

8D05311 – «Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Алтынбекова Динара Тансықовнаның «Жоғары критикалық жағдайларда алынған лантанның ортониобаттарын, құймаларын (Ni, Cu, Co және Ag) және олардың негізіндегі композиттерді синтездеу және зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің

СЫН-ПІКІРІ

р/н №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	<p>1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);</p> <p>2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету);</p> <p>3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.</p>	<p>1.1. Сәйкес келеді</p> <p>Ұсынылып отырған диссертациялық жұмыс сутектік энергетика саласындағы заманауи ғылыми-техникалық міндеттерді шешуге бағытталған. Зерттеу метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және оны мембраналық әдіспен талғамды бөлуге арналған жаңа протонөткізгіш композиттік материалдарды синтездеу мен зерттеуді қамтиды.</p> <p>Сутегі қазіргі таңда төмен көміртекті энергетиканың негізгі элементтерінің бірі ретінде қарастырылып, декарбонизация стратегиялары аясында ерекше маңызы бар. Диссертациялық жұмыста ұсынылған материалдар мембраналық катализдік реакторларда таза сутегіні тікелей бөліп алу мүмкіндігін қамтамасыз етеді, бұл дәстүрлі технологиялармен салыстырғанда энергия шығындарын азайтып, процестің экологиялық қауіпсіздігін арттырады. Зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасы Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағыттарына толық сәйкес келеді, атап айтқанда:</p> <p>– «Энергия, озық материалдар және көлік» бағытына, себебі жұмыста сутектік энергетика үшін жаңа функционалды мембраналық материалдар әзірленген;</p> <p>– «Экология, қоршаған орта және табиғатты ұтымды пайдалану» бағытына, себебі зерттеу парниктік газдарды (CH₄ және CO₂) тиімді кәдеге жарату және олардың қоршаған ортаға әсерін төмендетуге бағытталған.</p>

			Сондықтан, диссертациялық жұмыс ғылыми-техникалық дамудың стратегиялық бағыттарына сәйкес келеді және еліміздің «жасыл» экономикаға көшу саясаты аясындағы басым міндеттерді шешуге үлес қосады.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, ал оның маңыздылығы ашылған.	<p>Диссертациялық жұмыс шеелит құрылымды лантан ортониобаттары мен металл құймалары (Ni, Cu, Co, Ag) негізіндегі композиттік материалдарды жоғары критикалық ортада синтездеуге, синтез әдістерінің олардың құрылымдық, морфологиялық, текстуралық және тасымалдау қасиеттеріне әсерін зерттеуге, сондай-ақ метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында мембраналық катализдік жүйелердің тиімділігін айқындауға арналған.</p> <p>Жұмыста композиттердің фазалық құрамы, микроқұрылымы, протондық және электрондық өткізгіштігі, торлық оттегінің қозғалғыштығы заманауи кешенді физика-химиялық талдау әдістері (РФТ, БЭТ, АЖ ТЭМ/EDX, Н₂-ТБТ, изотоптық алмасу әдістері және т.б.) арқылы жүйелі түрде зерттелген.</p> <p>Диссертацияда материалдардың құрылымдық ерекшеліктері мен олардың тасымалдау қасиеттері арасындағы заңдылықтар анықталып, протонөткізгіш композиттік мембраналардың жұмыс тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар айқындалған. Сонымен қатар, мембраналық катализдік реактор жағдайында сутегіні бір мезгілде өндіру және талғамды бөлу процесінің ғылыми негіздемесі ұсынылған.</p> <p>Алынған нәтижелер аралас иондық-электрондық өткізгіштікке ие материалдардың физика-химиялық табиғатын терең түсінуге мүмкіндік береді және іргелі материалтану, мембраналық технологиялар және сутектік энергетика салаларының дамуына маңызды үлес қосады.</p>
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Докторант диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттерін дербес айқындап, ғылыми-техникалық әдебиеттерге жүйелі шолу және талдау жүргізген. Зерттеу жұмыстарын жоспарлау, эксперименттік әдістемелерді әзірлеу, материалдарды синтездеу және олардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу автордың тікелей қатысуымен орындалған.

			Алынған эксперименттік нәтижелерге кешенді талдау жасалып, қорытындылар тұжырымдалған. Ғылыми мақалалар мен баяндамалар дайындау, нәтижелерді жариялау және конференцияларда ұсыну жұмыстарында автордың негізгі рөлі анық көрінеді. Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері докторанттың жеке ғылыми ізденісінің нәтижесі болып табылады.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Жұмыстың өзектілігі толық негізделген. Диссертациялық зерттеу метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және оны мембраналық әдіспен талғамды бөлуге арналған протонөткізгіш композиттік материалдарды әзірлеуге бағытталған. Қазіргі таңда, сутектік энергетика төмен көміртекті технологиялардың стратегиялық бағыты болып табылады, ал парниктік газдарды (CH ₄ және CO ₂) тиімді кәдеге жарату экологиялық тұрғыдан маңызды міндеттердің бірі саналады. Шеелит құрылымды лантан ортониобаттары негізіндегі композиттер химиялық тұрақтылығы, құрылымдық реттелгіштігі және аралас иондық-электрондық өткізгіштік қасиеттеріне байланысты мембраналық технологияларда перспективті материалдар қатарына жатады. Осыған байланысты зерттеу жұмысы заманауи материалтану және сутектік энергетика саласындағы өзекті ғылыми мәселелерді шешуге бағытталған.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) айқындайды;	Диссертацияның мазмұны зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді. Әдеби шолу бөлімінде қарастырылған теориялық негіздер, эксперименттік бөлімде сипатталған әдістер мен зерттеу нысандары, сондай-ақ нәтижелер мен талдау бөлімінде келтірілген деректер диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттерін жүйелі түрде ашуға бағытталған. Қорытынды бөлімінде ұсынылған тұжырымдар зерттеу тақырыбынан туындайтын ғылыми нәтижелерді нақты айқындайды және жұмыстың ішкі логикалық бірлігін қамтамасыз етеді.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Диссертацияның мақсаты мен міндеттері зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді және жоғары критикалық жағдайларда синтезделген лантан ортониобаттары мен металл құймалары негізіндегі композиттік

		1) сәйкес келеді;	материалдарды әзірлеуге, олардың құрылымдық және тасымалдау қасиеттерін зерттеуге, сондай-ақ метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және мембраналық әдіспен талғамды бөлу процестерінде қолдану мүмкіндігін айқындауға бағытталған.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан;	Диссертацияның барлық бөлімдері өзара логикалық түрде толық байланысқан. Зерттеу мақсаты мен міндеттері әдеби шолуда негізделіп, эксперименттік бөлімде жүзеге асырылған және нәтижелер мен қорытындыда дәйекті түрде тұжырымдалған. Жұмыстың құрылымы ғылыми бірізділік пен ішкі тұтастық принципіне сәйкес құрылған.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) сыни талдау бар;	Автор диссертациялық жұмыста ұсынылған ғылыми шешімдерді халықаралық және отандық зерттеулермен салыстыра отырып кешенді бағалаған. Ұсынылған синтез тәсілдерінің, шеелит құрылымды композиттік материалдардың құрылымдық және тасымалдау қасиеттерінің артықшылықтары ғылыми тұрғыдан дәлелденіп, белгілі ғылыми нәтижелермен салыстырмалы талдау жүргізілген. Диссертация нәтижелері жоғары рейтингті халықаралық рецензияланатын журналдарда жарияланған, атап айтқанда: – <i>Journal of Composite Science</i> (Web of Science индексі, Scopus – 54 percentile, 2022); – <i>Chimica Techno Acta</i> (Scopus Q3, ~30 percentile, 2025). Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда жарияланып, халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндалған.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) толығымен жаңа;	Диссертациялық жұмыстың ғылыми нәтижелері мен қағидаттары толығымен жаңа болып табылады Алғаш рет жоғары критикалық изопропанол ортасында шеелит құрылымды лантан ортониобаттары ($\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4$) және Ni, Cu, Co және Ag құймалары негізінде металл-оксидтік нанокөміркізгіштер сольвотермалды әдіспен синтезделген. Синтездеу параметрлерінің материалдардың фазалық құрамы, микроқұрылымы және тасымалдау қасиеттеріне әсері кешенді физика-химиялық әдістер арқылы жүйелі

		<p>түрде зерттелген. Алғаш рет алынған композиттердің протондық өткізгіштігі мен торлық оттегінің қозғалғыштығы арасындағы өзара байланыс анықталып, оттегі диффузия коэффициенттері есептелген. $\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана әзірленіп, метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні бір мезгілде өндіру және талғамды бөлу тиімділігі алғаш рет мембраналық катализдік реакторда эксперименттік түрде дәлелденген.</p>
	<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) толығымен жаңа;</p>	<p>Диссертациялық жұмыс қорытындылары жүйелі жүргізілген эксперименттік зерттеулер және заманауи физика-химиялық талдау әдістерінің нәтижелері негізінде жасалған. Жұмыста жоғары критикалық жағдайда синтезделген лантан ортониобаттары мен металл-құймалы композиттердің құрылымдық және тасымалдау қасиеттері кешенді түрде зерттеліп, олардың мембраналық катализдік реактор жағдайында сутегіні өндіру және талғамды бөлу тиімділігі ғылыми тұрғыдан негізделген. Қорытындылардың жаңалығы халықаралық және отандық рецензияланатын ғылыми журналдарда жарияланған мақалалармен және халықаралық ғылыми конференциялардың баяндама материалдарымен расталған.</p>
	<p>5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) толығымен жаңа;</p>	<p>Зерттеу нәтижелерінде ұсынылған технологиялық шешімдер жаңа болып табылады және жарияланған ғылыми мақалалар мен халықаралық конференция материалдарында тұжырымдалған қорытындылармен негізделген. Жоғары критикалық изопропанол ортасында синтезделген $\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі композиттік материалдан әзірленген асимметриялық протонөткізгіш мембрана метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында 700 °C температурада 110 сағат бойы тұрақты жұмыс істеп, сутегінің шамамен 45% шығымын және мембрана арқылы 1,4 мл $\text{H}_2/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$ деңгейіндегі сутек ағынын қамтамасыз ететіні эксперименттік түрде дәлелденген.</p>

			Алынған нәтижелер ұсынылған материалдардың мембраналық катализдік реакторларда қолдануға технологиялық тұрғыдан тиімді екенін көрсетеді.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген.	Зерттеу нәтижелері кешенді эксперименттік деректермен дәлелденген. Қорытындыларды негіздеу үшін заманауи физика-химиялық зерттеу әдістері қолданылған, атап айтқанда: рентгендік фазалық талдау (РФТ), энергодисперсті спектроскопия (EDX), ажыратымдылығы жоғары трансмиссиялық электрондық микроскопия (АЖ ТЭМ), меншікті беттік ауданын анықтау (БЭТ), сутегімен температуралық-бағдарламаланған тотықсыздандыру (H ₂ -ТБТ), изотоптық алмасу әдісі арқылы оттегінің қозғалғыштығын анықтау және протондық өткізгіштікті төрттік электродты әдіспен зерттеу. Алынған нәтижелер бір-бірін толықтырып, материалдардың құрылымдық, морфологиялық және тасымалдау қасиеттерін жан-жақты сипаттауға мүмкіндік береді, бұл диссертация қорытындыларының ғылыми тұрғыдан негізді екенін көрсетеді.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	<i>Қағидат-1.</i> Изопронол спиртінiң қатысында жоғары критикалық параметрлерде (Т = 400 °С, р = 120 атм) үздіксіз ағынды типтегі реакторда жүргізілген сольвотермалды синтездеу әдісі күрделі оксидтерді (LaNbO ₄ , La _{0,99} Ca _{0,01} NbO ₄ , La _{0,99} Ca _{0,01} Nb _{1-x} Ti _x O _{4-σ}), металл құймаларды (NiCu, NiCo), сондай-ақ олардың негізіндегі La _{0,99} Ca _{0,01} NbO ₄ :NiCoO _x , La _{0,99} Ca _{0,01} NbO ₄ :NiCuO _x композиттерді алуға мүмкіндік береді.	<i>Қағидат-1</i> 7.1 Қағидат дәлелденген. Жоғары критикалық изопропанол ортасында (Т = 400 °С, р = 120 атм) үздіксіз ағынды реакторда жүргізілген сольвотермалды синтез процесінің негізгі технологиялық параметрлері кешенді түрде зерттелген. Атап айтқанда: температура мен қысым режимі, реакция уақыты, прекурсорлардың концентрациясы, металл компоненттерінің (Ni, Cu, Co) молярлық қатынасы, допирлеуші элементтердің (Ca, Ti) мөлшері және еріткіштің көлемдік үлесі жүйелі түрде өзгертіліп, олардың алынатын материалдардың фазалық құрамы мен микроқұрылымына әсері бағаланған. Синтездің оңтайлы параметрлері рентгендік фазалық талдау (РФТ), ажыратымдылығы жоғары трансмиссиялық электрондық микроскопия (АЖ ТЭМ), меншікті беттік ауданын анықтау (БЭТ), энергодисперсті спектроскопия (EDX), сондай-ақ протондық өткізгіштік пен оттегі диффузия коэффициенттері мәндері негізінде анықталған.

	<p>7.1 Ереже дәлелденді ме? <u>1) дәлелденді;</u></p> <p>7.2 Тривиалды ма? <u>1) жоқ;</u></p> <p>7.3 Жаңа ма? <u>1) ия;</u></p> <p>7.4 Қолдану деңгейі: <u>3) кең;</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе? <u>1) ия;</u></p>	<p>Эксперименттік нәтижелер жоғары критикалық сольвотермалды әдістің күрделі оксидтер мен металл-құймалы композиттердің құрылымын мақсатты түрде басқаруға, олардың дисперстілігін арттыруға және тасымалдау қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік беретінін ғылыми тұрғыдан дәлелдейді.</p> <p><u>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</u></p> <p>Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер жоғары критикалық ортада жүргізілген сольвотермалды синтездің күрделі оксидтер мен құймалдың және олардың негізіндегі композиттердің құрылымын мақсатты түрде басқаруға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Жоғары критикалық изопропаноллы реакциялық орта ретінде қолдану тек еріткіш қызметін ғана атқармай, сонымен қатар тотықсыздандырушы және құрылым қалыптастырушы агент ретінде әрекет етеді. Бұл жағдайда металл бөлшектерінің дисперстілігі артып, оксидтік матрицамен фазааралық өзара әрекеттесу күшейеді, нәтижесінде протондық және оттегі-иондық тасымалдау қасиеттері жақсаралы.</p> <p>Осылайша, ұсынылған синтез тәсілі дәстүрлі қаттыфазалық немесе классикалық золь-гель әдістерінен сапалық тұрғыдан ерекшеленеді және құрылым – қасиет – функция байланысын терең ғылыми деңгейде айқындауға мүмкіндік береді.</p> <p><u>7.3 Қағидат жаңа.</u></p> <p>Қағидат жаңа болып табылады, себебі жоғары критикалық параметрлерде үздіксіз ағынды реакторда жүргізілген сольвотермалды синтез кезінде гидродинамикалық режимнің (ағын тұрақтылығы мен араласу қарқындылығының) материал құрылымы мен функционалдық қасиеттеріне әсері алғаш рет жүйелі түрде зерттелген.</p> <p>Реактордың үздіксіз ағынды режимінде жүргізілген синтез нәтижесінде алынған композиттердің фазалық біртектілігі, металл бөлшектерінің дисперстілігі және оксидтік матрицамен фазааралық өзара әрекеттесуі айқын жақсарғаны анықталған. Бұл өз кезегінде протондық өткізгіштік пен оттегі диффузия коэффициенттерінің артуына және мембраналық</p>
--	---	--

катализдік реактор жағдайында сутегі шығымының жоғарылауына алып келген.

7.4 Қолдану деңгейі кен.

Әзірленген шеепит құрылымды лантан ортониобаттары мен металл-құймалы композиттер сутектік энергетика саласында қолдануға перспективті болып табылады. Алынған протонөткізгіш материалдар мембраналық катализдік реакторларда сутегіні өндіру және талғамды бөлу процестерінде пайдаланылуы мүмкін.

Композиттер аралас иондық-электрондық өткізгіш жүйелер ретінде катты оксидті отын элементтерінде және гетерогенді катализдік процестерде қолдануға жарамды. Материалдардың жоғары термотұрақтылығы мен құрылымдық тұрақтылығы олардың жоғары температуралық жағдайларда тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

7.5 1. **Altynbekova D.T., Bespalko Yu., Valeev K., Ereemeev N., Sadovskaya E., Krieger T., Ulihin A., Uhina A., Massalimova B., Simonov M., Sadykov V.** Simple approach to the fabrication of lanthanum orthoniobates and nanocomposites with Ni, Cu, and Co metal nanoparticles using supercritical isopropanol // *Journal of Composite Science*. – 2022. – Vol. 6. – Art. 243. – DOI: <https://doi.org/10.3390/jcs6090243>.

2. **Altynbekova D.T., Massalimova B.K., Bespalko Yu.N., Valeev K.R., Krieger T.A., Sadykov V.A.** Synthesis of nanocrystalline complex oxides in supercritical alcohols // *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Chemistry and Technology*. – 2020. – Vol. 4. – P. 6–13.

3. **Алтынбекова Д.Т., Масалимова Б.К., Беспалко Ю.Н., Садыков В.А.** Обзор электролитов на основе ортониобата лантана. Структура и протонная проводимость // *Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология*. – № 4. – С. 18–34.

4. **Алтынбекова Д.Т., Масалимова Б.К., Беспалко Ю.Н., Валеев К.Р., Садыков В.А.** Жоғары критикалық сұйықтықтарды қолдану арқылы металл нанобөлшектері мен олардың құймаларын синтездеу // *Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы. Серия: Химия*. – № 3. – Б. 13–20.

	<p><u>Қағидат-2.</u> $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ композиті жоғары өткізгіштік қасиеттерге ($\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$) және оттегінің диффузиялық сипаттамаларына ($D \approx (5-6)\cdot 10^{-20} \text{ см}^2/\text{с}$, $E_a \approx 260 \text{ кДж/моль}$) ие болып, асимметриялық протонөткізгіш мембраналарда зерттеуге тиімді материал болып табылады.</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 7.2 Тривиалды ма? 1) жоқ; 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 7.4 Қолдану деңгейі: 3) кең 7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) ия;</p>	<p><u>Қағидат-2.</u> 7.1. <u>Қағидат дәлелденген.</u> $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ композиті жоғары протондық өткізгіштік қасиеттерге ($\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$) және торлық оттегінің диффузиялық сипаттамаларына ($D \approx (5-6)\cdot 10^{-20} \text{ см}^2/\text{с}$, $E_a \approx 260 \text{ кДж/моль}$) ие екені эксперименттік түрде анықталған.</p> <p>Материалдардың фазалық құрамы рентгендік фазалық талдау (РФТ) әдісімен расталған, ал морфологиясы мен бөлшек өлшемдері ажыратымдылығы жоғары трансмиссиялық электрондық микроскопия (АЖ ТЭМ) арқылы зерттелген. Энергодисперсті спектроскопия (EDX) нәтижелері композиттің элементтік құрамының жобаланған стехиометрияға сәйкес келетінін көрсетті.</p> <p>Изотоптық алмасу әдісі арқылы оттегінің қозғалғыштығы анықталып, протондық өткізгіштік төрттік электродты әдіспен өлшенген. Алынған нәтижелер композиттің құрылымдық ерекшеліктері мен тасымалдау қасиеттері арасында өзара байланыс бар екенін дәлелдейді. Осылайша, $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ композиті асимметриялық протонөткізгіш мембраналарда зерттеуге және қолдануға ғылыми негізделген перспективті материал болып табылатыны дәлелденген.</p> <p><u>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</u></p> <p>Қағидат тривиальды емес, себебі жоғары критикалық изопропанол ортасында синтезделген $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ композитінде оксидтік матрица мен металл фазасының өзара әрекеттесуінің тасымалдау қасиеттеріне әсері алғаш рет жүйелі түрде зерттелген.</p> <p>Композит құрылымында протонөткізгіш оксидтік матрица ($\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4$) және электрондық өткізгіш металл фазасы (NiCoO_x) біріктірілген. Олардың фазааралық шекарасында заряд тасымалдау процестері күшейіп, материалдың жалпы өткізгіштік сипаттамалары жақсаратыны эксперименттік түрде дәлелденген.</p> <p>Алынған нәтижелер композиттің жоғары протондық өткізгіштік мәндерін ($\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$) және оттегі диффузиясының тиімді жүруін</p>
--	---	--

қамтамасыз ететін құрылымдық факторларды айқындауға мүмкіндік берді.

7.3 Қағидат жаңа.

$\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ композиті жоғары критикалық изопропанол ортасында синтезделіп, оның құрылымдық және тасымалдау сипаттамалары кешенді түрде зерттелген. Рентгендік фазалық талдау нәтижелері шеелит құрылымды оксидтік матрицаның сақталуын және металл фазасының дисперсті күйде қалыптасуын растаған.

Энергодисперсті спектроскопия және электрондық микроскопия мәліметтері композиттің элементтік құрамы мен фазааралық өзара әрекеттесуінің бар екенін көрсетті. Материалдың жоғары протондық өткізгіштігі ($\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$) және оттегі диффузия коэффициенттері ($D \approx (5-6)\cdot 10^{-20} \text{ см}^2/\text{с}$) оның құрылымдық ерекшеліктерімен тікелей байланысты екені анықталған.

Металл фазасының енгізілуі заряд тасымалдау процестерін күшейтіп, аралас иондық-электрондық өткізгіштік сипат қалыптастыратыны эксперименттік түрде дәлелденген.

Осылайша, жоғары критикалық сольвотермалды синтез нәтижесінде алынған композиттің құрылым-тасымалдау қасиеттері арасындағы байланыс алғаш рет ғылыми тұрғыдан негізделіп, қағидаттың жаңалығы дәлелденген.

7.4 Қолдану деңгейі кең.

Алынған нәтижелер жасыл сутегі өндіру технологияларында, қатты оксидті отын элементтерінде және мембраналық катализдік жүйелерде пайдалануға перспективті болып табылады.

7.5 1. Altynbekova D.T., Bespalko Yu., Valeev K., Ereemeev N., Sadovskaya E., Krieger T., Ulihin A., Uhina A., Massalimova B., Simonov M., Sadykov V. Simple approach to the fabrication of lanthanum orthoniobates and nanocomposites with Ni, Cu, and Co metal nanoparticles using supercritical isopropanol // *Journal of Composite Science*. – 2022. – Vol. 6. – Art. 243. – DOI: <https://doi.org/10.3390/jcs6090243>.

2. **Алтынбекова Д.Т.,** Масалимова Б.К., Бегенова Б.Е., Дарменбаева А., Аканова М.Д. Күрделі оксид (LaNbO_4) пен құйма (NiCoO_x) негізіндегі

	<p><u>Қағидат-3.</u> $\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана $5\%\text{Ni}+1\%\text{Ru}/\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2$ катализаторымен бірге метанның көмірқышқылдық айналымында 700°C температурада 110 сағат бойы сыналып, сутектің шығымы $\sim 45\%$, сутекті бөлу үлесі $\sim 35\%$, және мембрана арқылы сутектің ағыны $1,4$ мл $\text{H}_2/(\text{cm}^2 \cdot \text{мин})$ деңгейінде болатынын, ал мембрананың жұмыс тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт сақталатынын көрсетеді.</p> <p>7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді;</p> <p>7.2 Тривиалды ма? 1) жоқ;</p> <p>7.3 Жаңа ма? 1) ия;</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі: 3) кең</p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) ия;</p>	<p>нанокомпозитті синтездеу және протонөткізгіштігін зерттеу // ҚР ҰҒА баяндамалары. – 2025. – Т. 2, № 354. – Б. 152–163. – DOI: https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.350</p> <p><u>Қағидат-3.</u> 7.1. Қағидат дәлелденген. $\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана $5\%\text{Ni}+1\%\text{Ru}/\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2$ катализаторымен біріктіріліп, метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында (700°C) мембраналық катализдік реакторда ұзақ мерзімді сынақтан өткізілген. Эксперимент нәтижелері 110 сағат бойы тұрақты жұмыс режимінде сутектің шығымы шамамен 45%, сутекті бөлу үлесі шамамен 35% болатынын көрсетті. Мембрана арқылы сутек ағыны $1,4$ мл $\text{H}_2/(\text{cm}^2 \cdot \text{мин})$ деңгейінде тіркелген, ал жұмыс тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт сақталған.</p> <p>Рентгендік фазалық талдау мембрана материалының фазалық тұрақтылығын растады, ал микроструктуралық зерттеулер металл фазасының оксидтік матрицамен тұрақты фазааралық байланыста екенін көрсетті.</p> <p>Алынған нәтижелер композиттік мембрананың жоғары температуралы жағдайларда сутегіні бір мезгілде өндіру және талғамды бөлуге қабілетті екенін эксперименттік түрде дәлелдейді.</p> <p>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</p> <p>Қағидат тривиальды емес, себебі метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында мембрана-катализатор жүйесінде жүретін аралық сатылар мен фазааралық процестер алғаш рет кешенді түрде зерттелген. Жоғары температурада $\text{Ni-Ru}/\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2$ катализаторының белсенді фазалары динамикалық түрде қайта құрылып, каталитикалық активті орталықтардың тұрақтануына ықпал ететіні анықталған.</p> <p>Катализатор мен протонөткізгіш мембрана арасындағы өзара әрекеттесу сутегінің талғамды бөлінуін күшейтіп, жүйенің жалпы тиімділігін арттыратыны эксперименттік түрде дәлелденген.</p>
--	--	--

			<p>Осылайша, ұсынылған мембраналық катализдік тәсіл дәстүрлі стационарлы реакторлармен салыстырғанда жаңа ғылыми шешім болып табылады.</p> <p><u>7.3 Қағидат жаңа.</u></p> <p>$\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрананы 5%Ni+1%Ru/Pr_{0,3}Ce_{0,35}Zr_{0,35}O₂ катализаторымен біріктіріп, метанның көмірқышқылдық айналымы процесінде қолдану алғаш рет жүзеге асырылған.</p> <p>700 °С температурада 110 сағаттық сынақ нәтижесінде сутегінің шығымы ~45%, сутекті бөлу үлесі ~35% және мембрана арқылы сутек ағыны 1,4 мл H₂/(см²·мин) деңгейінде болғаны анықталған. Мембрананың жұмыс тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт сақталған.</p> <p>Алынған нәтижелер мембраналық катализдік жүйеде сутегіні бір мезгілде өндіру және талғамды бөлу мүмкіндігін ғылыми тұрғыдан дәлелдейді.</p> <p><u>7.4 Қолдану деңгейі кең.</u></p> <p>$\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі композиттік материалдар жоғары температуралы мембраналық катализдік процестерде қолдануға жарамды. Өзірленген асимметриялық протонөткізгіш мембраналар метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні бір мезгілде өндіру және талғамды бөлуге мүмкіндік береді.</p> <p>Материалдар жасыл сутегі өндірісі мен мембраналық реактор технологияларында пайдалануға перспективті.</p> <p><u>7.5 Eremeev N., Altynbekova D.T., Valeev K., Kriger T., Ishchenko A., Suprun E., Sadykov V., Bespalko Yu. Hydrogen production by dry reforming of methane in a catalytic reactor with La niobate-based hydrogen separation membrane // <i>Chimica Techno Acta.</i> – 2025. – Vol. 12, No. 3. – Art. 12311. – DOI: 10.15826/chimtech.2025.12.3.11.</u></p>
8.	Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: <u>1) ия;</u>	Диссертациялық жұмыста ғылыми зерттеулерді жүргізу әдістемелері «2 Тәжірибелік бөлімде» толық сипатталған. Жоғары критикалық изопропанол ортасында жүргізілген синтез шарттары, алынған күрделі оксидтер мен композиттердің сипаттамалары, сондай-ақ мембраналық сынақтардың параметрлері нақты көрсетілген.

		Қолданылған физика-химиялық зерттеу әдістері мен құрал-жабдықтар ғылыми тұрғыдан негізделіп берілген, бұл алынған нәтижелердің сенімділігі мен дәйектілігін қамтамасыз етеді.
	8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: <u>1) ия:</u>	Жұмыстың нәтижелері заманауи физика-химиялық зерттеу әдістерін және деректерді компьютерлік өңдеу бағдарламаларын қолдану арқылы алынған. Атап айтқанда, рентгендік фазалық талдау (РФТ), энергодисперсті спектроскопия (EDX), ажыратымдылығы жоғары трансмиссиялық электрондық микроскопия (АЖ ТЭМ), БЭТ әдісі, сутегімен температуралық-бағдарламаланған тотықсыздандыру (Н ₂ -ТБТ) және изотоптық алмасу әдістері пайдаланылған. Алынған эксперименттік деректер арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы өңделіп, құрылымдық, морфологиялық және тасымалдау сипаттамалары интерпретацияланған. Бұл зерттеу нәтижелерінің ғылыми негізділігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді.
	8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді): <u>1) ия:</u>	Диссертациялық жұмыс қорытындылары мен анықталған заңдылықтар мақалаларда берілген эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған. Диссертациялық жұмыстың барлық дәлелдемелері шетелдік және отандық ғылыми журналдарда шығарылған мақалаларда және халықаралық конференциялар баяндамаларында келтірілген.
	8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған.</u>	Диссертациялық жұмыстағы маңызды мәлімдемелер отандық және шетелдік авторлардың нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
	8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті.</u>	Диссертациялық жұмыста отандық және шетелдік ғылыми жарияланымдарға кеңінен сілтеме жасалған. Әдеби шолу бөлімінде протонөткізгіш күрделі оксидтер, металл-құймалы композиттер және мембраналық катализ саласындағы заманауи зерттеулер қамтылған.

			Диссертацияда барлығы 210 әдеби дереккөз пайдаланылған, бұл зерттеу тақырыбының ғылыми деңгейін ашуға және оның өзектілігін негіздеуге жеткілікті деп есептеймін.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы: <u>1) бар;</u>	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы күрделі оксидтер мен металл-құймалы композиттердің құрылым-тасымалдау қасиеттері арасындағы өзара байланыстарды айқындаумен негізделеді. Жоғары критикалық ортада синтезделген шеелит құрылымды материалдардың протондық өткізгіштігі мен оттегі диффузиялық сипаттамаларына әсер ететін факторлар жүйелі түрде анықталған. Алынған нәтижелер протонөткізгіш мембраналық материалдар химиясын дамытуға және мембраналық катализдік процестердің ғылыми негізін тереңдетуге үлес қосады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: <u>1) ия;</u>	Диссертациялық жұмыстың практикалық маңызы әзірленген протонөткізгіш композиттік материалдарды мембраналық катализдік реакторларда сутегіні өндіру және селективті бөлу процестерінде қолдану мүмкіндігімен негізделеді. $\text{La}_{0.99}\text{Ca}_{0.01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x$ негізіндегі асимметриялық мембрананың жоғары температуралы жағдайда тұрақты жұмыс істеуі және сутегінің тиімді бөлінуі тәжірибелік түрде дәлелденген. Алынған нәтижелер жасыл сутегі өндірісі, мембраналық технологиялар және төмен көміртекті энергетика салаларында практикалық енгізу әлеуетіне ие.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? <u>1) толығымен жаңа;</u>	Тәжірибеге арналған ұсыныстар <u>жаңа</u> , олардың нәтижелері келесі ғылыми басылымдарда жарық көрген: Scopus деректер базасында индекстелетін рецензияланатын ғылыми басылымдарда 2 мақала, Қазақстан Республикасы Ғылым және білім министрлігінің ғылым және білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала, халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар жинақтарында 5 баяндама тезистері жарияланған.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: <u>1) жоғары;</u>	Диссертацияны академиялық жазу сапасы жоғары.

11.	Диссертацияға ескертулер		<p>1. Мембраналық-катализдік жүйені әзірлеуде $BaCeO_3$ және $BaZrO_3$ сияқты дәстүрлі перовскиттік материалдардың орнына $LaNbO_4$ негізіндегі қосылысты таңдаудың ғылыми негіздемесін қалай түсіндіресіз.</p> <p>2. Зерттеуде қарастырылған Ni–Ru катализаторында рутенийдің промоторлық әсері никельдің активті орталықтарының табиғатына, каталитикалық белсенділігіне және термотұрақтылығына әсерін қалай түсіндіруге болады.</p>
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)		Алтынбекова Динара Тансыковна «Жоғары критикалық жағдайларда алынған лантанның ортониобаттарын, құймаларын (Ni, Cu, Co және Ag) және олардың негізіндегі композиттерді синтездеу және зерттеу» атты зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми мақалаларының ғылыми деңгейі жоғары деп есептеймін.
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)		Алтынбекова Динара Тансыковнаның «Жоғары критикалық жағдайларда алынған лантанның ортониобаттарын, құймаларын (Ni, Cu, Co және Ag) және олардың негізіндегі композиттерді синтездеу және зерттеу» тақырыбындағы диссертациясы философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылатын диссертацияның талаптарына толығымен сай келеді және оның авторы Алтынбекова Динара Тансыковна 8D05311 – «Химия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылады.

Ресми рецензент:

Химия ғылымдарының докторы, профессор
«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті» КЕАҚ, «Физикалық химия, катализ
және мұнайхимия» кафедрасының меңгерушісі
Мекеме мөрi «26» 02

2026 жыл



Аубакиров Е.А

ПОДПИСЬ ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЕ
26.02.2026