоидтық химиялық қасиеттерін және полиуретанды/полиуреа қабығы және DCOIT өзегі бар және кремнеземдік нанобөлшектердің қабығы және DCOIT қосылған полиметакрилат өзегі бар микро- және нанокапсулалардың морфологиясын зерттеу;

3. Алынған микро- және нанокапсулалардың құрылымы мен белсенділігін ЭРС, ИҚ және ЯМР спектроскопиясы арқылы зерттеу, сонымен қатар инкапсуляцияға дейін және одан кейін биоцидтің қасиеттері мен концентрациясының сақталуын растау;

4. Алынған микро- және нанокапсулалардан DCOIT биоцидінің бөліну кинетикасын зерттеу, оларды биологиялық ластануға қарсы пайдалану перспективаларын анықтау үшін таңдалған жүйеде биоцидтің әрекетін ұзақ уақытқа ұзарту мүмкіндігін анықтау;

5. Микроорганизмдерге қарсы сынақтар арқылы жабындардың микробқа қарсы әрекетін тексеру арқылы таңдалған жүйеде биологиялық ластанудан қорғаныш қасиеттері бар микро- және нанокапсулалардағы биоцидтің микробқа қарсы әсерінің тиімділігін анықтау.

#### **Зерттеу жұмысының методологиялық негізі**

Тензиометр РАТ-1 қондырғысы адсорбциялық қабаттардың беттік фазааралық керілуін өлшеу үшін пайдаланылды, Malvern Zetasizer Nano Z динамикалық жарық шашырау әдісімен электрокинетикалық дзета потенциалды және гидродинамикалық радиусты өлшеу үшін пайдаланылды, ControlLEO 1550 қондырғысы сканирлеуші электронды микроскопия әдісімен субмикро- және нанокапсулалардың пішінін, өлшемін және морфологиясын анықтау үшін пайдаланылды, үш фазалық шекарада байланыс бұрышын өлшеу Гониометр ЛК-1 қондырғысында орындалды, капсулдаудың тиімділігін анализдеу үшін термогравиметрлік анализатор Netzsch TG 209 F1 пайдаланылды, микро- және нанокапсулалардың инфрақызыл спектрлері Nicolet 5700 спектрометрінде (Thermo Electron, АҚШ) алынды, 1H және 13C ЯМР спектрлері JNM-ECA Jeol 400 спектрометрі көмегімен алынды.

## **Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар**

1. DCOIT жасыл биоцидін полиуретан/полимочевина қабықтары бар капсулаларға және SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерінің қабығымен және полиметакрилат ядросымен инкапсуляциялауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін Пикеринг эмульсиялары негізінде синтезделген микро - және нанокапсулалардың қалыптасуының және дизайнының коллоидтық-химиялық тәсілі.

2.  $m(\text{TPM})/m(\text{SiO}_2) = 2,23$  қатынасында SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерін пайдалана отырып, 24 сағат бойы өздігінен эмульсиялау арқылы Пикеринг эмульсиялары мен 10% DCOIT биоцидінің микро және нанокапсулаларын алудың бекітілген оңтайлы шарттары мен параметрлері.

3. Қорғаныс қасиеттері бар микро- және нанокапсулалардан DCOIT биоцидінің ұзартылған кинетикасының белгіленген ерекшеліктері.

4. Биоцидтің микробқа қарсы әрекетін зендер мен бактериялардан, сондай-ақ биологиялық ластанудан қорғайтын жабындарда SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерінің қабығы және полиметакрилат өзегі бар қорғаныс қасиеттері бар микро- және нанокапсулаға енгізудің оң әсері анықталды.

## **Зерттеу жұмысының объектілері**

Микро- және нанокапсулалар алу үшін пайдаланылған 4,5-дихлор-2-н-октил-4-изотиазолин-3-он (DCOIT) биоциді, алкоксисилан 3-(триметоксисилил)пропил метакрилат, кремний диоксиді SiO<sub>2</sub> Ludox AS-40, инициатор Irgacure 2959 (2-гидрокси-4'- (2-гидроксиэтокси) -2-метилпропиофенон, инициатор Irgacure 651 (2,2-диметокси-2-фенилацетофенон. Сондай - ақ, полиуретаннан/полимочевинадан және DCOIT ядросынан алынған микро және нанокапсулалар. Осы зерттеуде SigmaAldrichCo. реагенттері пайдаланылды.

## **Зерттеу нысанасы**

Полиуретаннан/полимочевиннен жасалған қабықпен және DCOIT-тен алынған ядромен микро - және нанокапсулалардың түзілуі мен синтезінің негізгі заңдылықтары мен физика - химиялық сипаттамаларын зерттеу және кремний диоксиді нанобөлшектерінен жасалған қабықпен және оған DCOIT қосылған полиметакрилаттан жасалған ядромен микро-және нанокапсулалардың синтезі.

## **Зерттеу жұмысының ғылыми жаңашылдығы**

1. Алғаш рет жасыл биоцид 4,5-дихлор-2-н-октил-4-изотиазолин-3-бір (DCOIT) инкапсуляциясы көпкомпонентті 3-(триметоксисилил) пропилметакрилат (TPM) / су/SiO<sub>2</sub>, сондай-ақ полиуретанды қабықшаларымен/полимочевинамен жүйесімен микро- және қорғаныс қасиеттері бар нанокапсулаларды алу үшін жүргізілді;

2. Микробқа қарсы әсері бар қорғаныс жабындарын жасау үшін кремний диоксиді нанобөлшектерімен Пикеринг эмульсиялары негізінде протекторлық қасиеттері бар микро - және нанокапсулаларды қалыптастыруға және синтездеуге коллоидтық-химиялық тәсіл алғаш рет жүзеге асырылды.

3. SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерімен тұрақтандырылған Пикеринг эмульсиялары негізінде микробқа қарсы әрекеті бар микро- және нанокапсулаларды синтездеуге коллоидты-химиялық тәсіл белгіленді және биоцидтерді инкапсуляциялау бойынша заманауи идеяларды кеңейту, ЖҚЗ, ИҚ,

ЯМР спектроскопиясы сияқты зерттеу әдістері заманауи физика-химиялық зерттеулер нәтижелерінің үйлесімімен расталды.

4. Микро- және нанокапсулалардағы биоцидтердің микробқа қарсы әрекетінің биологиялық ластанудан қорғайтын қасиеттері бар және инкапсуляцияға байланысты әсерінің ұзартылуының оң әсері анықталды.

#### **Алынған нәтижелердің теориялық маңыздылығы**

- SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерімен тұрақтандырылған Пикеринг эмульсиялары негізінде микробқа қарсы әсері бар микро-және нанокапсулаларды синтездеуге белгіленген коллоидты - химиялық тәсіл және биоцидтерді инкапсуляциялау бойынша заманауи түсініктерді кеңейту;

- Эмульсиялар мен биоцид капсулаларының дисперсиясы арасындағы анықталған өзара байланыс, сондай-ақ капсулаланған dcoit биоцидінің ұзартылған босату кинетикасымен байланысты белгіленген тиімділігі.

#### **Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы**

- биологиялық ластануға байланысты беттердің бұзылуына қарсы қорғаныс жабындарын алу үшін қолданылатын наноматериалдарды жасау және "жасыл" биоцидтің микро және нанокапсулаларын жасау.

- зерттеу нәтижелерін қорғаныс бактерицидтік, антифункционалды қасиеттері бар микробқа қарсы қасиеттері бар капсулалардың прототиптерін кеңейту үшін пайдалануға болады.

#### **Зерттеу нәтижелерінің маңыздылығын негіздеу**

Зерттеу нәтижелері жүйеге "жасыл" DCOIT биоцидін капсулдауға арналған тиімді, экологиялық таза және сонымен бірге үнемді микро- және наноконтейнерлерді жасау үшін ұсынылады. Микро - және наноконтейнерлерді биотехнологияда, бояуларға, лактарға, түрлі типтегі қорғаныш жабындарға арналған қоспалар өндірісінде енгізу әлеуеті бар полимерлі жабындардың микробқа қарсы қасиеттеріне енгізудің оң әсері анықталды.

#### **Жұмыстың ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі**

Жұмыс Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық университетінің ҒЗЖ жоспарына сәйкес «Нано - және микрокапсулданған гидрофобты белсенді агенттер негізінде жаңа функционалды және мультифункционалды өздігінен қалпына келетін материалдар» тақырыбында "Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру" бюджеттік бағдарламасы бойынша (2015-2017ж.ж.), сондай-ақ № 2018/АР05131984 "Табиғи полимерлермен және ББЗ капсулаландыру технологиясының коллоидты-химиялық платформасын жасау" жобасы бойынша (2018-2020ж. ж.) орындалды.

#### **Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы**

Диссертацияда автор тікелей қатысқан жұмыстардың нәтижелері көрсетілген.

Докторант әрбір жарияланымды дайындауда диссертация тақырыбы бойынша әдеби деректерді дайындауға және зерделеуге, эксперименттік жұмыстарды жүргізуге, сондай-ақ алынған нәтижелерді өңдеуге және

түсіндіруге қатысуға, оларды ғылыми жарияланымдар түрінде талдау және рәсімдеуге қосқан жеке үлесі болды.

Ғылыми жұмыстардың нәтижелері «III Международная конференция «Промышленные технологии и инжиниринг» - ICITE 2016, 2020», «IX Ежегодная Конференция Нанотехнологического общества-2018», «16th Conference of the International Association of Colloid and Interface Scientists-2018», « 10<sup>th</sup> International conference Interfaces Against Pollution – 2018» конференцияларында талқыланды.

Диссертация тақырыбы бойынша негізгі нәтижелер 15 басылымда, соның ішінде Scopus деректер базасына енгізілген жоғары импакт-факторы бар шетелдік журналда 2 мақала, Web of Science дерекқорында келтірілген шетелдік мақалада 3 мақала, 5 мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласындағы бақылау және қадағалау комитетінің ұсынған журналдарда, алыс және жақын шет елдердің халықаралық конференцияларында 4 тезис және 1 патент (№ 33998, бюллетень номері №45, 08.11.2019).