

8D07113 – «Аддитивті өндіріс» білім беру бағдарламасы 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 PhD докторы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университетінің «Механика және машинажасау» кафедрасының қауымдастырылған профессоры Ибрагимова Зауре Асилбековнаның

ЖАЗБАША ПІКІРІ

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 электромобильдердің трансмиссиясына арналған тісті доңғалақтардың геометриялық дәлдігі оңтайландырып және сенімділігін сақтайтын торлы құрылымдарға негізделген жаңа инженерлік шешім ұсынылған. Бұл шешім SLM аддитивті өндіріс технологиясының ерекшеліктерін ескерумен жүзеге асырылып, тісті доңғалақтың беріктік пен масса арасындағы оңтайлы арақатынасты қамтамасыз ету мүмкіндігі теориялық

			зерттеулермен, сандық модельдеумен және тәжірибелік сынақтармен дәйектелген.
3	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) <u>жоғары</u> ; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертациялық зерттеуде автордың жеке үлесі тақырыпты айқындап, оны ғылыми тұрғыда негіздеуден, қойылған міндеттерді анықтаудан, теориялық және тәжірибелік ізденістер жүргізуден, сондай-ақ орындалған жұмыстың әдістемелік деңгейін қамтамасыз етуден көрініс табады. Бұл жағдай зерттеу барысында автордың дербестігі жоғары екенін және ғылыми нәтижелердің сенімділігін дәлелдейді.
4	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертацияның өзектілігі ғылыми-техникалық және өндірістік талаптарға толық сай негізделген. Электр көліктерінің кеңінен таралуы көлік саласының дамуын жаңа ғылыми-техникалық шешімдерді қажет ететін деңгейге жеткізді. Электромобильдердің энергетикалық тиімділігін арттыру мен сенімділігін қамтамасыз етуде трансмиссия элементтерінің, әсіресе тісті доңғалақтардың конструкциялық ерекшеліктері шешуші рөл атқарады. Тісті доңғалақтардың массасын азайта отырып, олардың геометриялық дәлдігі мен жұмысқа қабілеттілігін сақтау – қазіргі заманғы машина жасаудағы өзекті ғылыми міндеттердің бірі. Дәстүрлі өндіріс әдістері күрделі ішкі геометриялы, салмағы жеңілдетілген бөлшектерді дайындауда шектеулі мүмкіндікке ие, ал селективті лазерлік балқыту (SLM) технологиясы бұл мәселені шешудің тиімді құралы ретінде қарастырылады.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) <u>айқындайды</u> ; 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) <u>сәйкес келеді</u> ; 2) жартылай сәйкескеледі; 3) сәйкес келмейді	Диссертациялық жұмыстың мақсаты мен міндеттері тақырыппен толық сәйкес келеді. Жұмыста белгіленген мақсат электромобиль трансмиссиясына арналған тісті доңғалақтардың массасын азайта отырып, олардың геометриялық дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ету болып табылады. Бұл мақсатқа жету үшін

			қойылған міндеттер теориялық талдау, сандық модельдеу және тәжірибелік зерттеулер арқылы кезең-кезеңімен іске асырылған, нәтижесінде тақырыптың ғылыми және қолданбалы маңызы айқындалған.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) <u>толық байланысқан</u> ; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ	Зерттеу жұмысын орындау барысында автор диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылымдық элементтерінің өзара ішкі логикалық бірізділігін және толық байланысын сақтай алған.
		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	Автор ұсынған жаңа шешімдер ғылыми тұрғыда жан-жақты негізделген. Зерттеу барысында тісті доңғалақтардың массасын азайту үшін селективті лазерлік балқыту (SLM) технологиясына бейімделген торлы құрылымдарға негізделген жаңа конструктивтік тәсіл ұсынылды. Бұл шешімнің тиімділігі теориялық талдау арқылы дәлелденіп, KISSsoft, ANSYS және nTopology секілді заманауи бағдарламалық орталарда сандық модельдеу нәтижелерімен расталды, сондай-ақ тәжірибелік сынақтармен нақты негіздеме берілді. Ұсынылған әдістер дәстүрлі толыққұйма доңғалақтармен салыстырылып, олардың беріктік–массалық арақатынасты жақсарту, геометриялық дәлдікті сақтау және сенімділік деңгейін арттыру тұрғысынан артықшылықтары айқын көрсетілді. Осылайша, жаңа қағидаттар бұрыннан белгілі шешімдерді толықтыра отырып, аддитивті өндіріс пен машина жасау салалары үшін ғылыми құндылығы жоғары баламалы тәсілдер ретінде бағаланған.
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. Автор жүргізген зерттеулердің нәтижесінде электромобильдер трансмиссиясының қолданыстағы конструкциялары сараланып, жеңіл электромобильдер үшін тиімді редукторды таңдаудың ғылыми негіздері жасалды. Тіс профиінің оңтайлы геометриясымен және ішкі жеңілдетілген торлы құрылымымен тісті доңғалақтың сандық моделі әзірленіп, оның беріктік және массалық сипаттамалары жан-жақты зерттелді.

			Сонымен қатар, тісті доңғалақтарды селективті лазерлік балқыту (SLM) әдісі арқылы дайындаудың ғылыми негіздері анықталып, бұл технологияның артықшылықтары мен шектеулері айқындалды. Торлы құрылымдарды ескере отырып, тісті доңғалақтың кернеулі-деформацияланған күйі есептеліп, оның беріктігі мен сенімділігі сандық модельдеу нәтижелерімен бағаланды. Нәтижесінде массаны азайту, геометриялық дәлдікті сақтау және жұмыс сенімділігін арттыруға бағытталған жаңа конструкциялық шешімдер ұсынылды. Аталған ғылыми нәтижелер бұрынғы зерттеулермен салыстырылып, олардың артықшылықтары мен жаңалығы нақты негізделді. Барлық ұсынылған шешімдер теориялық, сандық және тәжірибелік тұрғыда дәлелденіп, ғылым мен машина жасау саласының дамуына елеулі үлес қосады.
		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)	Ұсынылған техникалық шешімдер өз құрылымы мен қолдану тәсілі жағынан ерекше. Тісті доңғалақтардың массасын азайту үшін SLM аддитивті өндіріс технологиясына бейімделген торлы құрылымдарды қолдану табылады. Сонымен бірге, экономикалық тиімділік тетіктері массаның азаюы есебінен материал шығынының қысқаруымен және энергия үнемділігінің артуымен негізделген. Сондықтан ұсынылған шешімдер ғылыми және практикалық тұрғыда өзектілігі жоғары, жаңа әрі негізделген деп бағаланады.
6	Негізгі тұжырымдардың дұрыстығы	Барлық негізгі тұжырымдар ғылыми тұрғыдан қарағанда маңызды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген	Жұмыстағы барлық тұжырымдар ғылыми тұрғыдан жан-жақты дәлелдермен негізделген. Диссертацияның әр бөлімінде аралық қорытындылар беріліп, соңғы бөлімде нәтижелер кең көлемді

			дәлелдеулермен тұжырымдалған.
7	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденген бе? 1) <u>дәлелденді</u>; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді.	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) ия; 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) жоқ.	Ұсынылған идеялар мен әдістер жаңа, отандық ғылымда бірінші рет ұсынылып отыр. Бұл жаңалықтар патенттік қорғаумен расталған.
		7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 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) жоқ.	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 ҒЖБССҚК ұсынған журналдарда, 2 Scopus базасына кіретін журналда жарияланған.
8	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылатын ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: 1) <u>ия</u>; 2) жоқ.	Зерттеу әдістемесі орынды таңдалып, жүйелі түрде баяндалған. Теориялық және тәжірибелік тәсілдердің тиімді үйлесімі жұмыстың жоғары ғылыми деңгейде орындалғанын дәлелдейді. Жүргізілген зерттеулер барысында эксперименттік сынақтармен қатар, геометриялық оңтайландыруға арналған математикалық модельдеу әдістері қолданылып, KISSsoft, ANSYS және nTopology

			бағдарламалық орталарында үшөлшемді сандық модельдеу жүзеге асырылды.
		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) <u>жоқ</u> .	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 (SolidWorks) қолданылған.
		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) <u>жоқ</u> .	Диссертациялық жұмыста алынған теориялық қорытындылар, математикалық модельдер және анықталған заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен толық расталған.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / 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) <u>жоқ</u> .	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) <u>жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады)</u> ; 3) <u>жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)</u> .	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) <u>орташа</u> ; 3) <u>орташадан төмен</u> ; 4) <u>төмен</u> .	Диссертациялық жұмыс логикалық тұрғыдан құрылған, қол жетімді кәсіби ғылыми-техникалық тілде жазылған. Барлық тұжырымдар түсінікті және мазмұнды анық.

Диссертация бойынша ескертулер мен ұсыныстар: зерттеу барысында алынған сандық және тәжірибелік нәтижелердің статистикалық өңдеуін тереңірек жүргізу жұмыстың дәлдігін арттыра түсер еді. Ұсынылған торлы құрылымдардың ұзақ мерзімді сенімділігін бағалау үшін қосымша циклдік жүктемелерге арналған сынақтар жүргізу қажет. 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» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуына лайық.

PhD доктор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан
зерттеу университетінің «Механика және машинажасау»
кафедрасының қауымдастырылған профессоры



Ибрагимова З.А.