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. Алғаш рет 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 ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

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 pH-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, Кытай) 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 – сынап» жүйесінде Al мен Hg^{2+} арасындағы электродтық потенциалдар айырмашылығы есебінен тотығу-тотықсыздану

үрдісі жүреді, нәтижесінде металл күйіндегі сынап және Al^{3+} иондары түзіледі. Осы кезде амальгама түзілетіндіктен, ол алюминийдің табиғи оксидтік қабатын бұзып, металды белсенді күйге ауыстырады және оның сумен әрекеттесуін, сутегінің бөлінуін қамтамасыз етеді. «Алюминий – су – сынап» жүйесіндегі Hg^{2+} концентрациясын 0,5-тен 2,5 г/л-ге арттырғанда сутегінің бөліну жылдамдығы 100 еседен аса өседі.

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 тотықсызданuын жеделдетуімен түсіндіріледі.

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

Ғылыми жаңалығы. Зертеулердің ғылыми жаңалығы ретінде келесіні қарастырамыз:

- Алғаш рет ерітіндіге сынап нитратын қосқан кезде, потенциалдар айырмасы болуына байланысты, алюминий мен сынап иондарының арасында тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді, бұл кезде алюминий иондары түзіледі де, сынап бос күйінде бөлініп шығатыны көрсетілген. Нәтижесінде алюминийдің беті электрохимиялық коррозияға ұшырайды да, теріс потенциалға ие амальгама түзіледі, демек, алюминий оксидтік қабаттан арылады да, белсенді металл ретінде сумен сутек бөле әрекеттеседі. Атап өтетін мәселе: әтеттегі жағдайда алюминий, өзінің беттік қабатында әрқашан тығыз оксидтік пленканың болуына байланысты, сумен әрекеттеспейді;
- Алюминий амальгамасының түзілуі және сутектің бөлінуі циклдік сипатқа ие, демек, катализатор шығынға ұшырамайды, бірақ ол сутек бөліну реакциясына және су мен алюминийдің электрохимиялық әрекеттесу реакциясына қатысады. Реакция, алюминий электродының сутек бөле, суда толық еріп кеткеніне дейін жүреді;
- Алғаш рет сутек бөліну жылдамдығы және көлемі катализатор (сынап иондарының), концентрациясына, алюминиймен контактіге келтірілген металл-деполяризаторлардың табиғатына тәуелді екені көрсетілді. Сутек бөлінудің аса кернеулігі алюминийге және оның амалгамасына қарағанда, төмен болып келетін металл-деполяризаторларды және графитті пайдаланғанда, сутек бөліну жылдамдығы 1,4–2,4 есе артатыны 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 өндеу үшін, ал химиялық технологияда аммиак және азот тыңайтқыштарын алуда, қара 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 Токаевтың 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 fnd 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. Опубл. 30.07.2021 – патенттік ізденіс жасау, эксперименттер орындау, нәтижелерді өңдеу, рәсімдеу.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, 163 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 139 бетте мазмұндалған, 61 сурет, 18 кесте келтірілген.