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

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША 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	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:	Диссертациялық жұмыс AP09057924-ОТ-23 «Ұшқыш органикалық қосылыстарды жоюға арналған ауаны фотокаталитикалық тазарту технологиясын дамыту» атты мемлекеттік грант аясында орындалған. Бұл тақырып экологиялық зерттеулердің басым бағытына (ресурстарды ұтымды пайдалану және экология) толық сәйкес келеді. Сондықтан жұмыс тақырыбы ауа тазарту және қоршаған ортаны қорғау мәселелерімен тікелей байланысты.
		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 маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін **қосады**/қоспайды, ал оның маңыздылығы **ашылған**/ашылмаған.	Жұмыс ғылымға елеулі үлес қосады және маңыздылығы ашылған. Автор ластағыштардың төмен концентрацияларында жүретін фотокаталитикалық тотығу процесінің іргелі заңдылықтары зерттеліп, аралық өнімдердің түзілуін қоса алғанда реакция механизмдері айқындалған. TiO_2 негізіндегі фотокатализаторларды

			және олардың жұмыс істеу шарттарын жан-жақты зерттеген. Сонымен қатар түзілетін өнімдердің адам денсаулығына ықтимал әсері бағаланған. Алынған нәтижелер ғылыми тұрғыдан маңызды және жеткілікті дәрежеде негізделген.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі:	Диссертацияны өзі жазу деңгейі жоғары. Материалдың баяндалу стилі бірізді, бөгде мәтіннің белгілері байқалмайды. Ұсынылған нәтижелер мен әдеби дереккөздерге жасалған сілтемелер зерттеулер мен талдаулардың автор тарапынан дербес жүргізілгенін көрсетеді.
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) төмен;	
		4) өзі жазбаған.	
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	Диссертацияның өзектілігі кіріспе бөлімде жан-жақты негізделген. Өзектілік заманауи ғылыми деректермен расталған.
		1) негізделген;	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	Диссертация мазмұны толықтай тақырыпқа сәйкес келеді. Барлық бөлімдерде газ фазасындағы ұшқыш ароматты көмірсутектердің фотокаталитикалық тотығу процесіне қатысты мәселелер жүйелі түрде қарастырылған.
		1) айқындайды;	
		2) ішінара айқындайды;	
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Зерттеудің мақсаты мен міндеттері тақырыппен толық үйлеседі. Негізгі мақсат – төмен концентрациядағы БТЭК газ қоспасының TiO_2 бетінде фотокаталитикалық тотығуын зерттеу. Қойылған міндеттер осы мақсаттан тікелей туындайды және зерттеу мазмұнын толық қамтиды.
		1) сәйкес келеді;	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	

		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертация бөлімдері өзара логикалық тұрғыдан байланысты. Кіріспе мен әдеби шолудан кейін зерттеу әдістемесі баяндалады, одан соң эксперименттік нәтижелер мен олардың талдауы ұсынылады және қорытындылар келтіріледі.
		1) толық байланысқан;	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Ұсынылған ғылыми шешімдер эксперименттік деректермен негізделіп, әдебиеттегі белгілі нәтижелермен салыстырылған. Бұл автордың зерттеуге сыни көзқараспен қарағанын көрсетеді.
		1) сыни талдау бар;	
		2) талдау ішінара жүргізілген;	
		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	Автор алғаш рет ауа рециркуляциясы жағдайында төмен концентрациялы БТЭК газ қоспасының фотокаталитикалық тотығуын кешенді түрде зерттеген және жаңа деректер алған.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Қорытындылар жаңа ғылыми білім береді. Белгілі заңдылықтар нақтыланып, әртүрлі жағдайлардағы тотығу жылдамдықтарының сандық сипаттамалары анықталған. Сонымен қатар жанама өнімдердің түзілу тәуекелі бағаланған.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Автор ұсынған практикалық ұсыныстар жаңашыл сипатқа ие. Ауаны тазарту жүйелерінде қолдануға болатын тиімді фотокаталитикалық материалдар мен
		1) толығымен жаңа;	

		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	жұмыс режимдері ұсынылған және олардың тиімділігі тәжірибелік жолмен дәлелденген.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде **негізделген**/негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Диссертацияның негізгі қорытындылары кең көлемді эксперименттік материалдарға негізделген. Әртүрлі концентрациялар, ылғалдылық деңгейлері және катализатор түрлері бойынша жүргізілген тәжірибелер нәтижелері жүйелі түрде өңделген. Сондықтан ұсынылған ғылыми тұжырымдар негізді және сенімді деп есептеледі.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: **1- қағидат.** Ауа рециркуляциясы бар сынақ камерасындағы БТЭК газ қоспасында о-ксилол мен этилбензолдың фотокаталитикалық тотығуы (әр компоненттің бастапқы концентрациясы $C_0 \approx 1$ ppmv, камера көлемі V = 300 л, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы φ ≈ 50 %, катализатор — TiO2, УК-А-сәулелену қарқындылығы I = 15 мВт/см2) псевдобірінші кинетикалық реттілікке ие, сол жағдайларда толуол мен бензолдың тотығу реакциялары басқа кинетикалық реттілікке ие.	Диссертант бұл тұжырымды екі тәуелсіз кинетикалық әдісті қолдану арқылы негіздеген: интегралдық әдіс бойынша ксилол мен этилбензолдың жоғары сызықтылық және айқын бірінші реттік жылдамдық константалары (тиісінше 1,36 және 0,699 сағ$^{-1}$) көрсетілсе, ал толуол бен бензолда сызықтық тәуелділіктің нашарлығы анық байқалады. Бұдан әрі дифференциалдық әдіс (ln(-dC/dt) – lnC тәуелділігі) бойынша есептелген реакция реттері ксилол үшін n = 0,94 ± 0,09, этилбензол үшін n = 0,92 ± 0,12 мәндерін беріп, олардың бірге тең екендігін (псевдобірінші реттілік) сенімді растаса, толуол (n = 0,715 ± 0,007) және бензол (n = 0,68 ± 0,11) бұл заңдылықтан айтарлықтай ауытқиды. Ең маңыздысы, автор бұл ауытқудың себебін
		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?	эксперименталды түрде дәлелдеген: о-ксилолдың фотокаталитикалық тотығуы кезінде толуолдың түзілетіндігі (хроматограммада 9 есе өсу), ал толуол мен оның оттекті аралық өнімдерінің (бензил спирті, бензальдегид, бензой қышқылы) тотығуы кезінде бензолдың түзілетіндігі нақты көрсетілген. Осылайша, толуол бен бензолдың бір мезгілде ыдырап және түзілуіне байланысты олардың кинетикасы күрделілеу сипатта болатындығы анықталған.
		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 жаңашылдығын 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.	
		2-қағидат Ауа рециркуляциясы бар сынақ камерасында БТЭК газ қоспасының фотокаталитикалық тотығуы кезінде (әр компонент үшін $C_0 \approx 1$ ppmv, V = 300 л, $\varphi \approx 50$ %, катализатор — TiO2, I (УК-А) = 15 мВт/см2) БТЭК компоненттері бойынша есептелген ауа сапасы индексінің 19 сағат бойы бірден жоғары болуы (ҚИ > 1) негізінен бензолдың болуымен байланысты.	Автор бұл қағидатты бірнеше сатылы талдау арқылы дәлелдеген. Біріншіден, БТЭК қоспасының тотығу барысында бензолдың концентрациясы уақытша жоғарылап, өте баяу төмендейтіні көрсетілген. Екіншіден, автор үш түрлі нормативтік мекеменің (EPA RfC, OEHHA REL, ATSDR MRL) шектеулерін қолданып, созылмалы әсер ету мерзіміне арналған қауіптілік
		7.1 Ереже дәлелденді ме?	

		1) дәлелденді;	индексін есептеген. Автордың ең басты артықшылығы — ол тек жалпы ҚИ мәнін көрсетіп қоймай, әр компоненттің үлесін жеке-жеке талдап, бензолдың айқын басым екендігін сандық түрде дәлелдеген. Қорытындылай келе, бұл қағидат толыққанды, сандық және физиологиялық тұрғыдан негізделген түрде дәлелденген деп санаймын.
		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 жаңашылдығын 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.	
		3-қағидат. Газ фазасында толуолдың және оның негізгі оттекті ароматты аралық өнімдерінің (бензил спирті, бензальдегид және бензой қышқылы) фотокаталитикалық тотығуы ($\varphi \approx 50\%$, сәулелену уақыты = 30 мин, I (УК-А)	Автор бұл қағидатты арнайы жасалған жабық шыны виалар жүйесінде әр қосылысты жеке-жеке тотықтыру арқылы дәлелдеген. Толуолдың фотокаталитикалық тотығуы кезінде

		= 15 мВт/см2) бензолдың түзілуімен қоса жүреді.	бензолдың шың ауданы бастапқы мәнмен салыстырғанда шамамен 20 есе өсетіні көрсетілген. Бензальдегид үшін бұл көрсеткіш 180 есеге дейін жетеді, яғни бензальдегид — бензол түзілуінің ең тиімді прекурсоры екені анықталған. Бензил спирті жағдайында бензол шамамен 50 есеге артады. Автордың ең маңызды жетістігі — бензол түзілуінің тек толуолдан ғана емес, оның әрбір оттекті аралық өнімінен болатындығын жеке-жеке дәлелдеп, қосымша фотолиздік бақылау эксперименттері (катализаторсыз, тек УК сәулелену) арқылы бензолдың тек фотокаталитикалық жолмен түзілетінін көрсеткен. Сонымен қатар, модификацияланған N-MIL-TiO_2 катализаторында да бензол түзілуі толық жойылмай, тек төмендейтіні көрсетілген, бұл құбылыстың жалпы заңдылық екенін растайды.
		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 жаңашылдығын 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 қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Зерттеу әдістемесі толық негізделген және егжей-тегжейлі сипатталған.

	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	**1) ия;**	Жұмыста фотокаталитикалық жүйелердің модельдері, сынақ камералары және газ концентрацияларын бақылау әдістері көрсетілген. Рентгендік фазалық талдау, ИҚ-спектроскопия, DSC/TG, BET әдісі, ВЭЖХ-МС және ГХ-МС сияқты заманауи әдістер пайдаланылған.
		2) жоқ.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Эксперименттік нәтижелерді өңдеу барысында Ритвельд әдісі, Ли Бейл әдісі және статистикалық талдау тәсілдері қолданылған. Бұл зерттеудің заманауи ғылыми талаптарға сәйкес жүргізілгенін көрсетеді.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		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):	Ұсынылған теориялық тұжырымдар мен реакция механизмдері эксперименттік нәтижелер арқылы расталған. Барлық негізгі қорытындылар тәжірибелік деректерге сүйенеді.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен **расталған** / ішінара расталған / расталмаған.	Жұмыста келтірілген негізгі ғылыми тұжырымдар заманауи әдеби дереккөздермен және нормативтік құжаттармен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға **жеткілікті**/жеткіліксіз.	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 175-тен астам ғылыми дереккөзді қамтиды. Әдеби шолу тақырыптың негізгі

			бағыттарын толық қамтиды және жеткілікті деңгейде орындалған.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Автор ұшқыш ароматты көмірсутектердің фотокаталитикалық минералдану заңдылықтарын нақтылап, реакция механизмдерін түсіндірген. Бұл фотокатализ саласындағы іргелі білімдерді толықтырады.
		1) бар;	
		2) жоқ.	
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Зерттеу нәтижелері жоғары практикалық маңызға ие. Автор әзірлеген ұсыныстар жабық кеңістіктердегі ауаны тазартудың тиімді жүйелерін жасауға мүмкіндік береді.
		1) ия;	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Практикалық ұсыныстардың айтарлықтай бөлігі жаңашыл сипатқа ие. Атап айтқанда, TiO_2 жабындарын тасымалдағыштарға орналастыру әдістері және жанама өнімдердің түзілу қаупін бағалау бойынша ұсыныстар ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Диссертация сауатты академиялық тілде жазылған. Материалдың құрылымы логикалық тұрғыдан дұрыс ұйымдастырылған. Химиялық және математикалық белгілер талаптарға сәйкес рәсімделген. Алайда қолжазбада орфографикалық қателер кездеседі.
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
		4) төмен.	
11.	Диссертацияға ескертулер		1. Диссертациялық жұмыстың қолжазбасында орфографиялық қателер кездеседі. Сондай-ақ құрылымы жағынан күрделі сөйлемдер көп қолданылғандықтан және арнайы

			терминологияның мол болуына байланысты мәтінді оқу белгілі бір қиындықтар туғызады. Бұдан бөлек, техникалық қателер де бар. Мысалы, мазмұнында 2.7-тарау екі рет қайталанып берілген. 2. Бензол үшін канцерогендік тәуекелді (CR) 10^{-4}-тен жоғары деп көрсеткенсіз. Бірақ CR мәнін есептеу үшін IUR (Inhalation Unit Risk) мәнін дәл келтіру керек. 3. Қорытындыларда «HI көрсеткішін анықтайтын негізгі компонент бензол болып табылады» деп тұжырымдалған. Бұл тұжырым БТЭК қоспасы үшін орылған. Алайда тек толуолмен жүргізілген тәжірибелерде HI көрсеткіші негізінен формальдегид пен ацетальдегид арқылы анықталған. Қоспаларда бензолдың басым рөл атқаратынын, ал жеке алкилбензолдардың тотығуы кезінде альдегидтердің негізгі үлес қосатынын нақтырақ атап көрсету ұсынылады. 4. Сонымен қатар жұмыста дәл о-ксилолдың (изомерлер қоспасының орнына) таңдалу себептері жеткілікті түрде негізделмеген. Ал нақты атмосфералық жағдайда көбінесе м-ксилол мен п-ксилол жиі кездеседі. Сондықтан зерттеу нысаны ретінде дәл о-ксилолды таңдаудың ғылыми

			негіздемесін нақтылау орынды болар еді.
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)		
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)		1) философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор дәрежесін беру;

Ресми рецензенттер пікірлерінде келесі шешімдердің бірін көрсетеді:

1) философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор дәрежесін беру;

Ресми рецензент:

Ассистент-Профессор,

Astana IT University

Ph.D in Physics

(жұмыс орны, ғылыми дәрежесі)

(қолы)

Кадрлар Бөлімі

Абдувалов Алшын Жаксылыкович

(Аты-жөні)