

**«8D05301 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған
Смайыл Мәди Бексжанұлының «Газ фазасында ұшқыш ароматты көмірсутектердің фотокаталитикалық тотығуы»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**

РЕСМИ РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ШҚІРІ

Р/н №	Өлшемшарттар	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің АР09057924 «Ұшқыш органикалық қосылыстарды жоюға арналған ауаны фотокаталитикалық тазарту технологиясын дамыту» гранттық жобасы аясында орындалған. Зерттеу тақырыбы экологиялық қауіпсіздік, атмосфералық және үй-жай ауасын органикалық ластағыштардан тазарту, сондай-ақ энергия үнемдейтін фотокаталитикалық технологияларды дамыту бағытымен тікелей байланысты. Жұмыста БТЭК тобы қосылыстарының төмен концентрацияларда TiO ₂ қатысында тотығуы және осы үдерістің адам денсаулығына ықтимал тәуекелі қарастырылғандықтан, тақырып ғылым дамуының «Экология, қоршаған орта және табиғатты ұтымды пайдалану» басым бағытына сәйкес келеді.
	1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);	
	2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету);	
	3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	
2.	Ғылым үшін маныздылығы Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маныздылығы ашылған/ашылмаған.	Диссертация ғылым үшін манызды, себебі автор фотокаталитикалық тотығуды тек бастапқы ластағыштардың азая отырысынан емес, аралық өнімдер мен жиынтық қауіптілік индексі тұрғысынан да бағалаған. Көптеген жұмыстарда монокоспалар мен жоғары концентрациялар зерттелсе, бұл жұмыста БТЭК қоспасының шамамен 1 ppm деңгейіндегі төмен концентрацияларда, ауа рециркуляциясы жағдайында

			өзгеруі қарастырылған. Ксилол, этилбензол, толуол және бензолдың кинетикалық айырмашылықтарын көрсету, сондай-ақ толуол мен оның оттекті аралық өнімдерінен бензол түзілу мүмкіндігін дәлелдеу газфазалық фотокатализ теориясын нақтылауға үлес қосады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертацияда автордың өзіндік үлесі айқын көрінеді: тәжірибелік бөлімде модельді бөлме жүйесін пайдалану, БТЭК қоспасын сынау, реакция өнімдерін экстракциялау және ГХ-МС арқылы анықтау, формальдегидті РФВНА дериватизациясымен талдау, сондай-ақ кинетикалық және тәуекелдік есептеулер бірізді берілген. Жарияланған мақалаларда докторанттың үлесі эксперимент жүргізу, әдіснама, формальды талдау және деректерді дайындау ретінде көрсетілген. Мәтіннің құрылымы мен нәтижелерді талдау сипаты жұмыстың жоғары деңгейде өз бетінше орындалғанын көрсетеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	Өзектілік толық негізделген. Автор ҰОК, соның ішінде бензол, толуол, этилбензол және ксилолдың қала және үй-жай ауасында кездесетінін, олардың уытты және канцерогендік әсерлері бар екенін нақты әдеби деректермен көрсетеді. Фотокаталитикалық тазарту перспективті әдіс болғанымен, толық минералданбау салдарынан формальдегид, ацетальдегид, бензол сияқты қауіпті аралық өнімдер түзілуі мүмкін. Осы себепті жұмыстың өзектілігі тек ластағыптарды жою тиімділігін анықтаумен шектелмей, фотокаталитикалық жүйенің қауіпсіздігін кешенді бағалау қажеттілігімен дәлелденген.
	4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) айқындайды;		Диссертация мазмұны тақырыпты толық айқындайды. Бірінші тарауда ауаны органикалық қосылыстардан тазалау әдістері, фотокатализ негіздері және БТЭК

	2) ішінара айқындайды; 3) айқындамайды.	тотығу механизмдері талданған; екінші тарауда модельді камера, фотокаталитикалық жүйе, аналитикалық әдістер және тәуекелді есептеу жолдары сипатталған; үшінші тарауда TiO_2 негізіндегі жүйенің сипаттамасы, БТЭК қоспасының кинетикасы, жеке қосылыстардың тотығу ерекшеліктері, формальдегидті анықтау және түзілген өнімдердің ауа сапасына әсері талқыланған. Осы құрылым диссертация атауындағы негізгі ғылыми мәселені толық қамтиды.
	4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) ішінара сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді.	Мақсат пен міндеттер диссертация тақырыбына толық сәйкес келеді. Зерттеу мақсаты төмен бастапқы концентрациялар мен ауа рециркуляциясы жағдайында TiO_2 бетінде БТЭК қоспасының фотокаталитикалық тотығуын зерттеуге бағытталған. Міндеттер осы мақсатты кезек-кезеңімен шешеді: біріншіден, БТЭК компоненттерінің кинетикалық параметрлері анықталған; екіншіден, фотокаталитикалық тотығу барысындағы ауа сапасы индекстері есептелген; үшіншіден, толғал және оның негізгі оттекті аралық өнімдері тотығуынан бензол түзілу мүмкіндігі зерттелген. Әр міндет нәтижелер тарауында нақты тәжірибелік деректермен ашылған.
	4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан; 2) ішінара байланысқан; 3) байланыс жоқ.	Диссертация бөлімдері логикалық байланысқан. Әдеби шолу зерттелетін мәселенің ғылыми негізін қалыптастырады және төмен концентрациядағы көпкомпонентті жүйелер бойынша деректердің жеткіліксіздігін көрсетеді. Тәжірибелік бөлім осы олқылықты жоюға арналған әдістемелерді сипаттайды. Нәтижелер бөлімінде алдымен катализатор мен жүйе сипатталып, кейін БТЭК қоспасының жалпы кинетикасы, жеке компоненттердің реакциялық жолдары және сонында денсаулық тәуекелі талданады.

	4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидастар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) сыни талдау бар; 2) талдау ішінара жүргізілген; 3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген; 4) талдау жоқ.	Қорытындылар қорғауға ұсынылған қағидалармен және қойылған міндеттермен үйлесімді. Автор ұсынған шешімдер бұрынғы зерттеулермен салыстырылып бағаланған. Әлеби шолуда адсорбция, плазмалық өңдеу, каталитикалық және фотокаталитикалық тотығу әдістерінің артықшылықтары мен шектеулері көрсетілген. БТЭК тотығуы бойынша шетелдік жұмыстармен салыстыра отырып, бұл диссертацияның ерекшелігі төмен концентрация, ауа рециркуляциясы және аралық өнімдердің тәуекелге қосатын үлесін есептеу екені негізделген. Автор нәтижелерді тек әлеби сілтемелерді қайталау деңгейінде емес, өз тәжірибелік деректерімен салыстырып, ксилол/этилбензол мен толуол/бензол кинетикасындағы айырмашылықтарды түсіндіреді.
5. Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) толығымен жаңа; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Ғылыми нәтижелер толығымен жаңа деп бағаланады. Диссертацияда төмен концентрациялы БТЭК қоспасының ауа рециркуляциясы бар модельді бөлме жағдайында TiO₂ бетінде фотокаталитикалық тотығуы зерттелген. Жаңалық ксилол мен этилбензолдың псевдобірінші реттілікке жақын кинетика көрсететінін, ал толуол мен бензолдың осы заңдылықтан ауытқитынын анықтаумен, сондай-ақ о-ксилолдан толуол, толуол мен оның оттекті аралық өнімдерінен бензол түзілу ықтималдығын көрсетуімен байланысты. Бұл нәтижелер фотокаталитикалық кезінде екіншілік қауіпті өнімдердің рөлін нақтылайды.
	5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) толығымен жаңа; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертация қорытындылары жаңа және тәжірибелік дәлелдерге негізделген. Автор дифференциалдық әдіспен реакция реттілігін есептеп, о-ксилол үшін $p = 0,94 \pm 0,09$, этилбензол үшін $p = 0,92 \pm 0,12$, ал толуол және бензол үшін сәйкесінше $p = 0,715 \pm 0,007$ және $p = 0,68 \pm 0,11$ мәндерін алған. Қорытындылар тек

		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жана және негізделген бе? 1) толығымен жана; 2) ішінара жана (25-75% жана); 3) жана емес (жанасы 25%-дан кем).	конверсия дәрежесіне емес, бензолдың қауіптілік индексі мен канцерогендік тәуекелге негізгі үлес қосатынына сүйенеді. Бұл тұжырымдар фотокаталитикалық ауа тазарту жүйелерін бағалауда жана көзқарас береді. Технологиялық шешімдер жана және негізделген. Диссертацияда фотокаталитикалық жүйені бағалаудың практикалық өлшемі ретінде бастапқы БТЭК концентрациясының төмендеуімен қатар, реакция барысында түзілетін бензол мен формальдегид сияқты екіншілік өнімдердің тәуекелі есепке алынған. Мұндай тәсіл ауа тазарту құрылғыларын жобалау және жұмыс режимдерін таңдау кезінде тек «жою тиімділігі» көрсеткішіне сүйенудің жеткіліксіз екенін көрсетеді. Нәтижелер катализатор қабаты, сәулелену уақыты және рециркуляция жағдайында қауіпсіздік критерийлерін енгізуге ғылыми негіз болады.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research (квалитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша дәлелдік бағыттары үшін).	Негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан негізделген. Автор тәжірибелік деректерді ГХ-МС, ҚФМЗ, РФВНА дериватизациясы, РФА, ИК-спектроскопия, ТГ/ДСК және сәулелену сипаттамаларын бақылау арқылы алған. Кинетикалық параметрлер дифференциалдық әдіспен, ал ауа сапасы мен денсаулық тәуекелі RfC, MRL, REL сияқты халықаралық нормативтік көрсеткіштер негізінде есептелген. Жұмыста бастапқы дастағыштар мен аралық өнімдердің өзгерісі сандық түрде көрсетіліп, қорытындылар бірнеше тәуелсіз дәлелмен расталған.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: Ереже 1 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді;	Қорғауға ұсынылған қағидалар эксперименттік нәтижелермен, кинетикалық есептеулермен, ГХ-МС

		2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес. 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жанашырлығын тексеру мүмкін емес.	талдауларымен және тәуекелді бағалау нәтижелерімен толық расталған. Ережелер ғылыми жаңалықты бар эксперименттік нәтижелерге негізделген, сондықтан тривиалды емес. Диссертацияда төмен концепциядағы БТЭК коспасының фотокаталитикалық тотығу кинетикасы, бензолдың аралық өнім ретінде түзілуі және оның ауа сапасы тәуекеліне әсері алғаш рет кешенді түрде көрсетілген. Нәтижелер фотокаталитикалық ауа тазарту жүйелерін бағалау мен жетілдіруде қолдануға болады, қолдану аясы нақты БТЭК және ҰОҚ тотығу процестеріне бағытталған. Ережелер мақалаларда дәлелденген. Диссертация нәтижелері Molecules журналындағы 2023 жылғы мақалада және Journal of Hazardous Materials Advances журналындағы 2026 жылғы мақалада жарияланған. Бірінші мақалада TiO₂/volcanic glass жүйесінде БТЭК фотокаталитикалық тотығуының денсаулық тәуекелі бағаланған; екінші мақалада ҰОҚ фотокаталитикалық тотығуы, денсаулық тәуекелі және үй-жай ауасын қауіпсіздендіру стратегиялары талданған. Бұл жарияланымдар диссертациядағы негізгі қағидалардың халықаралық деңгейде апробациядан өткенін көрсетеді.
--	--	--	--

		Ереже 2 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес. 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жанашылдығын тексеру мүмкін емес. 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең 4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес. 7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) ия; 2) жоқ 3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	

	Ереже 3 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес.	
	7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жанашырлығын тексеру мүмкін емес. 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең 4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес. 7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) ия; 2) жоқ 3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	

8.	Дәйектілік қатидаты.	8.1 Әдіснаманы тандау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: 1) ия, 2) жоқ.	Әдіснаманы тандау негізделген және нақты жазылған. Автор модельді бөлме камерасы мен жеке қосылыстарды зерттеуге арналған 22 мл виала жүйесін ажыратып сипаттайды. Органикалық қосылыстарды анықтау үшін КФМЭ/ГХ-МС, формальдегидті анықтау үшін РФВНА дериватизациясы, катализаторды сипаттау үшін РФА, ИҚ және ТГ/ДСК әдістері қолданылған. Мұндай әдістемелік кешен БТЭК концентрациясының өзгерісін, аралық өнімдерді және катализатордың физика-химиялық қасиеттерін бірізді бағалауға мүмкіндік береді.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістерінің пайдалана отырып алынған: 1) ия; 2) жоқ.	Нәтижелер қазіргі заманғы деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістерін пайдалану арқылы алынған. Диссертацияда концентрацияның уақыт бойынша өзгеруі, реакция реттілігі, жылдамдық константалары, стандартты ауытқулар мен қателіктер есептелген. Ауа сапасы индексі, қауіптілік коэффициенті, қауіптілік индексі және канцерогендік тәуекел сияқты көрсеткіштер халықаралық токсикологиялық деректерге сүйеніп шығарылған. Бұл зерттеу нәтижелерінің сандық және салыстырмалы интерпретациясын күшейтеді.
		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша дайырау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді): 1) ия; 2) жоқ.	Теориялық қорытындылар экспериментпен расталған. Кинетикалық заңдылықтар БТЭК компоненттерінің концентрация өзгерістерінен шығарылған, ал реакциялық жолдарға қатысты тұжырымдар толуол, бензил спирті, бензальдегид және бензой қышқылының жеке тотығу тәжірибелерімен бекітілген. Формальдегид пен бензол сияқты қауіпті аралық өнімдердің рөлі аналитикалық анықтау және тәуекел есебі арқылы дәлелденген. Сондықтан анықталған өзара байланыстар тек теориялық болжам емес, тәжірибелік нәтижелерге сүйенген.

	8.4 Мамызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / ішінара расталған / расталмаған.	Мамызды мәлімдемелер нақты және сенімді әдебиеттермен расталған. Диссертацияда ДДСҰ/ОЗЖХА жіктемегері, EPA, ATSDR, OEHHA сияқты халықаралық ұйымдардың токсикологиялық көрсеткіштері, сондай-ақ Applied Catalysis B: Environmental, Chemical Engineering Journal және басқа индекстелген журналдардағы зерттеулер пайдаланылған. Әдебиеттер БТЭК уыттылығы, фотокатализ механизмдері, аралық өнімдердің түзілуі және қауіп-қатерді бағалау мәселелерін қамтиды. Негізгі тұжырымдар авторылық эксперименттермен қатар осы дереккөздерге сүйеніп негізделген.
	8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз.	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті. Диссертацияда 184 дереккөз пайдаланылған, бұл тақырыптың ғылыми базасын кең қамтуға мүмкіндік береді. Әдебиеттер тізімінде ҰОҚ көздері мен уыттылығы, нормативтік шектеулер, адсорбция/катализ/плазмалық өңдеу, фотокатализ факторлары, БТЭК тотығу механизмдері және аралық өнімдер бойынша заманауи еңбектер бар. Әдеби шолу зерттеу міндеттерін негіздеуге жеткілікті деңгейде құрылған.
9 Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маманы: 1) бар; 2) жоқ.	Диссертацияның теориялық маманы бар. Жұмыс газ фазасында төмен концентрациялы ароматты ҰОҚ фотокатализтикалық тотығуының кинетикасы мен механизмдері жөніндегі түсініктерді кеңейтеді. Компоненттердің реакциялық қабілеті олардың физика-химиялық қасиеттерімен және аралық өнімдердің түзілуімен байланыстырылған. Бензолдың тек бастапқы дастағыш ретінде емес, басқа ароматты қосылыстардың тотығуы кезінде түзілетін екіншілік өнім ретінде қарастырылуы фотокатализ теориясы үшін мамызды қорытынды болып табылады.

		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) иә; 2) жоқ.	Практикалық маңызы жоғары. Алынған нәтижелер үй-жай және қалалық ауаны БТЭК-тен тазарту үшін фотокагалитикалық жүйелерді тандауда, жұмыс режимдерін бағалауда және қауіпсіздік критерийлерін белгілеуде қолданылуы мүмкін. Диссертация фотокагалитикалық жүйенің тиімділігін тек бастапқы дастағыштардың жойылу пайызымен бағалау жеткіліксіз екенін көрсетеді; реакция барысында түзілетін бензол, формальдегид және басқа аралық өнімдердің тәуекелі міндетті түрде ескерілуі тиіс. Бұл қорытынды ауа тазарту құрылыстарын жобалау үшін практикалық мәнге ие.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? 1) толығымен жаңа; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Практикалық ұсыныстар ішінара жаңа. ҰОК фотокагалитикалық тотығуын қолдану бұрын белгілі болғанымен, бұл жұмыста қауіпсіз пайдалану үшін жиынтық қауіптілік индексі, канцерогендік тәуекел және екіншілік өнімдер түзілуін бірге есепке алу ұсынылады. Мұндай тәсіл фотокагалитикалық технологияларды нақты үй-жай жағдайына бейімдеуге және артық сәулелену уақыты немесе толық емес минералдану салдарынан туындайтын тәуекелдерді төмендетуге мүмкіндік береді. Ұсыныстарды кең практикалық енгізу үшін әртүрлі катализаторлар мен нақты ауа ағындарында қосымша сынақ жүргізу орынды.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) жоғары; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Академиялық жазу сапасы орташа деңгейде. Диссертацияның құрылымы түсінікті, ғылыми логикасы сақталған, кестелер мен суреттер нәтижелерді түсіндіруге көмектеседі. Терминдер негізінен бірізді қолданылған, алайда мәтінде орфографиялық, терминологиялық және техникалық редакциялауды қажет ететін қателер кездеседі. Кейбір сөздер орыс тілінен тікелей алынған нұсқада берілген

		немесе қазақ тіліндегі ғылыми стильге толық бейімделмеген. Бұл кемшіліктер диссертацияның ғылыми нәтижелеріне әсер етпейді, бірақ соңғы нұсқада түзетілуі қажет.
11.	Диссертацияға ескертулер	1. TiO_2 катализаторының тұрақтылығы жеткілікті ашылмаған. Катализаторды бірнеше циклде қайта қолдану нәтижелері берілсе, жұмыстың технологиялық құндылығы күшейер еді. 2. Толуол мен оның аралық өнімдерінен бензол түзілуі маңызды нәтиже болып табылады. Бұл үдерістегі радикалдық бөлшектердің рөлі тереңірек талқыланса, механизмдік түсіндіру күшейер еді. 3. Аралық өнімдер ГХ-МС әдісімен анықталған. Бірақ кейбір өнімдердің нақты концентрациялары толық берілмеген. Сандық талдау кеңейтілсе, экологиялық қауіпсіздік бағасы нақтырақ болар еді. 4. Көпкомпонентті БТЭК жүйесінде қосылыстардың өзара әсері толық ашылмаған. Бәсекегі адсорбция және бір қосылыстың тотығу өнімдерінің екіншісіне ықпалы тереңірек қарастырылса, механизм нақтылана түсер еді. 5. Практикалық ұсыныстарды нақтылау қажет. Атап айтқанда, тиімді сәулелену уақыты, катализатор ауданы, ауа ағыны және қауіпсіз жұмыс режимдері жеке көрсетілгені жөн. 6. Нәтижелерді басқа фотокатализаторлармен салыстыру шектеулі. TiO_2 жүйесінің артықшылығы мен шектеулері әлдеби деректермен кенірек салыстырылса, ғылыми талдау күшейер еді. 7. Диссертация мәтінінде редакциялық және техникалық сипаттағы қателер кездеседі. Атап айтқанда, мазмұн бөлімінде 2.7-бөлім екі рет қайталанған. Сонымен қатар «фотокалатитикалық», «ораникалық», «жахандық», «холодагенттер», «ұшпайтұда», «концерогенді», «талоген көмерсүтектер», «куркіртті көмірсүтектер», «табиғи», «қан аурыларына», «орталық жүйке жүйесіне», «қазіргі таңда», «ұймдар», «сәкес», «көмегімен», «міліметер», «дерезатизация» сияқты орфографиялық және терминологиялық қателер бар. «Ағаштармен өсімдіктерден» тіркесінде сөздер бірігіп кеткен. 4-бетте «Rpm» және «Rbv» қысқартулары бас әріппен басталып берілген, оларды «rpm» және «rbv» түрінде бірізді жазу қажет. Сондай-ақ «процесі» сөзі қазақ тілінің емле нормасына сәйкес келмейді, оны «процесі» немесе «үдерісі» деп түзету ұсынылады. Аталған ескертулер диссертацияның ғылыми жаңалығы мен практикалық маңызын төмендетпейді. Жұмыс аяқталған, өзекті және қорғауға ұсынылуға лайық.
12.	Докторант макалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация макалалар сериясы нысанында қорғалған	Докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша жарияланымдарының ғылыми деңгейі жоғары. Диссертация нәтижелері екі халықаралық мақалада жарық көрген: Molecules журналындағы 2023 жылғы мақала WoS Q2 деңгейінде және Scopus бойынша жоғары процентильге ие; Journal of Hazardous Materials Advances журналындағы 2026 жылғы мақала WoS Q1 деңгейіндегі басшылықта жарияланған. Екі мақала да диссертация тақырыбымен тікелей байланысты, онда БТЭК

жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	фотокалалитикалық тотығуы, денсаулық тәуекелін бағалау және үй-жай ауасын қауіпсіздендіру мәселелері қарастырылған. Бұл жарияланымдар докторант нәтижелерінің халықаралық ғылыми ортада мойындалғанын көрсетеді.
13. Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	«Газ фазасында ұшқыш ароматты көмірсутектердің фотокалалитикалық тотығуы» тақырыбындағы диссертациялық жұмыс философия докторы (PhD) дәрежесін беруге қойылатын талаптарға сай келеді және оның авторы Смайыл Мәди Бекежанұлы «8D05301 – Химия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруге ұсынылады.

Ресми рецензент:

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті

«Инжинирингтік технологиялар»

білім беру бағдарламаларының профессор-зерттеушісі,

Химия ғылымдарының кандидаты, профессор



Н.О. Аппазов

ҚОЛДЫ РАСТАЙМЫН
ЗАВЕРЯЮ ПОДПИСЬ