

**Молайган Сержанның философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
6D072000 – Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы
мамандығы бойынша «Сутекті судан катализатор қатысында алу әдісін
жасау» тақырыбына дайындаған диссертациясының
АҢДАТПАСЫ**

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс – судан катализатор қолданумен сутек алу әдісін жасауға арналған. Сынап иондарының қатысында алюминийдің сумен, сутек бөле және алюминий гидроксидін түзе, реакцияға түсетіні көрсетілді. Судан бөлме температурасында алюминийді және катализаторды пайдаланып, автономды түрде қызмет атқаратын сутек генераторын жасауға мүмкіндік тудыратын, сутек алу процесінің оңтайлы жағдайлары анықталған.

Жұмыста эксперименттің әртүрлі параметрлері, оның арасында суда болуы мүмкін катиондар мен аниондардың, сонымен қатар катализатор концентрациясының сутек бөліну жылдамдығына әсері егжей-тегжейлі қарастырылған. Сонымен бірге алюминиймен контактіге қойылған әртүрлі металдар-деполяризаторлардың (Pd, Ni, Fe) және графиттің қатысында сутек бөліну процесі талданған. Салыстыру мақсатында алюминий мен судың әрекеттесуі кейбір қышқылдар мен натрий гидроксидінің қатысында қарастырылған.

Зерттеу жұмысы тақырыбының өзектілігі

Қазіргі заманда әлемде климаттың өзгеруімен, озон қабатының жұқаруымен және басқа да тіршілік сапасына теріс әсер көрсететін техногендік құбылыстармен байланысатын экологиялық проблемалар сақталуда. Заманауи ғылыми-техникалық зерттеулердің өзекті мәселелерінің бірі болып, энергияның қол жетімді, экологиялық таза, арзан түрлерін жасау әдістерін дамыту табылады.

Сутектің төменгі температураларда каталитикалық тотығуға қабілеттілігі, осы кезде тотығудың химиялық энергиясының электр энергиясына тура айналуы – сутектік энергетиканы кеңінен пайдалануға жол ашады. Дегенмен де, сутектік технологиялардың қазіргі замандағы күйі және сутекті алу әдістері дәстүрлі энергетиканы толық ауыстыруға мүмкіндік туғызбайды. Мұның себебі: жер бетінде сутек бос күйінде болмайды, ал оны алуға қол жетімді химиялық шикізат және қол жетімді энергия көздері қажет.

Сутекті кәдімгі судан автономды жағдайда алу, өзекті мәселе, себебі бұл дүние жүзінде шешілмеген проблема. Сутек өте оңай тотығатын газ, ол негізінен отын ретінде пайдаланылады, оны жылу алу мақсатында қолданады. Осыдан басқа, сутек іштен жану қозғалтқыштарында және отын элементтерінде электр энергиясын алуға пайдаланылады. Сутек ең жақсы отын болып табылады, оның басқа отын түрлеріне қарағандағы артықшылықтары көп. Сутекті жаққан кезде қоршаған орта ластанбайды,

себебі бұл кезде түзілетін өнім – су, ал ол қоршаған ортаның табиғи құрамына тән зат ($2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$).

Сонымен, жоғарыда баяндалған мәселелер мен тұжырымдар сутек алу әдістерін жасау және дамыту – өзекті мәселе екенін айқындайды.

Зерттеудің мақсаты: судың алюминиймен катализатор қатысында әрекеттесу нәтижесінде және сумен алюминийді әртүрлі металдар-деполяризаторлармен контактіге келтіре, судан сутек алу әдісін жасау.

Жұмыстың мақсатына жету үшін келесі **міндеттер қойылды:**

- Алюминийдің сумен әрекеттесу реакциясының жылдамдығына катализатордың, температураның, алюминий электродының ауданының әсерін зерттеу;

- Сутектің судан бөліну жылдамдығына аниондар мен катиондардың әсерін катализатор қатысында зерттеу;

- Алюминий электродында сутек бөліну процесін натрий гидроксиді және қышқылдар (фосфор қышқылы, күкірт қышқылы) ерітінділерінде зерттеу;

- Катализатор қатысында алюминий электродының потенциалының өзгеру сипатын зерттеу;

- Алюминий мен судың әрекеттесуін әртүрлі металдар-деполяризаторлар және графит қатысында зерттеу.

Зерттеу әдістері. Алюминий мен судың катализатор қатысында химиялық әрекеттесуіне әртүрлі параметрлердің әсерін зерттеу, ерітінді рН-ын өлшеу, өнімдерді химиялық әдіспен талдау, алюминий электродының потенциалын өлшеу, потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру, бұл қисықтарды CS 120 Potentiostat (CorrTest Instruments, Қытай) электрохимиялық жұмыс стансасын, электродтар аралықтары бөлінген, термостатталған үшэлектродтық ұяшық (Metrohm (Herisau, Швейцария) модель 663 VA стенд) қолдана отырып, IdeaPad 5 ноутбугінде орнатылған (Словакия Lenovo үшін жасалған, Қытай) CS Studio5 бағдарламасы арқылы түсірдік, рентгенфазалық анализ (Дрон – 4-07) деген аспапта жасалды және элементтік анализ JSM 6610 LV (JEOL, Жапония) сканерлеуші электронды микроскопта орнатылған INCA Energy 450 энергия-дисперсиялық микроанализ жүйесінде энергия-дисперсиялық рентгендік флуоресценциялық спектроскопияны қолдану арқылы.

Зерттеу нысаны. сутек, алюминий, су, катализатор (сынап нитраты), металл-деполяризаторлар (палладий, никель, темір), графит, сілтілі-сулы ерітінділер, қышқыл ерітінділері (фосфор қышқылы, күкірт қышқылы), натрий хлориді.

Ғылыми зерттеулер пәні: сумен алюминийдің катализатор (сынап нитраты) қатысында әрекеттесу реакциясы, сонымен қатар алюминийді металл-деполяризаторлармен контактіге келтіру кезіндегі оның сумен әрекеттесуі.

Қорғауға ұсынылған негізгі қағидалар

1) «Алюминий – су» жүйесінде Hg^{2+} иондарының концентрациясын 0,5-тен 10,0 г/л-ге дейін арттырғанда, сутегінің бөліну жылдамдығы 100 еседен аса артады.

2) «Алюминий – су – сынап» жүйесіне деполяризатор-металл (Pd, Ni, Fe) немесе графит енгізілген жағдайда сутегі бөліну жылдамдығы 1,4–2,4 есе артады, бұл олардың бетінде сутегі бөліну реакциясының аса кернеуін төмендетуімен және судың катодтық тотықсыздануын жеделдетуімен түсіндіріледі.

3) «Алюминий – су – сынап» жүйесінде Hg^{2+} ионының тотықсыздануы нәтижесінде түзілген металл күйдегі сынап қайта-қайта алюминийді амальгамалайды, оксидтік қабатты қайта бұзады және оның сумен әрекеттесуінің жаңа циклін бастайды.

Ғылыми жаңалығы. Зерттеулердің ғылыми жаңалығы ретінде келесіні қарастырамыз:

– «Алюминий – су – Hg^{2+} » жүйесінде алюминий бетінде тікелей жүретін Hg^{2+} иондарының металл күйдегі сынапқа дейін тотықсыздануы реакциясының нәтижесінде алюминийді белсендіру механизмі іске асатыны және пассивті оксид қабықшасының бұзылуымен қатар жүретіні анықталды. Hg^{2+} концентрациясының жоғарылауы сутегінің бөліну жылдамдығының күрт артуына әкеледі, бұл оксид қабықшасының бұзылуының және алюминийді белсендіру процестерінің күшеюімен байланысты.

– Алюминийдің сумен Hg^{2+} қатысуында әрекеттесуі стационарлық емес (циклдік) режимде, беттік белсендіру мен пассивтіліктің кезектесіп отыратын кезеңдерінен туындайтыны және өзін-өзі қамтамасыз ететіні алғаш рет көрсетілді.

– «Алюминий – су – Hg^{2+} » жүйесіне металл-деполяризаторлардың (Pd, Ni, Fe) немесе графиттің енгізілуі, сутегінің бөліну асқын кернеуінің төмендеуіне және судың катодтық тотықсыздануының тездетілуіне байланысты, сутегінің бөліну жылдамдығының 1,4-2,4 есе артуына әкелетіні көрсетілген.

– Реакция барысында тікелей және циклдік режиммен қатар жүретін алюминийдің активтенуінің анықталған механизмі амальгама жабындарының алдын ала түзілуі арқылы активтенуге қол жеткізілетін белгілі стационарлық жүйелерден түбегейлі ерекшеленетіні анықталды.

Жұмыстың теориялық құндылығы

Жүргізілген зерттеулер нәтижелері сутектік энергетика саласындағы, оның арасында, судан сутек алу әдістерін жасаудағы, сутекті автономдық жағдайда катализатор қатысында және алюминийдің металл-деполяризаторлармен контактіге келтірілгенде алу мүмкіндігі жөніндегі білімді және ғылыми деректерді және ғылыми мәліметтерді кеңейте түседі.

Жұмыстың практикалық құндылығы

Сутек алудың жаңа әдісін жасау сутектік отынды автономды жағдайларда алудың мәселесін шешуді қамтамасыз етеді. Сутек экологиялық таза отын болып табылады, сутекті жаққан кезде түзілетін өнім су – табиғи ортаның құрамына тән зат. Сонымен қатар бұл кезде адам өміріне және адам

денсаулығына теріс әсерін тигізетін ластағыштар атмосфераға тасталынбайды. Сутекті жағу кезінде жалынның таралу жылдамдығы көмірсутектерді жаққандағы жалынның таралуынан 8 есе жоғары. Бұл жұмыстың нәтижелері сутектік энергетика саласына және сутекті автономды жағдайларда алу әдістерінің дамуына айтарлықтай қомақты үлес енгізеді. Оның үстіне, сутек, өте жеңіл химиялық элемент бола тұрып, отын ретінде және көптеген технологиялық процестерде тотықсыздандырғыш ретінде пайдаланылады, сол себептен, сутекке деген сұраныс жылдан-жылға артып келеді. Мұнай химиясында сутек мұнайды терең өңдеу үшін, ал химиялық технологияда аммиак және азот тыңайтқыштарын алуда, кара металлургияда тотықсыздандырғыш ретінде кеңінен пайдаланылады.

Тақырыптың ғылыми-жұмыстардың жоспарларымен байланысы. Бұл тақырып, негізінен, әлемде аса өзекті мәселе болып табылатын, сутекті жаңартылатын энергия көздерден алуға бағытталаған бағдарламалармен байланысты. Қазіргі кезде сутекті алудың автономды көздері де қарастырылуда. Қазақстан Президенті Касым-Жомарт Тоқаевтың 2021 жылдың 1 қыркүйегінде Парламент палаталарының біріккен кеңейтілген отырысында Қазақстан халқына жіберген «Халықтың бірлігі мен жүйелік реформалар – елдің өркендеуінің берік негізі» атты Жолдауында әлем өнеркәсіп пен экономиканы экологияландыру бағытында дамып келетінін және 2060 жылға дейін көміртектік бейтараптылыққа жету міндеті қойылғанын атап өткен. Президент «жасыл сутек» өндірудің болашағының зор екенін айта келе, жалпы сутектік энергетиканы дамытудың қажеттілігіне тоқтаған.

Диссертациялық жұмыс Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің жалпы және бейорганикалық химия кафедрасында Президент жолдауында және басқа да құжаттарда қойылған міндеттерге байланысты ізденістік ғылыми жұмыс ретінде орындалды.

Докторанттың жеке үлесі. Докторант өз алдына міндеттер қойып, лабораториядағы зерттеулерді орындады, әдеби деректер жинады және алынған нәтижелерді жинақтады.

Докторанттың әрбір жарияланымдағы жеке үлесі туралы мәліметтер. Бұл диссертациялық жұмысты орындау барысында жасалған ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері 12 ғылыми еңбектерде, атап айтқанда, Scopus және Web of Science базасына енгізілген сілтемелендіру индексі бар журналда (процентиль 39%, Q3) бір мақала, Ғылым және жоғары білім министрлігінің білім және ғылым саласын бақылау комитеті тарапынан бекітілген басылымдарда үш мақала, «Жаһандық ғылым және инновациялар, 2020, атты Халықаралық ғылыми-практикалық журналда бір мақала, Отандық және шетелдік халықаралық ғылыми конференцияларда алты мақала және тезистер жарияланды. Қазақстан Республикасының пайдалы моделіне бір патент алынды (ПМ № 6276 жариял. 30.07.2021:

1. Bayeshova A., Bayeshov A., Molaigan S. Obtaining hydrogen by aluminum interaction with water // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2019. – Vol. 54(3). – P. 639–642 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

2. Баешова А.К., Молайган С., Баешов А.Б. Сутекті судан алудың кейбір белгілі және жаңа әдістерінің салыстырмалы сипаттамасы // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Хабаршысы «Жаратылыстану-география ғылымдары» сериясы, 2018. – № 2 (56) . – 2018. – Б. 22-27 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

3. Bayeshova A.K., Molaigan S., Bayeshov A.B. Hydrogen energetics current state and hydrogen production methods // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2018. – №. 5. – С. 107–116 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

4. Баешов А., Баешова А. К., Молайган С., Турлыбекова М.Н., Леска Б. Роль деполяризаторов в процессах выделения водорода из воды на поверхности амальгамы алюминия // News of the of Sciences of the Republic of Kazakhstan JSC «D. V. Sokolsky institute of Fuel, catalysis and Electrochemistry», series Chemistry and Technology. – 2023. – № 1(454). – P.15-26 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

5. Баешова А. К., Молайган С., Баешов А. Исследование процесса выделения водорода из водных растворов при растворении алюминия в присутствии катионов // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции 12 мая 2018 г. Стерлитамак, РФ, АМИ. – 2018 г. – С.83-85 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

6. Баешова А.К., Баешов А., Молайган С. Сутекті алюминий мен суды әрекеттестіру арқылы алу әдісін түрлендіру // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука, образование и производство в условиях четвертой промышленной революции». – Караганды – 2018. – С.154-156 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

7. Молайган С., Баешова А.К. Алюминий мен судың әрекеттесуінің термодинамикалық мүмкіндіктерін қарастыру // Международный научно-практический журнал «Глобальная наука и инновации 2020: Центральная Азия», № 5(10). Август 2020, серия «Химические науки». – С.17-21 – эксперименттер жасау, оларды сипаттау, рәсімдеу.

8. Баешова А.К., Баешов А., Турлыбекова М.Н., Молайган С. Способ получения водорода // Патент Республики Казахстан № 6276 на полезную модель по заявке № 2021/0284.2. Оpubл. 30.07.2021 – патенттік ізденіс жасау, эксперименттер орындау, нәтижелерді өңдеу, рәсімдеу.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, 166 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 142 бетте мазмұндалған, 61 сурет, 18 кесте келтірілген.