АҢДАТПА

Философия докторы (PhD)дәрежесін алуға арналған диссертация
8D07103 - «Жарылғыш заттар мен пиротехникалық құралдардың химиялық технологиясы»

КӨРКЕМБАЙ ЖӘНІБЕК
АММОНИЙ ПЕРХЛОРАТЫНЫҢ ЖАНУЫН Ti_3C_2 (MXENE) ҚОСЫП ҮДЕТУ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Диссертациялық жұмыста катализатор ретінде таңдалған Ti_3C_2 (MXene) материалын синтездеу және оның физика-химиялық қасиеттерін зерттеу қарастырылды. Синтезделген көпқабатты наножапырақшалар үлкен меншікті бет ауданы мен белсенді орталықтарға ие болып, оларды катализатор ретінде қолдануға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында Ti_3C_2(MXene)/аммоний перхлораты (АП) композиті дайындалып, оның термиялық ыдырауы ДТА және ТГ әдістерімен сипатталды. Алынған деректер негізінде Киссинджердің графиктік әдісі арқылы активтену энергиясы мен экспоненциалды коэффициент сияқты кинетикалық параметрлер есептелді. Сонымен қатар, аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран отынының жану процесіне Ti_3C_2 (MXene) катализаторының және қысымның әсері зерттеліп, катализатордың тиімділігі ғылыми тұрғыдан негізделді.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі титан карбидтерінің Ti_3C_2 (MXene) каталитикалық қасиеттерін ескере отырып, аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран отындары үшін катализатор ретінде пайдалану. Бұл аммоний перхлоратына негізделген қатты отынның жануын оңтайландырып, энергия бөлінуін арттырады. Қатты отындардың ғарыштық тасымалдаудағы маңызын ескерсек, оларды жетілдіру аса қажет. Катализаторлардың белсенділігін арттыру жану өнімдерінен туындайтын жағымсыз әсерлерді азайтады. Ерекше құрылымға ие екі өлшемді Ti_3C_2 (MXene) қасиеттері үлкен қызығушылық тудырып отыр. Максен өтпелі металл оксидтерін алмастыратын тиімді катализатор бола алады. АП өздігінен дефляцияға қабілетті, өйткені аммиак пен тұз қышқылы ыдырап, шамамен 1400 К температурадағы жалынды ұстап тұрады. Сонымен қатар, қысым астында төмен температурада ыдыраудың ерекше әрекеті мен жану сипаттамаларына ие. Осы қасиеттері аммоний перхлоратын ғарыштық қозғалтқыштарға арналған композитті қатты отынның негізгі құрамына айналдырды. Дегенмен, АП негізіндегі композитті қатты отынның жануын оңтайландыру әлі де зерттеуді қажет етеді. Қазіргі жоғары энергиялы

қозғалтқыштар "композиттік" болып табылады және тотықтырғыштан (65–70%), металл отыннан (10–20%), байланыстырғыштардан (8–15%) және жану жылдамдығы катализаторларынан (2–5%) тұрады. Тотықтырғыш ретінде көбіне аммоний перхлораты, ал металл отыны ретінде алюминий қолданылады. Ti3C2 катализаторын пайдалану қуатты, жылдам ұшатын зымыран қозғалтқыштарын жасауға серпін береді.

Жұмыстың мақсаты.

Титан карбиді (Ti_3C_2 (MXene)) катализаторының әсерін пайдалана отырып, аммоний перхлораты негізінде қатты зымыран отындарының жану процесін оңтайландыру, яғни жану жылдамдығын арттыру, жылу бөліну тиімділігін жоғарылату және реакция өнімдерінің түзілу сипатын бақылау арқылы отын жүйесінің энергетикалық және эксплуатациялық сипаттамаларын жақсарту.

Жұмыстың міндеттері.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

- Катализатор ретінде пайдаланылған титан карбидтерінің Ti_3C_2(MXene) элементтік құрамы мен құрылымдық ерекшеліктерін сипаттау.

- АП термиялық ыдырауына әсер ететін титан карбидінің Ti_3C_2(MXene) ең тиімді массалық үлесін анықтайтын құрамдарды әзірлеу, және олардың термиялық ыдырауының ДТА, ТГ талдауларын жасау.

- Анықталған титан карбидінің Ti_3C_2(MXene) массалық үлесі бойынша аммони перхлораты негізіндегі қатты зымыран отынының құрамын жасақтау.

- Жоғары қысымды құрылғыда композиттік қатты отынның жану үрдісін бақылау, тіркелген мәліметтер бойынша талдау жасау.

Зерттеу нысандары- Ti_3C_2(MXene) фторсутек қышқылына Ti_3AlC_2(MAX) ұнтағын қосу арқылы синтезделедген титан карбитінің Ti_3C_2(MXene) және Аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран отынынң композиттік құрамы.

Зерттеу пәні – Аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран қатты отынынң термиялық және кинетикалық параметірлері (физика-химиялық қасиеттері).

Зерттеу әдістері. Мақсатқа жету үшін қажетті мәселелерді шешуде келесі зерттеу әдістері қолданылды: термогравиметриялық талдау (ТГ), дифференсиялды термиялық талдау (ДТА), элементтік талдау (ЭДРС), рентгенофазалық талдау (РФА), оптикалық микроскоп, сканерлейтін электронды микроскопия (СЭМ).

Зерттеудің ғылыми жаңалығы.

- Синтезделген Ti_3C_2 (MXene) көпқабатты наножапырақшалы үлкен меншікті бет ауданы мен белсенді орталықтарға ие, бұл қасиеттері оны катализатор ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.
- Аммоний перхлоратының термиялық ыдырау процесінде, Ti_3C_2 (MXene) - нің 2% массалық үлесі ең жоғары каталитикалық белсенділік көрсететіні анықталды.
- Аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран отынының жануында Ti_3C_2 (MXene) жоғары температуралы аймақта Аммоний перхлоратының термиялық ыдырау өнімдерімен әрекеттесіп, каталитикалық белсенді TiO_2, TiC, TiN қосылыстарын түзеді.
- Ti_3C_2 (MXene) - нің термиялық ыдырау және жану кезеңдеріндегі каталитикалық белсенділігі нәтижесінде Аммоний перхлораты негізіндегі қатты зымыран отынының жану жылдамдығы артып, жоғары температуралық өсім тіркелді.

Диссертацияны қорғаудың негізгі қағидаттары:

1. Фторсутек қышқылының қатысында Ti_3AlC_2 (MAX) фазасының құрамындағы алюминийді химиялық өңдеу арқылы AlF_3 қосылысы түрінде бөліп шығаруға болады. Бұл процесс нәтижесінде титан карбидінің Ti_3C_2 (MXene) құрылымы қабатты түрде ашылып, көпқабатты наножапырақшалар түзіледі. Осындай наножапырақшалы морфология материалдың беткі ауданын айтарлықтай ұлғайтады және белсенді орталықтардың санын көбейтеді.
2. Титан карбидының Ti_3C_2(MXene) массалық үлесі 1%, 2%, 5% және 10% болатын Ti_3C_2(MXene)/аммоний перхлораты (АП) композитті үлгілері дайындалды. Дифференциалды термиялық талдау (ДТА) және термогравиметриялық талдау (ТГ) нәтижелері бойынша, термиялық ыдырауды оңтайландыратын Ti_3C_2(MXene)-нің тиімді массалық үлесі 2% екені анықталды. Ал жоғары үлестерде (5–10%) бөлшектердің агломерациясы, яғни олардың топтасып қалуы мен жылу тасымалының теңсіздігі салдарынан катализдік тиімділік төмендейді.
3. Таза аммоний перхлораты және 2% Ti_3C_2(MXene)/АП композитінің 5°C/мин, 10°C/мин, 20°C/мин және 30°C/мин қыздыру жылдамдықтарындағы дифференциалды термиялық талдау (ДТА) қисықтарының шың мәндерін пайдалана отырып, Киссинджер графиктік әдісімен активтену энергиясы есептелді. Нәтижесінде жоғары температуралы ыдырау сатысында (HTD) активтену энергиясы 75 кДж·моль$^{-1}$-ге төмендейтіні анықталды. Бұл катализдік тұрғыдан алғанда, Ti_3C_2(MXene) наножапырақшаларының кеңейтілген беткі қабаты реакцияға қатысатын молекулалардың адсорбциясын жеңілдетіп, электрондардың тасымалдануын жылдамдататынын көрсетеді.
4. 0%, 2%, 3% және 5% титан карбиды Ti_3C_2(MXene) қосылған аммоний перхлораты негізіндегі қатты отынды жоғары қысымды камерада жандырған кезде, 2% Ti_3C_2(MXene) қосылған қоспаның жану жылдамдығы мен тіркелген

температурасы басқа құрамдарға қарағанда жоғары болғаны байқалды. Бұл құбылысты Ti_3C_2(MXene)-нің жоғары температуралық аумақта экзотермиялық процеске қатысып, бастапқы құрылымын сақтай отырып каталитикалық белсенді TiO_2, TiC және TiN қосылыстарын түзуімен түсіндіруге болады.

Теориялық маңыздылығы.

Бұл зерттеу жұмысы АП негізіндегі композиттік қатты зымыран отынының термохимиялық және кинетикалық ерекшеліктерін Ti_3C_2 (MXene) катализаторымен модификациялау арқылы жану тиімділігін арттыруды қарастырады. Зерттеу нәтижелері қатты отынды жүйелердің жану механизмін тереңірек түсінуге, протон тасымалдау мен тотығу-тотықсыздану процестерін молекулалық деңгейде сипаттауға мүмкіндік береді. Бұл теориялық негіздер заманауи катализдік жүйелерді жобалау мен оңтайландыруға үлес қосады. Практикалық тұрғыдан алынған мәліметтер зымыран және энергетикалық құрылғыларда қолданылатын қатты отындардың тиімділігін арттыруға, жану жылдамдығы мен жылу шығымын басқаруды жетілдіруге жол ашады. Аталған нәтижелер зымыран отынын жобалау, өндіріс және қауіпсіз пайдалану кезінде маңызды техникалық шешімдер қабылдауға ықпал етеді.

Практикалық маңыздылығы.

АП негізіндегі қатты зымыран отындарына титан карбитінің Ti_3C_2 (MXene) катализаторын қосу АП термиялық ыдырауына оң әсер етіп, композитті қатты отынның жануын жылдамдатып, жоғары температура бөлінуін болдырды. Бұл жұмысты іске асыру ғарыштық тасымал саласындағы зымыран қозғалтқыштарының жылдамдығы мен тасымал қуат арттыруға ықпал етеді.

Автордың жеке үлесі.

Зерттеушінің жұмысы эксперименттер жүргізуге, ғылыми есептер мен модельдер құруға, алынған нәтижелерді талдап, қорытынды жасауға және ғылыми тұрғыда түсіндіруге, сондай-ақ зерттеу нәтижелерін негізге ала отырып мақалалар, ғылыми есептер жазуға тікелей қатысудан тұрады. Бұл қызметтер ғылыми-зерттеу жұмысының барлық кезеңдерінде белсенді атсалысуды және жоғары деңгейдегі кәсіби құзыреттілікті талап етеді.

Жарияланымдар

Диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша барлығы 6 ғылыми еңбек жарияланды, оның ішінде 2 мақала - Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми журналдарда, 2 мақала - Scopus және Web of Science халықаралық деректер базасына енген журналдарда, ал қалған 2 мақала - халықаралық және республикалық ғылыми конференция материалдарында жарық көрді.

ҚР Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым сапасын қамтамасыз ету комитеті (БжҒСҚК) ұсынған ғылыми басылымда

1. Коркембай Ж., Тоштай К., Алипбаев, А., Атаманов М., & Мальчик, Ф. (2023). Влияние добавок Ti_3C_2(MXene) на разложение перхлората аммония . *Горение и плазмохимия*, *21*(4), 257–263. https://doi.org/10.18321/cpc21(4)257-263
2. Ж. Коркембай*, А.Н. Алипбаев, З.А. Мансуров. Процесс сгорания в присутствии твердотопливного катализатора Ti_3C_2(MXene) на основеперхлората аммония. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ХАБАРШЫСЫ Vol. 149 No. 4 (2024) 67-78. DOI: https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-149-4-67-78

Scopus және Web of science базаларына кіретін нөльдік емес импакт–факторы бар басылымдар

1. Korkembay, Z., Auyelkhankyzy, M., Atamanov, M., Mansurov, Z., & Bykov, V. (2025). Mechanism of Catalytic Thermal Decomposition of Ammonium Perchlorate in the Presence of Ti3C2Tx. Eurasian Chemico-Technological Journal, 27(3), 173–179. https://doi.org/10.18321/ectj1664
2. Zh. Korkembay, K. Toshtay, M. Atamanov, F. Malchik, R. Amrousse, Y. Merkibayev, A. Z. Mansurov. Determination of the Catalytic Activity of the MXene in the Combustion of Amonium Perchlotrate //Journal of Engineering Physics and Thermophysics . Volume 97, pages 985–992, (2024). doi:10.1007/s10891-024-02968-1

Халықаралық және отандық конференциялардағы жарияланымдар.

1. Zh. Korkembay F. Malchik1 , Z. A. Mansurov , V. V. Bykov.(2024) The catalytic effect of Ti_3C_2(MXene) on the thermal decomposition of ammonium perchlorate. “Combustion and plasma chemistry. Physics and chemistry of carbon and nano energetic materials” dedicated to the 95th anniversary of the birth of Professor G.I. Ksandopulo and to the memory of Academician of the Russian Academy of Science Professor Z.R. Ismagilov, pages 182–184
2. Zh. Korkembay, M. Atamanov, S. Tursynbek, Z.A. Mansurov.(2025) Combustion process in the presence of Ti_3C_2(MXene) as a solid fuel catalyst based on ammonium perchlorate (AP). Proceedings of the IX International Student Scientific and Practical Conference on«CHEMICAL PHYSICS AND NANOMATERIALS»,dedicated to the memory of three-time Hero of Socialist Labor,Corresponding Member K.I. Shchelkin. pages 133–135

Алынған нәтижелердің дұрыстығы мен негізділігі

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерінің дұрыстығы заманауи физика-химиялық әдістер кешені арқылы алынған мәліметтердің ғылыми дәйектілігімен расталады. Зерттеулер "Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің" зертханаларында, РМК "Жану проблемалары институтының" ғылыми базасында және Германиядағы "Карлсруэ технологиялық институтының" зертханасында жүргізілді.