

8D07113 – «Аддитивті өндіріс» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Калмағанбетов Санжар Арманұлының «Электромобильге арналған механикалық беріліс қорабы бөлшектерінің геометриялық дәлдігі мен сенімділігін оңтайландыру» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензент т.ғ.д., профессор, халықаралық көлік-гуманитарлық университетінің ректоры - Турдалиев Аuezхан Турдалұлының

ЖАЗБАША ШКІРІ

Р/Н №	Критерийлер	Критерийлерге сәйкестік (жауап нұсқаларының бірін атап өту керек)	Ресми рецензенттің позицияны негіздеуі
1	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/ немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі); 2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы) 3) <u>Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету).</u>	Диссертациялық зерттеу мазмұны Қазақстан Республикасының ғылымды дамытуға бағытталған мемлекеттік бағдарламалары мен стратегиялық бастамаларына толық сәйкес келеді. Жұмыс тақырыбы «Энергетика және машина жасау» саласындағы басым бағытқа жатады және ҚР Үкіметінің 2023 жылғы №248 қаулысымен бекітілген 2023–2029 жж. арналған білім және ғылымды дамыту бағдарламасының мақсаттарына толықтай үйлеседі.
2	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған/ашылмаған</u>	Диссертациялық жұмыс ғылымға елеулі үлес қосады, және оның маңыздылығы толық ашылған. Зерттеу барысында алғаш рет электромобильдердің трансмиссиясына арналған тісті доңғалақтардың массасын азайта отырып, олардың геометриялық дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін торлы құрылымдарға негізделген жаңа конструкция ұсынылған. Жұмыста басып шығару және кейінгі өңдеу кезінде геометриялық дәлдікті сақтау жолдары анықталып, дайындалған үлгілердің жұмыс қабілеттілігі мен сенімділігін болжауға арналған математикалық модель жасалған, ал алынған нәтижелер nTopology және KISSsoft орталарында жүргізілген 3D модельдеу арқылы расталған.

			Диссертациялық жұмыс трибология, машинатану және аддитивті өндіріс салаларына қосымша ғылыми база мен жаңа тәсіл ұсынып, ғылымның дамуында маңызы бар жаңалықтармен толықтырылған.
3	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Зерттеу барысында докторант өз бетімен тақырыпты тандаудан бастап, ғылыми мақсаттар мен міндеттерді қалыптастыру, әдіснаманы тандау, теориялық және практикалық зерттеулерді орындау және қорытынды жасауға дейінгі барлық кезеңдерге белсенді қатысқаны байқалады. Жұмыстың құрылымы мен мазмұны оның дербес орындалғанын дәлелдейді.
4	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертацияның өзектілігі ғылыми-техникалық және өндірістік талаптарға толық сай негізделген. Қазіргі таңда әлемдік автомобиль өнеркәсібі қарқынды түрде электр көліктеріне көшуде. Электромобильдердің тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін олардың энергетикалық шығынын азайту, жүріс қоры мен қуат үнемділігін көбейту өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл міндетті шешуде трансмиссия элементтерінің, атап айтқанда тісті доңғалақтардың салмағын азайта отырып, олардың геометриялық дәлдігі мен сенімділігін сақтау негізгі талап болып саналады.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) айқындайды; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды.	Диссертация бөлімдері тақырыпқа толық сәйкес келеді және ғылыми логикаға бағына отырып жүйелі түрде құрылған. Барлық тараулар бір-бірімен байланысып, зерттеу бағытын дәйекті түрде ашады.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкескеледі; 3) сәйкес келмейді	Диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттері тақырыппен толық сәйкес келеді. Тақырыпта көрсетілгендей, электромобильдердің трансмиссиясына арналған тісті доңғалақтардың массасын азайта отырып, олардың геометриялық дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл мақсатқа жету үшін селективті лазерлік балқыту (SLM) технологиясына негізделген торлы құрылымдарды қолдану қарастырылған. Қойылған міндеттер тісті доңғалақтың беріктігі

			мен массасының арақатынасын оңтайландыруды, SLM процесінің ерекшеліктерін ескере отырып торлы құрылым параметрлерін таңдауды, басып шығару мен кейінгі өңдеу кезінде геометриялық дәлдікті сақтауды, сондай-ақ дайын үлгілердің жұмыс қабілеттілігін сандық модельдеу және тәжірибелік сынақтар арқылы тексеруді қамтиды.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) <u>толық байланысқан</u> ; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ	Барлық бөлімдер логикалық бірізділікпен құрылған және ғылыми мақсаттар мен нәтижелерге жетуге бағытталған. Құрылысы жағынан диссертация толық үйлесімділікке ие.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) <u>сыни талдау бар</u> ; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген	Диссертациялық жұмыста автор ұсынған жаңа техникалық шешімдер – Тісті доңғалақтардың массасын азайтуға бағытталған торлы конструкцияларды SLM технологиясы негізінде қолдану нәтижелері теориялық талдау, сандық модельдеу (KISSsoft, ANSYS) және тәжірибелік сынақтар арқылы негізделген. Жаңа әдістердің артықшылықтары дәстүрлі толыққұйма доңғалақтармен салыстырылып, беріктік–массалық арақатынасты жақсарту, геометриялық дәлдікті сақтау және сенімділікті арттыру тұрғысынан тиімділігі көрсетілген. Бұл ғылыми нәтижелер бұрыннан белгілі шешімдерді толықтыра отырып, аддитивті өндіріс жағдайында қолдануға болатын жаңа техникалық қағидаттар ұсынатынын айғақтайды.
5	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады).	Диссертациядағы ғылыми нәтижелер мен қағидаттар толығымен жаңа болып табылады. Автордың жүргізген зерттеулері барысында келесі бірегей ғылыми нәтижелерге қол жеткізілді: – Электромобильдер трансмиссиясының қолданыстағы конструкциялар сараланып, жеңіл электромобильдер үшін тиімді редуктордың таңдауы ғылыми тұрғыда негізделді. – Тіс профилінің оңтайлы геометриясымен және ішкі жеңілдетілген торлы құрылымымен тісті доңғалақтың сандық моделі жасалды. – Тісті доңғалақтарды селективті лазерлік балқыту (SLM) әдісі

			арқылы дайындаудың ғылыми негіздері айқындалып, оның артықшылықтары мен шектеулері көрсетілді. - Торлы құрылымды ескере отырып, тісті доңғалақтың кернеулі деформацияланған күйі есептеліп, оның беріктігі мен сенімділігі бағаланды. - Массаны азайту, геометриялық дәлдікті сақтау және жұмыс сенімділігін арттыру үшін тісті доңғалақтың жаңа конструкциялық шешімдері ұсынылды. Аталған ғылыми нәтижелер бұрынғы зерттеулермен тікелей салыстырылып, олардың артықшылықтары мен жаңалығы нақты негізделген. Сонымен қатар, барлық ұсынылған шешімдер теориялық, сандық және эксперименттік түрде дәлелденіп, ғылымға және машина жасау саласына елеулі үлес қосып отыр.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма? 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады).	Жұмыс қорытындылары тек жаңа ғана емес, сонымен қатар тәжірибе мен модельдеумен дәлелденген. Олардың жаңалығы отандық және халықаралық басылымдарда жарияланған мақалалармен және патенттермен расталған.
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Диссертациялық жұмыста ұсынылған техникалық, технологиялық және конструкциялық шешімдер жаңа әрі ғылыми негізделген. Тісті доңғалақтардың массасын азайту үшін торлы құрылымдарға негізделген конструкциялар жасалып, олардың тиімділігі дәлелденді. SLM аддитивті өндіріс технологиясының ерекшеліктерін ескере отырып, геометриялық дәлдікті сақтау жолдары айқындалды. Жаңа шешімдердің артықшылықтары теориялық талдау, сандық модельдеу және тәжірибелік сынақтар арқылы расталды. Сонымен қатар, бұл тәсілдер материал шығынын азайтып, өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.
6	Негізгі тұжырымдардың	Барлық негізгі тұжырымдар ғылыми тұрғыдан қарағанда маңызды дәлелдемелерде	Диссертациялық жұмыстағы барлық негізгі тұжырымдар мен ұсыныстар ғылыми тұрғыдан маңызды теориялық зерттеулерге

	дұрыстығы	негізделген/негізделмеген	және эксперименттік мәліметтерге негізделген және тұжырымдалған.
7	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденген бе? 1) <u>дәлелденді</u>; 2) <u>шамамен дәлелденді</u>; 3) <u>шамамен дәлелденбеді</u>; 4) <u>дәлелденбеді</u>.	Қорғауға ұсынылған негізгі ғылыми қағидаттар және теориялық модельдер жан-жақты негізделіп, KISSOFT, ANSYS және nTopology бағдарламасындағы сандық модельдеумен және арнайы стендтегі эксперименттік зерттеулермен дәлелденген.
		7.2 Тривиалды ма? 1) <u>ия</u>; 2) <u>жоқ</u>.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар тривиалды емес. Ұсынылған қағидаттар стандартты емес, оларда ғылыми жаңашыл идеялар мен практикалық маңыз зор. Бұл шешімдер заманауи машина жасау ғылымында бұрын қолданылмаған тәсілдерді қамтиды.
		7.3 Жаңа ма? 1) <u>ия</u>; 2) <u>жоқ</u>.	Ұсынылған идеялар мен әдістер жаңа, отандық ғылымда бірінші рет ұсынылып отыр. Бұл жаңалықтар патенттік қорғаумен расталған.
		7.4 Қолдану деңгейі: 1) <u>тар</u>; 2) <u>орташа</u>; 3) <u>кең</u>	Жаңа шешімдер мен технологиялар кең ауқымды қолданысқа ие болуы мүмкін, әсіресе көлік және машина жасау салаларындағы өндірістік кәсіпорындарда.
		7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) <u>ия</u>; 2) <u>жоқ</u>.	Диссертациялық нәтижелер ғылыми басылымдарда кеңінен жарияланған. Жетекші журналдар мен конференцияларда жарық көрген еңбектер ұсынылған тұжырымдардың сенімділігін растайды. Диссертациялық зерттеудің нәтижесінде 26 ғылыми еңбек жарыққа шыққан. Оның ішінде 1 ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚҚ ұсынған журналдарда, 2 Scopus базасына кіретін журналда жарияланған.
8	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылатын ақпараттың	8.1 Әдістеменің тандауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: 1) <u>ия</u>; 2) <u>жоқ</u>.	Зерттеу әдістемесі дұрыс тандалған және жүйелі сипатталған. Теориялық және тәжірибелік әдістердің үйлесімділігі зерттеудің жоғары деңгейде орындалғанын көрсетеді. Зерттеу барысында эксперименттік зерттеулер пайдаланылып, геометриялық оңтайландыруды сипаттайтын математикалық модельдеу және

	дәйектілігі		KISSOFT, ANSYS және nTopology бағдарламалық кешенінде 3D сандық модельдеу қолданылды.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: 1) <u>ия</u> ; 2) жоқ.	Диссертациялық жұмыс барысында заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету мен зерттеу әдістері белсенді пайдаланылған. Автор сандық модельдеу (KISSsoft, ANSYS), топологиялық және құрылымдық оңтайландыру (nTopology, CAESS ProTop) бағдарламалық кешендерін тиімді пайдаланып, тісті доңғалақтардың беріктік-массалық арақатынасын зерттеген. Сонымен қатар, алынған нәтижелерді талдау барысында заманауи есептеу әдістері мен визуализация құралдары қолданылып, аддитивті өндірістің ерекшеліктерін ескеретін ғылыми тұрғыда негізделген қорытындылар жасалған.
		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): 1) <u>ия</u> ; 2) жоқ.	Диссертациялық жұмыста алынған теориялық қорытындылар, математикалық модельдер және анықталған заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен толық расталған.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған	Барлық негізгі тұжырымдар заманауи ғылыми әдебиеттермен және сенімді дереккөздермен негізделген.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз	Әдебиеттердің саны мен мазмұны шолу үшін толық жеткілікті.
9	Практикалық құндылық принципі	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар: 1) <u>ия</u> ; 2) жоқ.	Диссертациялық зерттеу теориялық маңызға ие, себебі селективті лазерлік балқыту технологиясының ерекшеліктерін ескере отырып торлы құрылымдарды қолданудың теориялық негіздері жасалды, беріктік-массалық арақатынастың заңдылықтары айқындалды, геометриялық дәлдікті сақтау жолдары негізделді және үлгілердің жұмыс қабілеттілігі мен сенімділігін болжауға арналған математикалық модель ұсынылды.

		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) <u>ия</u> ; 2) <u>жоқ</u> .	Диссертацияның практикалық маңызы жоғары, себебі алынған нәтижелер нақты өндірістік жағдайларда қолдануға бейімделген.
		9.3 Тәжірибеге ұсыныстар жаңа болып табылады ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады).	Тәжірибеге берілген ұсыныстар толығымен жаңа. Олар заманауи талаптарға сай және өндірістік енгізу мүмкіндігі жоғары.
10	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары</u> ; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Диссертациялық жұмыс логикалық тұрғыдан құрылған, қол жетімді кәсіби ғылыми-техникалық тілде жазылған. Барлық тұжырымдар түсінікті және мазмұнды анық.

Диссертация бойынша ескертулер мен ұсыныстар: селективті лазерлік балқыту процесінің өндірістік шығындары мен технологиялық шектеулеріне қатысты экономикалық және практикалық тұрғыдан қосымша талдау жасау жұмыстың қолданбалы маңызын арттыра алады. Жалпы келтірілген ескертулер ұсынымдық сипатқа ие болып табылады және диссертациялық жұмыстың нәтижелерінің өзектілігін еш төмендетпейді.

Жоғарыда айтылғандарға негізделе отырып, Калмаганбетов Санжар Арманулының «Электромобильге арналған механикалық беріліс қорабы бөлшектерінің геометриялық дәлдігі мен сенімділігін оңтайландыру» тақырыбына орындалған диссертация аяқталған ғылыми зерттеу болып табылады, ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылыми дәрежелерді беру ережелеріне толық сәйкес келеді, ал оның авторы Калмаганбетов Санжар Арманулы 8D07113 – «Аддитивті өндіріс» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуына лайық.

Халықаралық көлік-гуманитарлық университетінің
Ректоры т.ғ.д., профессор



Тұрдалиев Ә.Т