«8D07113 – Химиядағы наноматериалдар мен нанотехнологиялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Кенжеғалиева Әлия Рухуллақызының «Мұнай битумдарын наноматериалдармен түрлендіру» 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: 1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);	Диссертациялық жұмыс AP25795719 Антиоксиданттық қасиеттер беру үшін пайдаланылған шиналар мен тағам қалдықтарының пиролизінің қатты өнімімен түрлендіру технологиясын әзірлеу" тақырыбы бойынша "Жас ғалым" гранттық жобасын жүзеге асыру барысында орындалды.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, ал оның маңыздылығы ашылған.	Мұнай битумдарын наноматериалдармен түрлендіру оның ескіруге, деформациялануға, термиялық бұзылуға және агрессивті сыртқы факторлардың әсеріне ұшырауы сияқты қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді. Сондықтан осы диссертация негізінде жүргізілген ғылыми зерттеулер ғылымға елеулі үлесін қосады, осыған байланысты жұмыстың маңыздылығы жоғары екендігі айқын. Сондай-ақ зерттеу нәтижелері модификацияланған битум материалдарын өндіру бағытына маңызды улес қосатыны анық.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары;	Ізденушінің диссертацияны жазу деңгейі жоғары бағаланады. Себебі, ғылыми әдебиеттерге жасалған шолу диссертацияның әрбір бөлімімен байланыстырылған. Зерттеу әдістерінің жүйелілігі мен орындалуы, және де нәтижелердің талданылуы мен қорытындылануы бір-бірімен үйлесімін тапқан.

4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	Диссертацияның өзектілігі битумның беріктігі, төзімділігі және ұзақ қызмет етуін арттыруға мүмкіндік беретін экологиялық таза және тиімді көміртекті модификаторларға деген сұраныстың жоғары болуымен айқындалады. Биокөмір мен графендік құрылымдар дәстүрлі қоспаларға балама ретінде жаңа мүмкіндіктер ұсынады. Бұл материалдардың битум қасиеттеріне әсер ету механизмдерін зерттеу жол-құрылыс саласы мен материалтануда маңызды ғылыми және практикалық маңызға ие.
		1) негізделген;	
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	Диссертация мазмұны диссертация тақырыбына сәйкес келеді және мұнай битумдарын наноматериалдармен түрлендіру арқылы битумның қасиеттерін жақсартуға бағытталғаны жұмыстың мазмұнын айқындайды.
		1) айқындайды;	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Жұмыстың мақсатына жету үшін қойылған міндеттер диссертация тақырыбына сәйкес келеді. Ол міндеттер нанoқұрылымды шунгит, лимон қабығының биокөмірі, көміртектенген күріш қауызы сияқты наноматериалдарды алып және олармен мұнай битумын түрлендіре отырып оның қасиеттерін жақсартуды қамтиды.
		1) сәйкес келеді;	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық толық байланысқан. Әдебиеттік шолу негізінде жұмыстың мақсаты мен міндеттері айқындалып, оларды шешу жолдары мен әдістері әдістемелік бөлімде көрсетілген. Зерттеу нәтижелері бойынша қорытындылар жасалып, жұмыстың жаңалығы негізделген.
		1) толық байланысқан;	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Автор ұсынған тәсілдерін отандық және шетелдік ғылыми-техникалық әдебиеттерде келтірілген мәліметтермен салыстыра отырып бағаланған.
		1) сыни талдау бар;	
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	Зерттеу барысында битумды көміртекті наноқұрылымды материалдармен модификациялау механизмдері алғаш рет

		1) толығымен жаңа;	кешенді түрде анықталып, олардың құрылымдық және реологиялық әсерлері сандық тұрғыдан дәлелденді. Алынған мәліметтер бұрын ғылыми әдебиеттерде кеңінен сипатталмағандықтан, олар зерттеудің ғылыми жаңалығын айқындайды.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Диссертацияның қорытындылары толығымен жаңа, олардың жаңалық дәрежесі ғылыми журналдарда жарияланған басылымдармен дәлелденген.
		1) толығымен жаңа;	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Ұсынылған техникалық, технологиялық және экономикалық шешімдер жаңашылдығымен ерекшеленіп, зерттеу барысында алынған деректермен жан-жақты дәлелденген. Әзірленген тәсілдер битумды көміртекті материалдармен модификациялау процесін оңтайландырып, оның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл шешімдердің негізділігі олардың өндірістік қолдануға бейімделу әлеуетінің жоғары екендігін көрсетеді.
		1) толығымен жаңа;	
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген.	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыда ауқымды дәлелдемелермен диссертацияда негізделген және ғылыми журналдарда жарияланған мақалаларда берілген мәлеметтер және олардың талқылануы негізінде дәлелденген. Әрбір тұжырым диссертацияның негізгі нәтижелерін қамтиды және оларға сәйкес диссертацияның ғылыми жаңалығын көрсетеді. Келтірілген тұжырымдар әдебиеттерде келтірілген мәліметтерге сүйене отырып, диссертацияның қорытындылары ретінде тұжырымдалған.

7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет:	7.1 Төрт түрлі көміртекті материалды (механохимиялық активтендірілген шунгит, лимон қабығынан алынған биокөмір, графен оксиді және көміртектенген күріш қауызы) битумға енгізу нәтижесінде алынған әсерлер нақты реологиялық, микроструктуралық, морфологиялық және физика-химиялық талдаулармен расталды. Әр материалдың битум құрылымына әсері сандық көрсеткіштермен дәлелденіп, олардың түзілу механизмі AFM, SEM, дисперстік талдау, кристаллит өлшемдері және гидрофобтылық бұрышы сияқты нақты деректермен негізделген. 7.2 Ұсынылған 4-тұжырым тривиалды құбылыстар қатарына жатпайды, өйткені олардың әрқайсысы алғаш рет ғылыми қорғауға ұсынылып отырған, тәжірибелік деректермен негізделген және битумды көміртекті материалдармен модификациялау саласында жаңа нәтижелерді көрсетеді. 1-тұжырым бойынша: шунгиттің 700 айн/мин режимінде, изопропанол ортасында 60 минут механохимиялық активациядан кейін графентәрізді 27,6 нм кристаллиттер түзе отырып битум құрылымын өзгертетіні ғылыми әдебиетте кең сипатталмаған. Тіпті «ара тәрізді» 100 нм құрылымдардың түзілуі және реологиялық ауысу температурасының 5,7 °C -қа артуы, күрделі наноқұрылымдық трансформацияны көрсететін бірегей нәтиже. 2-тұжырым бойынша: лимон қабығынан 550 °C -та алынған биокөмірдің PG 70/100 битумына әсері де тривиалды сипатқа ие емес. Модификация нәтижесінде ауысу температурасының 2,2 °C -қа, серпімділік модулінің 1,8 кПа -ға артуы және айқын антиоксиданттық әсердің байқалуы – биокөмірдің графит тәрізді пластиналық құрылымдары мен 28,9° гидрофобтылық бұрышының ерекше әсеріне байланысты. Мұндай морфологиялық ерекшеліктердің битум қасиеттеріне дәл осылай ықпал етуі ғылыми тәжірибеде кең таралмаған,
		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.	сондықтан бұл тұжырымды тривиалды деп бағалауға болмайды. 3-тұжырым бойынша: лимон қабығы биокөмірінен алынған графен оксидінің БНД 100/130 битумына әсері де қарапайым өзгеріс ретінде түсіндірілмейді. Графен оксидінің 20–250 нм аралығында біркелкі таралуы, тиімді ығысу кернеуінің 25 кПа -ға өсуі, бұзылуға және шаршауға төзімділіктің айтарлықтай артуы – биошикізаттан алынған графен құрылымдарының битум матрицасында ерекше әрекет ететінін көрсетеді. 4-тұжырым бойынша: 600 °C -та көміртектендірілген және 1600 айн/мин жылдамдықпен механохимиялық өңделген күріш қауызының БН 90/10 битумындағы әсері де тривиалды емес. Жұмсару температурасының 10 °C -қа артуы, гидрофобтылық бұрышының 112,3° -қа жетуі, 36,5 нм өлшемді көпқабатты графентәрізді кристаллиттердің түзілуі – қарапайым модификация кезінде алынатын әдеттегі нәтижелерден айтарлықтай жоғары. Мұндай көрсеткіштер материалда терең наноқұрылымдық қайта түзілімдер жүретінін көрсетеді. 7.3 Зерттеу барысында алынған көрсеткіштер мен анықталған құрылымдық механизмдер алғаш рет ғылыми айналымға енгізіліп отыр. 1-тұжырымның жаңалығы: механохимиялық активтендірілген Көксу шунгитінің битум құрылымында графен тәрізді кристаллиттер түзуі және реологиялық ауысу температурасын 5,7 °C -қа өзгертуі алғаш рет анықталған жаңа ғылыми дерек. 2-тұжырымның жаңалығы: лимон қабығы биокөмірінің PG 70/100 битумының модуліне, ауысу температурасына және антиоксиданттық қасиеттеріне ықпалы жөніндегі нәтижелер биокөмірдің пластиналық құрылымдық әсерін алғаш рет сандық түрде көрсетеді. 3-тұжырымның жаңалығы: биокөмірден алынған графен оксидінің битумға 20–250 нм диапазонында біркелкі таралуы және шаршау төзімділігін 2 есе арттыруы ғылыми әдебиетте алғаш рет дәлелденген. 4-тұжырымның жаңалығы: көміртектендірілген

			күріш қауызының 57,5% көміртекке дейін байытылып, 36,5 нм графентәрізді құрылымдар түзе отырып битум гидрофобтылығын 112°-қа жеткізуі – алғаш рет ұсынылған жаңа ғылыми нәтижелер. 7.4 Алынған нәтижелер жол-құрылыс индустриясында, гидрооқшаулағыш материалдар өндірісінде, жоғары төзімді мастикалар мен модификацияланған битумдар дайындауда тікелей қолдануға толық мүмкіндік береді. Зерттелген көміртекті модификаторлар битумның беріктігін, шаршауға төзімділігін, температуралық тұрақтылығын, адгезиясын және гидрофобтылығын айтарлықтай жақсартып, материалдың қызмет ету мерзімін ұлғайтуға жағдай жасайды. Сонымен қатар, модификацияның ұсынылған әдістері битум өңдеу процестерін күрделендірмейді, керісінше, өндірісте стандартты араластыру режимдерімен үйлеседі және қосымша жоғары энергия шығынын талап етпейді. Сондықтан зерттеудің практикалық нәтижелері өнеркәсіптік масштабта енгізуге жоғары әлеуетке ие және қазіргі заманауи битум технологияларын жаңғыртуға нақты мүмкіндік береді. 7.5 Тұжырымдар келесі мақалаларда дәлелденген: 1. Zhambolova A., Ongarbayev Y., Kenzhegaliyeva A., Abdikhan D. Mechanochemically Activated Shungite as an Additive to Improve Bitumen Characteristics // J. Ecol. Eng. 2023. Т. 24. С. 218–226. DOI:10.12911/22998993/171563. 2. Zhambolova A., Kenzhegaliyeva A., Ongarbayev Y. Effect of Nanostructured Shungite on the Rheological Properties of Bitumen // Infrastructures. 2024. Т. 9, № 9. DOI:10.3390/infrastructures9090146. 3. Caputo P., Gargiulo V., Calandra P., Loise V., Cimino L., Clemente C., Kenzhegaliyeva A., Ongarbayev Y., Oliviero Rossi C., Pochilskj M., Gapinski J., Alfè M. Valorization of Agricultural Wastes into Environmentally Sustainable Asphalt Binders // Molecules. 2025. Т. 30, № 17. DOI:10.3390/molecules30173473.

			4. Hashami M., Ongarbayev Y., Tileuberdi Y., Imanbayev Y., Zhambolova A., Kenzhegaliyeva A., Mansurov Z. Integration of Coke and CNMs with Bitumen: Synthesis, Methods, and Characterization // Nanomaterials. 2025. Т. 15, № 11. DOI:10.3390/nano15110842.
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Әрбір жасалған зерттеу жұмыстарының орындалу әдістемесі диссертацияда нақты жазылған және сызбанұсқамен келтірілген.
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	1) ия;	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Диссертацияның нәтижелері заманауи ғылыми зерттеу әдістерін және компьютерлік деректерді өңдеу және түсіндіру әдістерін қолдану арқылы алынды. Бастапқы және соңғы өнімдерді зерттеу және талдау үшін заманауи физика-химиялық әдістер қолданылды: Инфрақызыл спектроскопиялық талдау BRUKER ALPHA, электронды микроскопиялық талдау Quanta 3D 200i, үлгі бөлшектерінің өлшемі Winner 2000E, атомдық күштік микроскопия (АКМ) Solver Spectrum және дифференциалды сканерлеуші калориметриялық талдау DSC 131.
		1) ия;	
		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):	Таңдап алынған әдістер дұрыс бағытта қолданылған, теориялық қорытындылар, өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған. Алынған нәтижелер мақалаларда жарияланып отырған.
		1) ия;	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.	Диссертациялық жұмыста 186 сілтеме келтірілген, бұл мәселені ашу және шешімдерді анықтау үшін жеткілікті.

		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз.	Пайдаланылған дереккөздерге сілтеме жасалуы әдеби шолуға жеткілікті.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертацияның теориялық маңызы битум құрылымына көміртекті наноматериалдардың әсер ету табиғатын ғылыми деңгейде түсіндірумен байланысты. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде наноқұрылымдардың түзілу ерекшеліктері мен олардың битумның реологиялық және құрылымдық қасиеттерін өзгерту механизмдері айқындалды. Бұл тұжырымдар көміртекті модификаторларды қолданудың теориялық негізін кеңейтіп, битум материалтануы саласындағы ғылыми білімді толықтырады.
		1) бар;	
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді тәжірибеде қолдану ықтималдығы жоғары, себебі ұсынылған технология БНД 100/130, PG 70/100 және БН 90/10 маркалы наноқұрылымды материалдармен модификацияланған битум алудың оңтайлы параметрлерін анықтаумен зертханалық сынақтардан өтті.
		1) ия;	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Практикалық ұсыныстар зерттеу нәтижелеріне негізделген жаңа бағыттарды қамтиды. Көміртекті материалдарды қолдану арқылы битумның эксплуатациялық қасиеттерін тиімді жақсартуға мүмкіндік беретін заманауи технологиялық шешімдерді ұсынады. Бұл ұсыныстар өндірістік процестерді жетілдіруге және жаңа буын битумдық материалдарды әзірлеуге нақты үлес қоса алады.
		1) **толығымен жаңа;**	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Диссертацияның академиялық жазу сапасы жоғары. Ол түсінікті, ғылыми және техникалық тілде, қолжетімді, кәсіби стильде жазылған.
		1) жоғары;	
11.	Диссертацияға ескертулер		Диссертациялық жұмыс бойынша жұмыстың өзектілігі мен мазмұнына және құндылығына ешқандай кедергі келтірілмейтін келесідей ескертулер бар:

			1. 11-кестеде биомасса үлгілеріндегі тұрақты көміртек мөлшері көрсетілген. Бұл шаманың 12-кестедегі осы үлгілердегі көміртек мөлшерінен айырмашылығы неде? Сілтілі лигнин құрамында тұрақты көміртек 20,3 % болғанда, неліктен максималды биокөмір мөлшері 62 % түзіледі? 2. 13-кесте бойынша биокөмір үлгілерінің құрамында 43 % -ға дейін басқа элементтер бар. Бұл қандай элементтер және олардың көп мөлшерде қалай болуы қалай тұсіндіріледі? 3. 45-суреттегі сызбанұсқада асфальтен оксидінің түзілуі көрсетілген. Асфальтен оксиді битумның сипаттамаларыны қалай әсер етеді? 4. 26- және 26-кестедегі мәліметтер бойынша 2-үлгі ғана 90° -тан аз орташа жанасу бұрышын және 0-ге тең әктасқа адгезия шамасын көрсетті. Бұл үлгінің басқа үлгілерге қарағанда осы сипаттамаларының өзгеше болуы неліктен?
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)		Докторанттың ғылыми мақалалары зерттеу тақырыбының мазмұнын терең ашып, жоғары ғылыми деңгейде орындалған. Жарияланымдарда алынған эксперименттік нәтижелер заманауи талдау әдістерімен негізделіп, теориялық тұжырымдармен үйлесімді түрде берілген. Мақалалардың ғылыми сапасы зерттеу бағытының өзектілігін және автордың ғылыми құзыреттілігін дәлелдейді.

13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)		Кенжеғалиева Әлия Рухуллақызы «Мұнай битумдарын наноматериалдармен түрлендіру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысында нанокұрылымды шунгит, лимон қабығының биокөмірі, көміртектенген күріш қауызы сияқты наноматериалдарды алып және олармен мұнай битумын түрлендіре отырып оның қасиеттерін жоғарылату тәсілдерін ұсынғаны үшін «8D07113 – Химиядағы наноматериалдар мен нанотехнологиялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беруге ұсынылады.

Ресми рецензенттер пікірлерінде келесі шешімдердің бірін көрсетеді:

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

2) диссертацияны пысықтауға жіберу (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайлардан басқа);

3) философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор ғылыми дәрежесін беруден бас тарту

Ресми рецензенттер пікірлерінің көшірмелері докторантқа диссертация қорғауға дейін кемінде 5 (бес) жұмыс күнінен кешіктірілмей беріледі.

Ресми рецензент:

Қазақстан-Британ техникалық университетінің

Энергетика және мұнайгаз индустриясы мектебінің

Профессоры, PhD **Сарсенбекұлы Б.**