Бахытжан Елданы Ғалымжанқызының «6D060600 – Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған« Болат бетіне жоғары антикоррозиялық қасиетке ие хемосорбциялы және полимерлі нанокомпозитті қаптамаларды синтездеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына

АННОТАЦИЯСЫ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы

Диссертация жұмсақ болат бетін коррозиядан қорғау үшін металл бетінде жаңа хемосорбциялық, полимерлі, полимерлі нанокомпозитті қаптамаларды синтездеу әдістерін жасақтау мен жетілдіруге арналған. Ғылыми жұмысты орындау барысында жоғары ингибиторлық тиімділікке ие жаңа ингибиторлар ұсынылды, жұмсақ болат бетінде жоғары антикоррозиялық қасиеттерге ие полимерлі, полимерлі нанокомпозитті қаптамаларды синтездеудің оңтайлы шарттары анықталды, сонымен қатар синтезделген қаптамалардың қорғаныш механизмі зерттелді. Жаңа полимерлі нанокомпозитті қаптамалардың антикоррозиялық қасиеттері заманауи электрхимиялық және физико-химиялық әдістер көмегімен анықталды.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі

Коррозия – бұл металлдың қоршаған ортамен, соның ішінде ауамен, сумен, қышқылдармен, сілтілермен, тұздармен және әртүрлі еріткіштермен әрекеттесіп, химиялық немесе электрхимиялық реакциялар тудыратын үдеріс. Термодинамика тұрғысынан металдың коррозиясы – бұл өздігінен жүретін процесс. Коррозия кезінде металлдан жасалған материалдар жеміріліп, бастапқы физикалық және механикалық функцияларын жоғалтуы мүмкін. Барлығымыз білетіндей, металлдық материалдар өнеркәсіптік шикізат ретінде жетекші орынға ие және өнеркәсіптің негізі болып табылады. Олар аэроғарыш өнеркәсібі, автомобиль, кеме жасау және құбыр көлігі сияқты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Әртүрлі инженерлік материалдар – микроэлектроникадан ортопедиялық имплантат материалдарына дейін, азаматтық инфрақұрылымнан күнделікті өмірге дейін коррозияға ұшырауы мүмкін. Металл коррозиясының болуы денсаулық сақтау қауіпсіздігіне, адам денсаулығына, үлкен экономикалық шығындарға, ресурстарды ысырап етуге елеулі зиян келтіреді. Коррозиядан туындаған экономикалық шығындар әлемнің барлық елдерінің жалпы ішкі өнімінің шамамен 3% -5% құрайды және жыл сайын өсу тенденциясын көрсетеді, бұл әртүрлі апаттардан болатын шығындардан әлдеқайда көп. Коррозия – қоғам мен экономикаға төнетін негізгі сын-қатерлер мен қауіптердің бірі. Қазіргі уақытта адамдардың өмір сүру сапасы негізінен материалдарды қолдануға байланысты және әлеуметтік факторлардың тез өзгеруі коррозияның алдын алуға және азайтуға көбірек назар аударуды қажет етеді.

Коррозия өнеркәсіп дамыған елдер үшін айтарлықтай күрделі мәселе болып табылады. Кез-келген саланы жобаламас бұрын коррозияның жабдықтар мен қоршаған ортаға әсерін атап өткен жөн. Кейбір коррозияның

шешілмеген мәселелері көптеген өнеркәсіптік салалардағы инженерлік жетілуді тежейді.

Коррозияға төзімділік мәселесі жыл сайын үлкен металл қоры бар өнеркәсіптік дамыған елдерде АҚШ, Аустралия, Қытай өзекті. Коррозиялық мәселелерді шешу үшін шамамен 2,5 трлн АҚШ доллары қажет, бұл әлемдік ЖІӨ-нің 3,4% - ына тең.

Кейбір елдер металдардың коррозиясына байланысты шығындар туралы зерттеулер жүргізеді. 1949 жылы АҚШ шығындары 5.5 миллиард долларды құрады, бұл ЖІӨ-нің 12.1% құрайды, бірақ уақыт өте келе 1978 жылы құны 12 есе өсіп, 70 миллиардты құрады. 1998 және 2016 жылдары сәйкесінше 276 миллиард және 1.1 триллион доллар болды. Келтірілген деректерге жүгінсек, технологиялық прогресске сәйкес коррозияға байланысты шығындарының құны артатыны анықталды.

Қазақстан, металл қорының жеткілікті мөлшері бар жетекші ел болып табылады. Сондықтан, елдің шығындарын азайту үшін болатты коррозиядан қорғаудың жаңа тәсілдерін зерттеу маңызды.

Зерттеу жұмысының мақсаты.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – жұмсақ болатты коррозиядан қорғайтын жоғары тиімділікке ие хемосорбциялы және полимерлі нанокомпозитті қаптамаларды синтездеу.

Жұмыстың мақсатына жету үшін қойылған **міндеттер:**

1. Гетерофункционалды органикалық қосылыстарды синтездеп, олардың жұмсақ болатқа қышқылды және хлоридті орталарда қорғаныштық әсерін гравиметриялық және электрохимиялық әдістер арқылы зерттеу.

2. Тиімді ингибиторлардың болат бетімен әрекеттесу кезіндегі адсорбциялық сипаттамаларын, электрхимиялық параметрлерін және бет морфологиясын талдау негізінде олардың қорғаныштық әсер ету механизмін анықтау.

3. Жұмсақ болат бетінде РОА және РОА/металл оксидті қаптамаларды электрхимиялық синтездеудің оңтайлы шарттарын анықтау.

4. Синтезделген полимерлі, сополимерлі және полимерлі нанокомпозитті жабындардың антикоррозиялық қасиеттерін сызықтық вольтамперометрия және электрхимиялық импеданстық спектроскопия әдістерімен зерттеу.

5. СТ3 маркалы болат бетінде синтезделген полимерлі, сополимерлі және полимерлі нанокомпозитті жабындардың морфологиялық ерекшеліктері мен элементтік құрамын сканерлейтін электронды микроскопия (SEM) және энергодисперсиялық анализ (EDAX) әдістерімен зерттеу, сондай-ақ РОА/металл оксидті полимерлі нанокомпозиттер негізінде түзілетін жабынның түзілу және антикоррозиялық қорғаныс механизмдерін анықтау.

Зерттеу нысандары. СТ3 маркалы болат, құрамында азот және оттек бар гетероциклі ингибиторлар және полимерлі, сополимерлі, полмерлі нанокомпозитті қаптамалары.

Зерттеу пәні. СТ3 болат бетіндегі хемосорбциялы және полимерлі нанокомпозитті қаптамалардың қорғаныштық эффектісі, коррозия потенциалы, коррозия жылдамдығы, ток тығыздығы.

Зерттеу әдістері.

Гравиметрия, Циклді вольтамперометрия (CV), электрхимиялық импеданстық спектроскопия (EIS), сызықтық вольтамперометрия (LSV), хроноамперометрия (CA), сканерлеуші электронды микроскопия (SEM), энерго-дисперсті талдау (EDAX).

Құрал-жабдықпен қамтылу.

Потенциостат/гальваностат Autolab 302N келесі модульдермен жасақталған: RDE, FRA 32M, потенциостат/гальваностат Bio-Logic SP300 және VSP300, сканерлеуші электронды микроскоп SEM Philips XL-30 FEG, Инверсионный микроскоп Axio. Vert A1(Германия), электронно-зондовый микроанализатор «Superprore 733», Jeol (*10000).

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

Қазіргі таңда нанокомпозитті полимерлі қаптамалар металдарды коррозиядан қорғау үшін қолданылады. Әдебиеттерде осы тақырып бойынша жұмыстар өте көп, алайды полимерлі қаптаманың түзілу механизмі анық және нақты түсіндірілмеген. Бұл жұмыста жаңа құрамды полимерлі, сополимерлі нанокомпозитті қаптамалары электрохимиялық әдіспен синтезделді және олардың агрессивті орталарда коррозиялық қасиеттері зерттелді. Сонымен қатар нанокомпозиттің түзілу механизмі және қорғау механизмі анықталды.

Жұмыстың тағы бір жаңалығы әл-Фараби ҚазҰУ, химия және химиялық факультетінің органикалық заттар, табиғи қосылыстар және полимерлердің химиясы және технологиясы кафедрасында алғаш рет синтезделген заттардың қорғаныш қасиеттерін зерттеу болып табылады. Зерттелген бірқатар органикалық қосылыстардың синтезі қарапайым реакция схемасы бойынша қол жетімді бастапқы реагенттер негізінде жүзеге асырылды.

Жұмыстың теориялық маңыздылығы.

Диссертациялық зерттеудің нәтижелері электрхимияның теориялық негіздерін дамыту, әсіресе металдардың коррозиясын болдырмау үшін қорғаныс қаптамалар алу контекстінде үлкен маңызға ие. Бұл зерттеудің электрхимия саласына қосқан үлесі, жоғары қорғаныс қасиеттері бар жаңа сенімді материалдарды жасау болып табылады, бұл өз кезегінде металл коррозиясы маңызды мәселе болып табылатын әртүрлі салаларға оң әсер етуі мүмкін.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы.

Металлургия өнеркәсібіндегі қызығушылық тудыратын мәселелердің бірі коррозиядан қорғау болып табылады. Металл конструкцияларын қауіпсіз күйде ұстау үшін коррозия механизмін, металл коррозиясына әсер ететтін факторларды, металдардың қоршаған ортамен әсерлесуін, әртүрлі ортадағы металдардың қасеттерін білу маңызды.

Металдарды коррозиядан қорғау үшін бірнеше әдістер қолданылады. Соңғы жылдары электрхимиядағы маңызды салалардың бірі металл бетінде өткізгіш полимерлер қаптамалардың синтезі. Полимерлі, сополимерлі және

нанокомпозитті полимерлі қаптамалардың бояулардан артықшылығы – олардың құрамында қоршаған ортаға зиянды улы заттар жоқ болуы. Сонымен қатар, полимерлі, сополимерлі және нанокомпозитті полимерлі қаптамалар металл бетінде физикалық және электронды тосқауыл ретінде әрекет етеді.

Нанокомпозитті полимерлі қаптамалардың металл төсеме бетінің белсенді аймақтарына адсорбциялануы металдың еру процесін тежейді және біртекті қорғаныш қаптаманың пайда болуына әкеледі.

Бұл сала бойынша соңғы жылдар ішіндегі үздіксіз зерттеулерге қарамастан, электрополимерленудің механизмін сипаттайтын мақалалар саны өте аз, тіпті полианизидиннің электрополимерленуін көрсететін зерттеулер жоқ. Сондықтан бұл жұмыста полимерлі қаптамаларды алып, олардың антикоррозиялық қасиеттерін зерттеуден басқа, электртұну процесінің механизмі қарастырылады. Өз кезегінде бұл зерттеулер коррозия саласындағы фундаменталды нәтижелер алуға мүмкіндік береді.

Қорғауға ұсынылған негізгі мәселелер:

1. Гетерофункционалды қосылыстар — О-ацетокси-бис(О-пропионитрило)триэтаноламин, N-бензил-О-ацетокси-бис(О-пропионитрило)триэтаноламмоний хлорид және N-(β-этоксипропионитрил)-N,N-бис(2-гидроксиэтилэтокси) майлы амид коррозия ингибиторлары ретінде алғаш рет қолданылып, қолданыстағы аналогтар триэтаноламин, алкил- немесе бензиламмоний туындылары сияқты қосылыстармен салыстырғанда жоғары ингибирлеу белсенділігін көрсетеді. Олардың қорғаныштық тиімділігі концентрацияның артуына байланысты өсіп, 70%-дан 99%-ға дейін жетеді.

2. Синтезделген ингибиторлар — О-ацетокси-бис(О-пропионитрило)триэтаноламин, N-бензил-О-ацетокси-бис(О-пропионитрило)триэтаноламмоний хлорид және N-(β-этоксипропионитрил)-N,N-бис(2-гидроксиэтилэтокси) майлы амид — болат бетінде тұрақты мономолекулалық қабат түзе отырып, қайтымсыз хемосорбциялануға қабілеттілігіне байланысты қорғаныштық әсер көрсетеді, бұл үдеріс Тёмкин изотермасымен сипатталады.

3. Металл оксидтерін (SiO_2, MoO_3) поли(о-анизидин) (POA) полимерлі матрицасына енгізу нәтижесінде алынған жабындардың кедергісі 2–4 есе артады (R, кОм), ал сәйкесінше коррозия тогының тығыздығы 2–4 есе төмендейді (j, А·см²), бұл көрсеткіштер оксидтер қосылмаған поли(о-анизидин) POA полимерлі жабынмен салыстырғанда байқалады.

4. Катион-радикалды механизм бойынша жүретін о-анизидиннің электрохимиялық полимерленуі металл оксиді (SiO_2, MoO_3) нанобөлшектерінің қатысуымен тығыз құрылымды нанокомпозитті қаптама түзеді және бұл жабын металл оксидті толтырғыштардың тосқауылдық қызметі арқылы, оксидтер қосылмаған поли(о-анизидин) (POA) полимерлі қаптамамен салыстырғанда, жоғары антикоррозиялық тиімділік көрсетеді.

Автордың жеке үлесі. Ғылыми әдебиеттерді іздеу мен талдау, диссертациялық жұмыстың тәжірибелік және теориялық бөлімдерін орындап, диссертацияда келтірілген зерттеу нәтижелерін өңдеп, талдап, сараптауды,

қорытындылауды және негізгі автор ролінде ғылыми мақала түрінде жариялауды автор өзі іске асырды.

Тәжірибелік нәтижелерді ұсыну.

Диссертацияның негізгі тұжырымдары мен нәтижелері төмендегі халықаралық және республикалық конференцияларда ауызша баяндалды және талқыланды:

1. Electochemistry conference – 2019, Istanbul, Turkey, 2019.
2. Профессорлар мен жас ғалымдардың қатысуымен өтетін Халықаралық "Аналитикалық химияның өзекті мәселелері" тақырыбындағы республикалық ғылыми-тәжірибелік конференция., Узбекистан, Ташкент, 2023.
3. Mediterranean Geosciences Union -2023, Istanbul, Turkey, 2023.
4. MedGU-2024, Barcelona, Spain, 2024.

Жұмыстың мемлекеттік ғылыми бағдарламаларының жоспарымен байланыстылығы.

Диссертациялық жұмыс әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің, аналитикалық, коллоидтық химия және сирек элементтер технологиясы кафедрасының ғылыми- зерттеу жоспары бойынша және «Физико-химиялық зерттеу мен талдаудың әдістері орталығы» жобалары аясында орындалды.

Мемлекеттік гранттық қаржыландыру жобалары:

1) ИРН AP0513457 «Өнеркәсіптік металдарды коррозиядан ингибиторлық және полимерлік нанокомпозиттік қорғау», 2018-2020 жж, (кіші ғылыми қызметкер);

2) ИРН AP15473133 «Болат бетіне антикоррозиялық қасиеттері жоғары полимерлік нанокомпозиттік қаптамаларды электрохимиялық синтездеу», 2022-2024 жж. (жоба жетекшісі) жобалары аясында орындалды.

Жарияланымдар:

Диссертациялық жұмыс нәтижелері 13 ғылыми еңбек түрінде көрініс тапқан, оның ішінде:

- 2 ғылыми мақала Clarivate Analytics компаниясының Web of Science ақпараттық базасы мәліметі бойынша импакт-факторы ноль емес, немесе Scopus компаниясының ақпараттық базасына кіретін халықаралық басылымдарда жарияланды (1 – 89%, Q1, 2 –35%, Q4).
- 4 мақала ҚР білім және ғылым саласындағы бақылау Комитеті ұсынған басылымдарда жарияланды.
- халықаралық және мемлекеттік конференциялар тезистері мен материалдары жинақтарында 7 тезис жарияланды, оның ішінде 5 тезис шетелдік конференциялар материалдарында жарық көрді.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс анықтамалар мен белгілеулер тізімінен, кіріспеден, әдеби шолу, тәжірибелік бөлім, алынған нәтижелерді талқылау, қорытынды мен қолданылған әдебиеттер тізімінен құралған. Жұмыстың мәтіні 121 бетке басылған және 120 әдеби көзден тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі, 22 кесте және 76 сурет бар.