

6D072000- «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша PhD докторы дәрежесін алу үшін дайындалған
Абжалов Рамшад Садыковичтің
«Фотохимиялық процестерді қолдану арқылы химиялық қаптамалар технологиясын әзірлеу» тақырыбындағы диссертациясының

АҢДАТПАСЫ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Өткізгіш емес материалдарды металдандыру мүлдем жана функционалдық және сәндік, қорғаныштық қасиеттері бар өнімдер алуға мүмкіндік береді. Дәстүрлі түрде металдануға ұшырайтын материалдар қатарына әр түрлі полимерлер (пластмасса), шыны, керамика, талшықтар (мақта-мата, синтетикалық), табиғи материалдар және т.б. Жалпы металданған пластмасса үйде де, өндірісте де өте маңызды композиттік материалға айналды. Бүгінгі таңда химиялық қаптамалар алу технологиясы ғылым мен техниканың прогрессивті сипат алуына байланысты өте қарқынды даму үстінде. Өртүрлі материалдар беттерінде көп функциялы әрі берік қаптаулар алу өзекті мәселе болып табылады. Көптеген дамыған мемлекеттерде диэлектрлік материалдардың бетін қаптау арқылы олардың қасиеттерін арттыру немесе өзгерту жұмыстары жақсы жолға қойылған. Сондай қаптаулардың ішінде диэлектрлік материалдарды мыс, күміс, алтын және никель қабықшалармен қаптау процесінің маңыздылығы жоғары. Мұндай қабықшалар бірнеше пайдалы қасиеттерге ие болғандықтан оларды қазіргі заманғы ғылым мен техниканың түрлі салаларында кеңінен қолданады: химия және медицинада, электроникада, байланыс техникасында, ғарыштық және авиация саласында, декорациялық бұйымдар өндірісінде және т. б. Диэлектрлік материалдардың металмен қапталуы машина жасауда, автомобиль жасауда және аспаптар жасауда, сонымен қатар тұрмыстық техника өндірісінде қолдануға болады. Диэлектрлік материалдар бетінде металл қабықшалар алудың экономикалық және экологиялық тиімділігі жоғары болып табылады. Бірнеше қасиетке ие болатын мұндай қабықшаларды алу барысында дәстүрлі әдістер бойынша палладий және оның тұздары тотықсыздандырғыш ретінде қолданылады.

Бүгінгі таңда түрлі материалдардың бетінде көпфункционалы пайдалы қаптамалар алу маңызды орынға қойылған. Диэлектрлік және мата материалдарының бетіне қорғаныш, декоративті және өткізгіштік қасиетке ие қаптамалар алу технологияларын нығайту маңыздылығы уақыт өткен сайын артуда. Мұндай қаптамаларды медициналық мақсаттағы бұйымдарды, әртүрлі әскери киімдерді, спорттық киімдерді, қару-жарақтардың қақпақтарын, сондай-ақ, түрлі микроорганизмдерден қорғайтын қабілетке ие бұйымдар дайындауда пайдалануға болады.

Нақтылап айтқанда, қорғаныштық қасиеті бар яғни, бактерицидтік қасиетке ие мыс және күміс қабықшаларының қасиеттері жоғары болып табылады. Мәселен, алтынның бактерицидтік қабілеті күмістен 2-3 есе төмен. Аталған металдардан алынатын қабықшалардың бактерицидтік

қасиетін көтеру үшін қоспа қабықшалар алу технологиясын әзірлеу керек. Бактерицидтік қабілеті бар металдардан (мыс, күміс) қоспа дайындау арқылы олар бір-бірінің бактерицидтік қабілетін арттырады. Бірақ бұл металдардан жұқа қабықшалар алу әдістері күрделі және қымбат болғандықтан жан-жақты тиімді технологиялық әдістерді әзірлеу және зерттеудің қажеттілігі туындады.

Мыс топшасы металдарының (мыс және күміс) бір валентті қосылыстарының көпшілігін аздап қыздырғанда жарықтың әсерінен оңай ыдырайтыны теориядан белгілі. Сонымен қатар, аталған металдардың галогенидтері бинарлы жартылай өткізгіштерге жатады. Яғни, жартылай өткізгіштік қасиеттері мен жарықсезгіштік қасиет арасында байланыс бар.

Мыс топшасындағы металдарды диэлектрлік беттерге ендіруге арналған көптеген әдістер бар. Бірақ олардың кейбіреулері күрделі және қымбат қондырғыларды талап етеді немесе әртүрлі тотықсыздандырғыштар арқылы жүреді. Фотохимиялық әдістің негізгі артықшылығы реакциялық ортаға тотықсыздандырғыш қосудың қажеті жоқ. Фотохимиялық процестің жүруі жарық фотонымен қамтамасыздандырылады. Осы жағдай технологияның күрделілігін және қымбаттығын төмендетеді. Жұмыс нәтижелері бойынша мыс және оның аналогтары құрамдас қабықшаларды фотохимиялық жолмен алудың инновациялық, тиімді әдістері жасалынды және олардың бактерицидтік қасиеттері зерттелініп, белгілі бактерияларға қарсы тұрақтылығы дәлелденді.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Әртүрлі диэлектрлік материалдарға мыс және күміс қабықшаларын фотохимиялық тұндыру технологиясының негізін әзірлеу, фотохимиялық ыдырау механизмін жасау және фотохимиялық жолмен алынған қабықшалардың физика-химиялық, механикалық және бактерицидтік қасиеттерін зерттеу. Фотохимиялық жолмен алынған қаптамаларға талдау жасауда сенімді заманауи физика-химиялық талдау әдістері пайдаланылды. Әртүрлі үлгілердегі қабықшалардың құрамы және құрылымы растрлы электронды микроскопта ISM-6490-LV (JEOL, Жапония) және D8 Advance (Bruker) маркалы дифрактометрінде зерттелінді.

Жұмыстың мақсатына байланысты келесі міндеттерді шешу көзделді:

- мыс және күміс құрамды қаптамалар алу процесінің оңтайлы физика-химиялық параметрлерін анықтау;
- жартылай өткізгіштік қабілеті бар мыс (I) хлоридін қатты фазалы диэлектрлік материалдар бетіне енгізу;
- мыс және күміс құрамды қаптамалар алу барысында қолданылатын фотохимиялық процестің кинетикалық заңдылықтарын анықтау;
- мыс және күміс құрамды қаптамалардың зиянды өткір сәулелерден қорғаныштық қабілетін анықтау;
- газ фазалы фосфин көмегімен химиялық никельдеуді жүзеге асыру арқылы фотохимиялық белсендірудің тиімділігін анықтау;
- мыс және күміс құрамды қаптамалардың бактерияға қарсы қасиеттерін зерттеу.

- фотохимиялық процестерді қолдану арқылы мыс және күміс құрамды қаптамалар алудың принципиалды сызбасын жасау;
- мақта-мата бетіндегі мыс хлоридінің тотықсыздану процесіне математикалық өңдеу жасау.

Зерттеу әдістері: Зерттеу жұмыстарында қазіргі заман талабына сай физикалық және химиялық, физика-химиялық әдістері, растрлы электронды микроскоп (РЭМ, JSM6490 LV JEOL), сканерлеуші электронды микроскоп (СЭМ, NOVA 2000 Nano-SEM), D8 Advance (Bruker) маркалы дифрактометрі пайдаланылды.

Зерттеу нысаны. Мақтамата (AA011228), пластмасса және шыны.

Қорғауға ұсынылатын қағидалар:

1. Мыс және күміс қабықшасымен модифицирленген тоқыма материалдарының тұрмыстық құрылғылардағы (ұялы телефон мен реттегіш құрылғылардың) электромагнитті толқындардың зиянды әсерінен қорғаныштық қасиетін SM204-SOLAR және DT-1130 детекторларының көмегімен анықтау барысында толқын ағынының тығыздығы 96-97% төмендейді.
2. Фотохимиялық әдіспен тоқыма материалдарының бетін мыс немесе күміс бөлшектерімен белсендірудің оңтайлы шарттары CuCl_2 концентрациясы, сәйкесінше – 50-100 г/л, AgNO_3 1-20 г/л, 25-40⁰С температурада күн сәулесімен әсер ету уақыты 40-60 мин болып табылады.
3. Мыс пен күміс қабықшаларын алу үшін ұсынылатын күн сәулесі ағынының тығыздығы сәйкесінше 1000-1200 Вт/м² және 500-600 Вт/м² құрайды.
4. Модифицирленген материалдардың бактерияға қарсы қасиеттерін зерттеу олардың *St. Epidermidis* бактерияларына қарсы бактерицидтік қабілеті Ag (24мм (100%)), Cu-Ag (22мм (91%)), Cu (19мм (82%)) көрсетеді.
5. Фосфинмен қосымша өңдеу арқылы никель құрамды қабықша алынады. СЭМ нәтижелері диэлектрлік материал бетін фотохимиялық белсендіру барысында гальваникалық жолмен талап етілген қалыңдықтағы никельді қондыруға болатын 38,27% Ni құрамды қабықша алынатынын көрсетеді.

Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы. Жұмыстың мақсатына сәйкес әртүрлі диэлектрлік материалдарға мысжәне күміс құрамды қабықшаларды фотохимиялық тұндырудың технологиясы жасалынып, олардың механикалық, физика-химиялық және бактерицидтік қасиеттері зерттелінді.

Диссертациялық жұмыста келесі ғылыми нәтижелер алынды:

1. Фотохимиялық процестерді қолдану арқылы алынған диэлектриктің беткі қабатындағы дисперсті металл бөлшектерінің құрамы мен беттің қараю дәрежесінің өзгеруі арасындағы байланыс құрылды.

2. Алғаш рет мыс монохлоридін трансформациялау нәтижесінде алынған жартылай өткізгіш күміс хлориді негізінде күміс бөлшектерін алу процесі жүзеге асырылды (ПМ патенті №4342 жария. 04.10.2019).

3. Фотохимиялық процестер саласында ғылыми зерттеулер жүргізудің ғылыми негізделген әдістемесі жасалды (№4911 авторлық куәлік).

4. Алғаш рет химиялық металдандыру алдында диэлектрлік материалдар бетін фотохимиялық активтендіру әдісі (ПМ патенті №5088 жария. 26.06.2020) жасалынды.

5. Мыс топшасы металдары галогенидтерінің бинарлы жартылай өткізгіш қабықшаларында пайда болатын процестердің жарыққа сезімталдығы анықталды, бұл ары қарай диэлектриктердің таңдамалы металдануын жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

6. Алғаш рет фотохимиялық тотықсыздандыру арқылы алынған диэлектрлік материалдар бетіндегі қаптамалардың зиянды электромагниттік сәулелерінен қорғаныштық қабілеті (96-97%) анықталды.

7. Мақта-матасының бетіндегі мыс топшасы металдары галогенидтерінің фотохимиялық тотықсыздануының қозғаушы күші мата құрамындағы целлюлоза молекулаларының фотототығыуы болып табылатындығы көрсетілген.

8. Мақта-мата материалының беткі қабатында фотохимиялық әдіспен алынған мыс және күміс құрамды қабықшалардың *S.epidermidis* (АТСС 14990 тест-мәдениеті) бактериясына қарсы тұрақтылығы (күміс (24мм (100%)), мыс-күміс (22мм (91%)), мыс (19мм (82%)) зерттелді.

9. Мыс монохлориді қабықшасын газ тәрізді фосфинмен өңдеу арқылы мыс фосфидінің түзілу процесі жүзеге асырылды.

10. Диэлектрлік материалдар бетінде фотохимиялық процестерді қолдану арқылы мыс, никель және күміс қаптамаларын алудың аналогтік қарапайым технологиясы жасалынды.

11. Фотохимиялық тотықсыздану процесін жүзеге асырудың оптимальді параметрлері (CuCl_2 концентрациясы бойынша 50-200г/л, AgNO_3 1-20 г/л, уақыт бойынша 40-60минут, температура бойынша 25-40⁰С, күн сәулесі ағынының тығыздығы бойынша CuCl_2 -1000-1200Вт/м², AgNO_3 - 500-600Вт/м²) анықталды.

12. Мыс (II) хлоридінің тотықсыздануы нәтижесінде металдық мыс түзілу процесі бойынша математикалық жоспарлау әдістері қолданылып, сызықтық және квадраттық функциялар орнатылды.

Жұмыстың теориялық және практикалық құндылығы. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша диэлектрлік материалдар бетінде фотохимиялық процестерді қолдану арқылы мыс, никель және күміс қаптамаларын алудың аналогтік қарапайым технологиясы және металданудың алдында диэлектрлік материалдар бетін белсендіру әдісі жасалынды. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері, диэлектрлік материалдардың беттерін металдандыруда және көп функциялы қасиетке ие наноөлшемді қаптамаларды алудың теориялық және практикалық мәнінің жоғары екенін айқындады.

Зерттеу жұмыстарынан алынған нәтижелер өндіріске және М.Әуезов атындағы ОҚУ "Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы" кафедрасында оқу процесіне енгізілген.

Ғылыми-зерттеу жұмыстың мемлекеттік бағдарламалармен байланысы. Диссертациялық жұмыс М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» кафедрасының мемлекеттік қаржыландыру аясында жүргізілетін Б-16-02-03 "Әртүрлі функционалды мақсатта қолданылатын композициялық қаптамалар" тақырыбына сәйкес орындалды.

Докторанттың жеке үлесі. Әдеби мәліметтерді талдау және диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша патенттік ізденіс жүргізу жұмыстарын орындады. Жоспарланған зерттеу жұмысының ғылыми бағытын орындауда, мақсаты мен міндеттерін анықтауда және әдебиеттерді жинақтап сараптаудың негізінде алынған тәжірибелік зерттеу нәтижелерді талдау, тұжырымдау, қорытындылау және оларды өңдеу, материалдарды ғылыми конференцияларда баяндау мен ғылыми еңбектер түрінде жариялау және баспадан шығару жұмыстарын автор өзі орындады.

Докторант *Studies of the Application of Electrically Conductive Composite Copper Films to Cotton Fabrics* (2022, 6, 349. <https://doi.org/10.3390/jcs6110349>) мақаласын *Journal of Composites Science* журналына жариялау үшін эксперименттік деректерді алды, нәтижелерді өңдеуге тікелей қатысты.

Докторант *Chemical Copper Plating of Cotton Fabrics by Photochemical Activation of the Surface* (*Rev. Chim.*, 71 (8), 2020, –P. 90-97. Bucharest. Romania) мақаласын *Revista de Chimie* басылымында жарыққа шығару үшін эксперименттік деректерді алды, эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант *Photochemical Method of Depositing Silver Films on the Surface Cotton Fabrics* (2018; 34(6). –P. 2755-2761, India) мақаласын *Oriental Journal of Chemistry* басылымында жарыққа шығару үшін эксперименттік мәліметтер алды және талдауға қатысты.

Докторант *Способ нанесения пленок серебра на поверхность хлопчатобумажных материалов* (№1 (131) 2019. -С.571-576) мақаласын *Вестник КазНИТУ* журналында рәсімдеу үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант *Диэлектрлі беттерде антибактериалды мысқұрамды наноқабықшаларды алу* (№5 (141) 2020.747-753 б) мақаласын *ҚазҰТЗУ хабаршысы* журналында рәсімдеу үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант *Combined Method of Nickel Plating of Cotton Fabrics* (*Rev. Chim.*, 71 (12), 2020, –P. 76-84. Bucharest. Romania) мақаласын *Revista de Chimie* журналында жарыққа шығару үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант *Фотохимиялық белсендіру арқылы диэлектрик материалдарды химиялық мыстау* (2020. Aachen, Germany. p 112-118.) мақаласын *Proceedings of III International scientific practical conference “Post-crisis development of education and science in europe and asia”* басылымында жарыққа шығару үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант Obtaining chemical copper coating of dielectric materials by photochemical activation of surface (Uzbekistan. Navoi. 2019. –P.322-327) мақаласын International conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects басылысында жарыққа шығару үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант Использование бромидов меди для фотохимического серебрения тканей (2018, -С. 291-294) мақаласын «Әуезов оқулары - 16» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында баяндады.

Докторант Method for introducing grafite and titanium dioxide into composite coatings (2018. Volume I. –P.272-277) мақаласын «Proceedings of V International scientific practical conference. ICITE – 2018» басылымында жарыққа шығару үшін эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант Диэлектрлік материалдар бетін палладийсіз активтендіру арқылы химиялық мыстау әдісі (2021. II том, 4-6б) мақаласы бойынша «Қуатбеков оқулары-1: тәуелсіздік тағылымы» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының пленарлық отырысында баяндама жасады.

Докторант Получение функциональных пленок на диэлектрических материалах (2018. УДК 621.793. ББК 34. П 53. Типография «Әлем». Шымкент) монографиясын жарыққа шығару үшін эксперименттік мәліметтер дайындады.

Докторант пайдалы модельге №4342 Мақта-мата материалдарының бетіне күміс қабықшаларын қондыру әдістеріне патентті (№4342 04.10.2019ж) рәсімдеу үшін эксперименттік деректерді алуға, эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант пайдалы модельге №5088 Химиялық металдандырудың алдында диэлектриктердің бетін белсендіру тәсіліне патентті (№5088 26.06.2020ж) рәсімдеу үшін эксперименттік деректерді алуға, эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Докторант Мыс топшасы металдары галогенидтерін фотохимиялық тотықсыздандыру әдісіне авторлық куәлікті (№4911 14.08.2019ж) рәсімдеу үшін эксперименттік деректерді алуға, эксперименттік нәтижелерді өңдеуге және түсіндіруге тікелей қатысты.

Жарияланымдар туралы мәліметтер. Ғылыми жұмыстың зерттеу нәтижелері бойынша 1 монография, 16 мақала, оның ішінде ҚР БҒМ білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің бұйрығымен бекітілген басылымдарда 3 мақала, сілтемелендірудің жоғары индексті рейтингтік журналдарында (Scopus және Web of Science базасына кіретін) 2 мақала, 7 мақала Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда, оның ішінде 3 мақала алыс шетелдердегі Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларында, 2 мақала М.Әуезов атындағы ОҚМУ ғылыми еңбектерінде, 3 мақала М.Әуезов атындағы ОҚМУ магистранттары, PhD докторанттары мен жас ізденушілердің ғылыми еңбектер жинағында жарияланды. Қазақстан Республикасының 2 пайдалы модельге патент куәлігі

алынды (ПМ патенті №4342 жария. 04.10.2019; ПМ патенті №5088 жария. 26.06.2020). Сонымен қатар, ғылыми зерттеу жұмысының нәтижелері бойынша жарияланған еңбектерге 2 авторлық куәлік (№949 жария. 13.12.2018; №4911 жария. 14.08.2019) алынды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Ғылыми жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытынды мен пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшадан тұрады. Диссертациялық жұмыс 152 бетте мазмұндалған, 67 сурет, 24 кесте кіреді. Библиография отандық және шетелдік авторлардың еңбектерінің 179 түпнұсқасынан тұратын ғылыми-техникалық әдебиеттер тізімін қамтыған.