

**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-ШІКІРІ

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>Ұсынылған диссертациялық жұмыс сутектік энергетика саласындағы өзекті ғылыми-техникалық міндеттерді шешуге бағытталған. Зерттеу метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және оны мембраналық әдіспен селективті бөлуге арналған жаңа протонөткізгіш композиттік материалдарды әзірлеуді қамтиды. Сутегі төмен көміртекті энергетиканың негізгі элементі ретінде декарбонизация үдерісінде маңызды рөл атқарады. Диссертацияда ұсынылған мембраналық материалдар таза сутегіні тікелей бөліп алуға мүмкіндік беріп, процестің энергия тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін арттырады.</p> <p>Жұмыс «Энергия, озық материалдар және көлік» және «Экология, қоршаған орта және табиғатты ұтымды пайдалану» ғылым дамуының басым бағыттарына толық сәйкес келеді және зерттеу нәтижелері еліміздің «жасыл» экономикаға көшу стратегиясымен үйлеседі.</p>
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, ал оның маңыздылығы ашылған.	Диссертациялық жұмыс жоғары критикалық ортада шеелит құрылымды лантан ортониобаттары мен құймалары (Ni, Cu, Co және Ag) негізіндегі композиттерді алу және олардың функционалдық қасиеттерін зерттеуге арналған. Синтез әдістерінің материалдардың фазалық құрамына, микроқұрылымына және тасымалдау сипаттамаларына әсері кешенді

			<p>физика-химиялық әдістер арқылы талданған.</p> <p>Метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында мембраналық катализдік жүйенің тиімділігі тәжірибелік түрде дәлелденіп, протонөткізгіш материалдардың жұмыс қабілетіне әсер ететін негізгі факторлар анықталған.</p> <p>Алынған нәтижелер аралас иондық-электрондық өткізгіш материалдар химиясын дамытуға және сутектік мембраналық технологияларды жетілдіруге бағытталған.</p>
3.	Өзі жазу принципі	<p>Өзі жазу деңгейі:</p> <p>1) жоғары;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) төмен;</p> <p>4) өзі жазбаған.</p>	<p>Докторант диссертациялық зерттеудің мақсаты мен міндеттерін дербес айқындап, ғылыми әдебиеттерге жүйелі талдау жүргізген.</p> <p>Эксперименттік жұмыстарды жоспарлау, синтез әдістемелерін әзірлеу және алынған материалдардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу тікелей автордың қатысуымен жүзеге асырылған.</p> <p>Нәтижелерге жан-жақты талдау жасалып, ғылыми қорытындылар негізделген. Жарияланымдарды дайындау, нәтижелерді ғылыми басылымдарда жариялау және конференцияларда баяндау барысында докторанттың жетекші рөлі айқын көрінеді.</p> <p>Диссертацияның негізгі ғылыми тұжырымдары автордың жеке зерттеу жұмысының нәтижесі болып табылады.</p>
4.	Ішкі бірлік принципі	<p>4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:</p> <p>1) негізделген;</p> <p>2) жартылай негізделген;</p> <p>3) негізделмеген.</p>	<p>Жұмыстың өзектілігі толық негізделген. Диссертация метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және оны мембраналық тәсілмен селективті бөлуге арналған протонөткізгіш композиттік материалдарды әзірлеуге бағытталған.</p> <p>Сутектік энергетика төмен көміртекті технологиялардың стратегиялық бағыты болып саналады, ал <math>\text{CH}_4</math> және <math>\text{CO}_2</math> газдарын тиімді кәдеге жарату экологиялық тұрғыдан маңызды міндеттердің бірі. Шеелит құрылымды лантан ортониобаттары негізіндегі композиттер өздерінің химиялық тұрақтылығы мен аралас өткізгіштік қасиеттеріне байланысты мембраналық технологиялар үшін перспективті материалдар болып табылады.</p> <p>Осы тұрғыдан алғанда, зерттеу заманауи материалтану мен сутектік энергетика саласындағы өзекті ғылыми мәселелерді шешуге</p>

		бағытталған.
	4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) айқындайды;	Диссертацияның мазмұны зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді. Әдеби шолу, тәжірибелік бөлім және алынған нәтижелерді талдау диссертацияның мақсаты мен міндеттерін дәйекті түрде ашуға бағытталған. Қорытындыда келтірілген тұжырымдар зерттеу нәтижелерін нақтылап, жұмыстың ішкі логикалық тұтастығын қамтамасыз етеді.
	4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді;	Диссертацияның мақсаты мен қойылған міндеттері зерттеу тақырыбымен толық үйлеседі. Жұмыс жоғары критикалық ортада синтезделген лантан ортониобаттары мен металл негізіндегі композиттердің құрылымдық және тасымалдау сипаттамаларын анықтауға, сондай-ақ оларды метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында сутегіні өндіру және мембраналық тәсілмен селективті бөлу үдерістерінде қолдану мүмкіндіктерін бағалауға бағытталған.
	4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан;	Диссертацияның бөлімдері өзара жүйелі түрде байланысқан және біртұтас ғылыми логикаға құрылған. Зерттеу мақсаты мен міндеттері әдеби талдау негізінде айқындалып, тәжірибелік бөлімде іске асырылып, алынған нәтижелер қорытындыда дәйекті түрде тұжырымдалған. Жұмыстың құрылымы ғылыми бірізділік пен ішкі үйлесімділік қағидаттарына сәйкес келеді.
	4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) сыни талдау бар;	Автор диссертациялық зерттеуде алынған ғылыми нәтижелерді отандық және шетелдік еңбектермен салыстыра отырып, жан-жақты талдау жүргізген. Ұсынылған синтез әдістерінің және шеелит құрылымды композиттердің құрылымдық әрі тасымалдау сипаттамаларының артықшылықтары ғылыми негізде дәлелденіп, белгілі деректермен салыстырмалы бағаланған. Зерттеу нәтижелері халықаралық рецензияланатын басылымдарда, соның ішінде <i>Journal of Composite Science</i> (Web of Science, Scopus – 54 percentile, 2022) және <i>Chimica Techno Acta</i> (Scopus Q3, шамамен 30 percentile, 2025) журналдарында жарияланған. Сонымен қатар, диссертация материалдары Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету

			комитеті ұсынған журналдарда жарық көріп, халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда баяндалған.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) толығымен жаңа;	<p>Диссертациялық жұмыстың жаңалығы мен қағидаттары жаңа болып табылады. Алынған нәтижелер және қолданылған әдістер жарияланымдар негізінде дәлелденген:</p> <p>1) <b>Altynbekova D.T.</b>, 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 // <i>Journal of Composite Science</i>. – 2022. – Vol. 6. – Art. 243. – DOI: <a href="https://doi.org/10.3390/jcs6090243">https://doi.org/10.3390/jcs6090243</a>.</p> <p>2) Ereemeev N., <b>Altynbekova D.T.</b>, Valeev K., Krieger 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.</p> <p>3) <b>Altynbekova D.T.</b>, Massalimova B.K., Bespalko Yu.N., Valeev K.R., Krieger T.A., Sadykov V.A. Synthesis of nanocrystalline complex oxides in supercritical alcohols // <i>News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Chemistry and Technology</i>. – 2020. – Vol. 4. – P. 6–13.</p> <p>4) <b>Алтынбекова Д.Т.</b>, Масалимова Б.К., Беспалко Ю.Н., Садыков В.А. Обзор электролитов на основе ортониобата лантана. Структура и протонная проводимость // <i>Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология</i>. – № 4. – С. 18–34.</p> <p>5) <b>Алтынбекова Д.Т.</b>, Масалимова Б.К., Беспалко Ю.Н., Валеев К.Р., Садыков В.А. Жоғары критикалық сұйықтықтарды қолдану арқылы метал нанобөлшектері мен олардың құймаларын синтездеу // <i>Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы. Серия: Химия</i>. – № 3. – Б. 13–20.</p> <p>6) <b>Алтынбекова Д.Т.</b>, Масалимова Б.К., Бегенова Б.Е., Дарменбаева А., Аканова М.Д. Күрделі оксид (LaNbO<sub>4</sub>) пен құйма (NiCoO<sub>x</sub>) негізіндегі</p>

			<p>нанокомпозитті синтездеу және протонөткізгіштігін зерттеу // ҚР ҰҒА баяндамалары. – 2025. – Т. 2, № 354. – Б. 152–163. – DOI: <a href="https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.350">https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.350</a>.</p>
		<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) толығымен жаңа;</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың қорытындылары жүйелі ұйымдастырылған эксперименттік зерттеулер мен заманауи физика-химиялық талдау әдістерінің нәтижелеріне негізделген. Жоғары критикалық ортада синтезделген лантан ортониобаттары негізіндегі композиттердің құрылымдық ерекшеліктері мен тасымалдау сипаттамалары кешенді түрде зерттеліп, олардың мембраналық катализдік реактор жағдайында сутегіні өндіру және селективті бөлу тиімділігі ғылыми тұрғыдан дәлелденген.</p> <p>Қорытындылардың жаңалығы халықаралық және отандық рецензияланатын ғылыми басылымдарда жарияланған мақалалармен, сондай-ақ халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалған материалдармен расталған.</p>
		<p>5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) толығымен жаңа;</p>	<p>Диссертацияда ұсынылған технологиялық шешімдер ғылыми тұрғыдан негізделген және жарияланған мақалалар мен конференция материалдарында апробациядан өткен.</p> <p>Жоғары критикалық изопропанол ортасында синтезделген <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында 700 °С температурада ұзақ мерзімді (110 сағат) тұрақты жұмыс көрсетіп, сутегінің ~45% шығымын және 1,4 мл <math>\text{H}_2/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})</math> деңгейіндегі сутек ағынын қамтамасыз ететіні тәжірибелік түрде дәлелденген.</p> <p>Алынған нәтижелер ұсынылған композиттік материалдардың мембраналық катализдік реакторларда қолдануға технологиялық тұрғыдан тиімді екенін көрсетеді.</p>
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген.	<p>Зерттеу нәтижелері кешенді эксперименттік деректермен расталған. Қорытындыларды негіздеу үшін РФТ, EDX, ажыратымдылығы жоғары ТЭМ, БЭТ, <math>\text{H}_2</math>-ТБТ, изотоптық алмасу және төрттік электродты әдіс сияқты заманауи физика-химиялық талдау тәсілдері қолданылған.</p> <p>Алынған деректер материалдардың құрылымдық және тасымалдау</p>

			сипаттамаларын жан-жақты айқындауға мүмкіндік беріп, диссертация қорытындыларының ғылыми негізділігін дәлелдейді.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	<p><i>Қағидат-1.</i>  1. - Изопронол спиртінің қатысында жоғары критикалық параметрлерде (<math>T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>p = 120\text{ атм}</math>) үздіксіз ағынды типтегі реакторда жүргізілген сольвотермалды синтездеу әдісі күрделі оксидтерді (<math>\text{LaNbO}_4</math>, <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4</math>, <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{Nb}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_{4-\sigma}</math>), металл құймаларды (<math>\text{NiCu}</math>, <math>\text{NiCo}</math>), сондай-ақ олардың негізіндегі <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math>, <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCuO}_x</math> композиттерді алуға мүмкіндік береді.</p> <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><i>Қағидат-1</i>  7.1 Қағидат дәлелденген.  Жоғары критикалық изопропанол ортасында (<math>400\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>120\text{ атм}</math>) үздіксіз ағынды реакторда жүзеге асырылған сольвотермалды синтездің негізгі технологиялық параметрлері жүйелі түрде зерттелген. Температура, қысым, реакция уақыты, прекурсорлар құрамы және металл компоненттерінің қатынасы өзгертіліп, олардың алынған материалдардың фазалық құрамы мен микроқұрылымына әсері бағаланған.  Синтездің оңтайлы шарттары РФТ, АЖ ТЭМ, БЭТ, EDX талдаулары, сондай-ақ протондық өткізгіштік пен оттегі диффузия көрсеткіштері негізінде анықталған.  Алынған нәтижелер жоғары критикалық сольвотермалды әдістің күрделі оксидтер мен композиттердің құрылымын басқаруға және олардың тасымалдау қасиеттерін тиімді реттеуге мүмкіндік беретінін дәлелдейді.  <u>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</u>  Қағидат ғылыми жаңалығы мен өзектілігіне байланысты тривиальды емес. Жоғары критикалық изопропанол ортасында жүргізілген сольвотермалды синтез күрделі оксидтер мен металл компоненттері бар композиттердің фазалық құрамын, кристалл құрылымын және бөлшек дисперстілігін басқаруға мүмкіндік беретіні анықталған.  Изопропанол реакциялық ортада еріткіш қана емес, тотықсыздандырушы әрі құрылым қалыптастырушы агент ретінде әрекет етеді. Нәтижесінде металл бөлшектерінің таралуы біркелкі болып, оксидтік матрицамен фазааралық өзара әрекеттесу күшейеді, бұл протондық және оттегі-иондық өткізгіштіктің артуына алып келеді.  Синтез әдісі материалдың кристалл құрылымы мен микроқұрылымдық параметрлерінің оның тасымалдау және функционалдық қасиеттеріне тікелей тәуелді екенін көрсетеді және дәстүрлі қаттыфазалық немесе</p>

		<p><u>Қағидат-2.</u>  <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> композиті жоғары өткізгіштік қасиеттерге (<math>\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}</math>) және оттегінің диффузиялық сипаттамаларына (<math>D \approx (5-6)\cdot 10^{-20} \text{ см}^2/\text{с}</math>, <math>E_a \approx 260 \text{ кДж/моль}</math>) ие болып, асимметриялық протонөткізгіш мембраналарда</p>	<p>золь-гель әдістерінен сапалық тұрғыдан ерекшеленеді.</p> <p><u>7.3 Қағидат жаңа.</u>          Қағидат жаңа болып табылады, себебі жоғары критикалық параметрлерде үздіксіз ағынды реакторда жүзеге асырылған сольвотермалды синтез барысында гидродинамикалық режимнің материал құрылымы мен функционалдық сипаттамаларына әсері алғаш рет жүйелі түрде зерттелген.</p> <p>Үздіксіз ағын жағдайында алынған композиттердің фазалық біртектілігі мен металл бөлшектерінің дисперстілігі жоғарылап, оксидтік матрицамен фазааралық өзара әрекеттесу күшейген. Бұл протондық өткізгіштік пен оттегі диффузия көрсеткіштерінің артуына және мембраналық катализдік жүйеде сутегі шығымының жоғарылауына ықпал еткен.</p> <p><u>7.4 Қолдану деңгейі кең.</u>          Әзірленген шеелит құрылымды лантан ортониобаттары негізіндегі композиттер сутектік энергетикада қолдануға перспективті материалдар болып табылады. Протонөткізгіш жүйелер мембраналық катализдік реакторларда сутегіні өндіру және селективті бөлу процестерінде тиімді пайдаланылуы мүмкін.</p> <p>Композиттер аралас иондық-электрондық өткізгіш материалдар ретінде қатты оксидті отын элементтерінде және жоғары температуралы гетерогенді катализ процестерінде қолдануға жарамды. Материалдардың термо- және құрылымдық тұрақтылығы олардың жоғары температура жағдайында сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.</p> <p><u>7.5 Мақалада дәлелденген.</u></p> <p><u>Қағидат-2.</u>  <u>7.1. Қағидат дәлелденген.</u>  <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> композиті жоғары протондық өткізгіштікке (<math>\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}</math>) және торлық оттегінің қанағаттанарлық диффузиялық параметрлеріне (<math>D \approx (5-6)\cdot 10^{-20} \text{ см}^2/\text{с}</math>, <math>E_a \approx 260 \text{ кДж/моль}</math>) ие екені тәжірибелік түрде анықталған.</p>
--	--	---	---

	<p>зерттеуге тиімді материал болып табылады.</p> <p>7.1 Қағидат 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>Материалдың фазалық құрамы РФТ әдісімен нақтыланып, микроқұрылымы мен бөлшек морфологиясы ажыратымдылығы жоғары ТЭМ арқылы сипатталған. EDX талдауы композиттің элементтік құрамының берілген стехиометрияға сәйкес келетінін растаған. Оттегінің қозғалғыштығы изотоптық алмасу әдісімен, ал протондық өткізгіштік төрттік электродты тәсілмен анықталған.</p> <p>Жүргізілген зерттеулер материалдың құрылымдық параметрлері мен оның иондық тасымалдау сипаттамалары арасында тікелей байланыс бар екенін көрсетеді. Алынған нәтижелер <math>La_{0,99}Ca_{0,01}NbO_4:NiCoO_x</math> композитінің асимметриялық протонөткізгіш мембраналар үшін ғылыми негізделген перспективті материал екенін дәлелдейді.</p> <p><u>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</u></p> <p>Қағидат ғылыми жаңалығымен және зерттеудің өзектілігімен сипатталады. Жоғары критикалық изопропанол ортасында алынған <math>La_{0,99}Ca_{0,01}NbO_4:NiCoO_x</math> композитінде оксидтік матрица мен металл фазасының фазааралық өзара әрекеттесуінің иондық тасымалдау қасиеттеріне ықпалы алғаш рет кешенді түрде қарастырылған.</p> <p>Материалда протонөткізгіш шеелит құрылымды оксид пен электрондық өткізгіш металл компонентінің бірігуі нәтижесінде фазааралық аймақта заряд тасымалдау үдерістерінің белсенділенуі байқалған. Бұл композиттің жалпы электрөткізгіштік көрсеткіштерінің артуына алып келетіні тәжірибелік деректермен расталған.</p> <p>Жүргізілген зерттеулер жоғары протондық өткізгіштік мәндерін (<math>\sigma \approx 10^4 - 10^5 \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}</math>) және оттегі диффузиясының тиімді жүзеге асуын қамтамасыз ететін құрылымдық алғышарттарды айқындауға мүмкіндік береді.</p> <p><u>7.3 Қағидат жаңа.</u></p> <p><math>La_{0,99}Ca_{0,01}NbO_4:NiCoO_x</math> композиті жоғары критикалық изопропанол ортасында синтезделіп, оның құрылымдық және тасымалдау параметрлері кешенді түрде зерттелген. РФТ нәтижелері шеелит құрылымды оксидтік матрицаның тұрақтылығын және металл компонентінің дисперсті күйде қалыптасуын растаған.</p>
--	---	---

	<p><u>Қағидат-3.</u>  <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана <math>5\%\text{Ni}+1\%\text{Ru}/\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2</math> катализаторымен бірге метанның көмірқышқылдық айналымында <math>700^\circ\text{C}</math> температурада 110 сағат бойы сыналып, сутектің шығымы <math>\sim 45\%</math>, сутекті бөлу үлесі <math>\sim 35\%</math>, және мембрана арқылы сутектің ағыны <math>1,4 \text{ мл H}_2/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})</math> деңгейінде болатынын, ал мембрананың жұмыс тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт сақталатынын көрсетеді.</p>	<p>Электрондық микроскопия мен EDX талдауы композиттің жобаланған құрамын және фазалар арасындағы өзара әрекеттесуді айқындаған. Материалдың жоғары протондық өткізгіштік мәндері (<math>\sigma \approx 10^{-4}-10^{-5} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}</math>) мен оттегі диффузия коэффициенттері оның микроқұрылымдық ерекшеліктерімен байланысты екені анықталған. Металл фазасының енгізілуі аралас иондық-электрондық өткізгіштік механизмін қалыптастырып, заряд тасымалдау процестерін белсендіретіні тәжірибелік деректермен дәлелденген. Жүргізілген зерттеулер композиттің құрылымдық параметрлері мен тасымалдау қасиеттері арасындағы өзара тәуелділікті ғылыми тұрғыдан негіздейді, бұл қағидаттың жаңалығын айқындайды.</p> <p><u>7.4 Қолдану деңгейі кең.</u>  Алынған нәтижелер жасыл сутегі өндіру технологияларында, қатты оксидті отын элементтерінде, сондай-ақ мембраналық катализдік реактор жүйелерінде қолдануға ғылыми және технологиялық тұрғыдан перспективті болып табылады.</p> <p><u>7.5 Мақалада дәлелденген.</u></p> <p><u>Қағидат-3.</u>  7.1. Қағидат дәлелденген.  <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана <math>5\%\text{Ni}+1\%\text{Ru}/\text{Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2</math> катализаторымен біріктіріліп, <math>700^\circ\text{C}</math> температурада метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында мембраналық катализдік реакторда сыналған. 110 сағаттық үздіксіз жұмыс барысында сутек шығымы <math>\sim 45\%</math>, сутекті селективті бөлу үлесі <math>\sim 35\%</math> деңгейінде сақталып, мембрана арқылы <math>1,4 \text{ мл H}_2/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})</math> сутек ағыны тіркелген. Жүйенің тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт бойы қамтамасыз етілген. Рентгендік талдау мембрананың фазалық тұрақтылығын растаған, ал микроқұрылымдық зерттеулер композиттің фазааралық беріктігін көрсеткен. Нәтижелер мембрананың жоғары температура жағдайында сутегіні өндіру және бір мезгілде селективті бөлу қабілетін тәжірибелік түрде дәлелдейді.</p>
--	--	---

	<p>7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді;</p> <p>7.2 Тривиалды ма? 1) <u>жоқ</u>;</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><u>7.2 Қағидат тривиальды емес, себебі алынған ғылыми нәтижелер өзекті және ғылыми жаңалығы бар.</u> Қағидат ғылыми жаңалығы мен өзектілігіне байланысты тривиальды емес. Метанның көмірқышқылдық айналымы жағдайында мембрана-катализатор жүйесінде жүретін аралық сатылар мен фазааралық үдерістер алғаш рет кешенді түрде талданған. Жоғары температурада <math>\text{Ni-Ru/Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2</math> катализаторының белсенді фазаларының динамикалық қайта құрылуы және каталитикалық орталықтардың тұрақтануы анықталған. Катализатор мен протонөткізгіш мембрана арасындағы өзара ықпалдасу сутегінің талғамды бөлінуін күшейтіп, жүйенің жалпы өнімділігін арттыратыны тәжірибелік деректермен расталған. Ұсынылған мембраналық-катализдік тәсіл дәстүрлі стационарлық реакторлармен салыстырғанда сапалық тұрғыдан жаңа ғылыми шешім болып табылады.</p> <p><u>7.3 Қағидат жаңа.</u> <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> негізіндегі асимметриялық протонөткізгіш мембрана мен <math>55\%\text{Ni}+1\%\text{Ru/Pr}_{0,3}\text{Ce}_{0,35}\text{Zr}_{0,35}\text{O}_2</math> катализаторын біріктіре отырып, метанның көмірқышқылдық айналымы үдерісінде қолдану алғаш рет іске асырылған. 700 °С температурада жүргізілген 110 сағаттық сынақ барысында жүйе тұрақты жұмыс режимін сақтап, сутек шығымы шамамен 45%, талғамды бөлу үлесі шамамен 35% және 1,4 мл <math>\text{H}_2/(\text{cm}^2 \cdot \text{мин})</math> деңгейіндегі сутек ағынын қамтамасыз еткен. Мембрананың функционалдық тұрақтылығы 100 сағаттан астам уақыт бойы сақталған. Алынған нәтижелер мембраналық-катализдік конфигурацияда сутегіні бір мезгілде өндіру және тиімді бөлу мүмкіндігін тәжірибелік түрде негіздейді.</p> <p><u>7.4 Қолдану деңгейі кең.</u> <math>\text{La}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{NbO}_4:\text{NiCoO}_x</math> негізіндегі композиттер жоғары температуралы мембраналық-катализдік жүйелерде қолдануға технологиялық тұрғыдан жарамды материалдар қатарына жатады. Асимметриялық протонөткізгіш мембраналар метанның көмірқышқылдық айналымы</p>
--	---	--

			<p>жағдайында сутегіні өндіру және оны реакциялық ортадан бір мезгілде селективті бөліп алуға мүмкіндік береді.</p> <p>Ұсынылған материалдар мембраналық реакторлар негізіндегі жасыл сутегі өндіру технологияларын дамыту үшін перспективті бағыт болып табылады.</p> <p><u>7.5 Мақалада дәлелденген.</u></p>
8.	Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: <u>1) ия;</u>	<p>Диссертацияның «Тәжірибелік бөлімінде» зерттеу әдістемелері толық әрі нақты баяндалған. Жоғары критикалық изопропанол ортасындағы синтез шарттары, алынған материалдардың сипаттамалары және мембраналық сынақ параметрлері жүйелі түрде көрсетілген.</p> <p>Қолданылған физика-химиялық талдау әдістері мен жабдықтар ғылыми тұрғыдан негізделген, бұл нәтижелердің сенімділігі мен дәйектілігін қамтамасыз етеді.</p>
		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>	<p>Зерттеу нәтижелері заманауи аспаптық талдау әдістерін және деректерді сандық өңдеу құралдарын қолдану арқылы алынған. Жұмыста РФТ, EDX, ажыратымдылығы жоғары ТЭМ, БЭТ, Н<sub>2</sub>-ТБТ және изотоптық алмасу әдістері пайдаланылып, материалдардың құрылымдық және тасымалдау параметрлері кешенді түрде бағаланған.</p> <p>Эксперименттік деректер арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде өңделіп, алынған нәтижелердің интерпретациясы ғылыми тұрғыдан негізделген. Бұл диссертация қорытындыларының сенімділігі мен дәлдігін қамтамасыз етеді.</p>
		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>	<p>Диссертацияда тұжырымдалған қорытындылар мен анықталған заңдылықтар жүйелі эксперименттік зерттеулер нәтижелерімен негізделген және ғылыми жарияланымдарда апробациядан өткен.</p> <p>Жұмыстың негізгі нәтижелері шетелдік және отандық рецензияланатын басылымдарда жарияланып, халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалған, бұл олардың ғылыми тұрғыдан расталғанын көрсетеді.</p>

		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.	Диссертациялық жұмыста келтірілген негізгі тұжырымдар отандық және шетелдік авторлардың беделді ғылыми еңбектеріне жасалған дәйекті сілтемелермен негізделген.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті.	Диссертациялық жұмыста отандық және шетелдік ғылыми жарияланымдарға кеңінен сілтеме жасалған. Әдеби шолу бөлімінде протонөткізгіш күрделі оксидтер, металл-композиттік жүйелер және мембраналық катализ саласындағы заманауи зерттеулер қамтылған. Диссертацияда барлығы 210 әдеби дереккөз пайдаланылған, оның ішінде 112 дереккөз әдеби шолу бөлімінде талданған, бұл зерттеу тақырыбының ғылыми деңгейін ашуға және өзектілігін негіздеуге жеткілікті деп есептеледі.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы: <u>1) бар;</u>	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңызы жоғары критикалық ортада алынған күрделі оксидтер мен композиттердің құрылымдық параметрлері мен олардың иондық тасымалдау сипаттамалары арасындағы заңдылықтарды анықтаумен сипатталады. Шеелит құрылымды материалдардың протондық өткізгіштігі мен торлық оттегінің қозғалғыштығына әсер ететін факторлар ғылыми тұрғыдан негізделген. Зерттеу нәтижелері протонөткізгіш мембраналық материалдар теориясын дамытуға және мембраналық-катализдік жүйелердің жұмыс механизмдерін терең түсіндіруге 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 композиттерді мембраналық-катализдік реакторларда сутегіні өндіру және селективті бөлу процестерінде қолдану мүмкіндігімен айқындалады. $La_{0,99}Ca_{0,01}NbO_4:NiCoO_x$ негізіндегі асимметриялық мембрананың жоғары температурада тұрақты жұмыс істеуі және сутегіні тиімді бөлу қабілеті тәжірибелік түрде расталған. Алынған нәтижелер жасыл сутегі өндірісі мен мембраналық технологияларды дамытуда практикалық қолдану әлеуетіне ие.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Тәжірибелік зерттеу нәтижелері ғылыми жаңалығымен ерекшеленеді және тиісті жарияланымдарда апробациядан өткен. Атап айтқанда,

		<u>1) толығымен жаңа;</u>	Scopus деректер базасында индекстелетін рецензияланатын басылымдарда 2 мақала, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда 4 мақала, сондай-ақ халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар материалдарында 5 баяндама тезистері жарияланған.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: <u>1) жоғары;</u>	Диссертацияны академиялық жазу сапасы жоғары.
11.	Диссертацияға ескертулер		Диссертация аннотациясы мен мазмұнының рәсімделуі жалпы талаптарға сәйкес орындалған. Елеулі ескертулер анықталған жоқ. 1) Жоғары критикалық синтез кезінде металл фазасының енгізілуі протондық өткізгіштікке қалай әсер етеді? 2) Мембраналық-катализдік жүйеде сутегінің талғамды бөлінуін қамтамасыз ететін негізгі факторлар қандай?
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 Тансыковнаның «Жоғары критикалық жағдайларда алынған лантанның ортониобаттарын, құймаларын (Ni, Cu, Co және Ag) және олардың негізіндегі композиттерді синтездеу және зерттеу» тақырыбы бойынша жарияланған ғылыми мақалалары жоғары ғылыми деңгейде орындалған 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 кандидаты,  
қауымдастырылған профессор  
Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті» КЕ АҚ,  
«Мұнай газ ісі» кафедрасының  
қауымдастырылған профессоры



Орынбасар Р.О.

Мекеме мөрі

« \_\_\_\_\_ »

2026 жыл