

**«8D05301 – Физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
Маулет Меруерттің «Ni-Cr-Al негізіндегі детонациялық жабындардың құрылымы мен қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтары»
атты диссертациясына
РЕСМИ РЕЦЕНЗЕНТТІҢ 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) <u>диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);</u> 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.	Диссертация тақырыбы «Энергия, озық материалдар және көлік» атты ғылымды дамытудың басым бағытына сәйкес келеді. Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің қаржыландыруымен жүзеге асырылған бірқатар ғылыми жобалар аясында орындалған. Атап айтқанда, жұмыс келесі ғылыми жобалар шеңберінде жүргізілді: – AP08957765 «Жылу энергетикалық жабдықтарының жоғары температуралы элементтерін коррозиядан қорғау үшін Ni-Cr-Al негізіндегі функционалды градиент жабындарын жасау» (2020–2021 жж. гранттық қаржыландыру); – AP22688426 «NiCrAl негізіндегі детонациялық жабынның қорғаныштық қасиеттерін арттыру» (2024–2026 жж., «Жас ғалым» жобасы аясындағы гранттық қаржыландыру); – BR24992876 «Құралдар, машина мен жабдықтар бөлшектерінің пайдалану сипаттамаларын арттыру үшін беттік өңдеу және композициялық қорғаныш жабындарын алу технологияларын әзірлеу және апробациялау» (2024–2026 жж. бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру).
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған</u> /ашылмаған.	Диссертациялық жұмыста детонациялық бүрку технологиясының режимдерін өзгерте отырып Ni-Cr-Al негізіндегі жабындардың құрылымдық-фазалық күйлерінің қалыптасуы зерттелген. Зерттеу нәтижелері негізінде

			детонациялық бүрку әдісімен Ni-Cr-Al градиентті жабынын алудың тәсілі әзірленіп, Қазақстан Республикасының пайдалы модельге арналған патентімен қорғалған. Жұмыста Ni-Cr-Al жабынының ыстыққа төзімділігі кешенді түрде зертханалық және өндірістік ортада зерттелген және 12Х1МФ ыстыққа төзімді төмен легрленген болатының бетіне қорғаныш жабыны ретінде ұсынылған. Бұл жұмыс нәтижелері Ni-Cr-Al негізіндегі қорғаныш жабындарын алу технологиясы мен қолдану саласын едәуір кеңейтеді. Атап айтқанда жоғары температурада жұмыс жасайтын бөлшектердің бетіне қорғаныш жабыны ретінде өндірісте, жылу электр станциясында қолдануға болады. Алынған нәтижелер жоғары рейтингті шетелдік журналда жарияланған, бұл жұмыстың ғылыми құндылығын дәлелдейді.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) <u>жоғары</u> ; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертация мазмұны мен құрылымына қарап, жұмыстың негізгі бөліктері (теориялық талдау, эксперименттік зерттеулер, қорытындылар) докторанттың өз қолымен орындалғаны байқалады. Зерттеудің логикасы мен стильдік ерекшеліктері жұмыстың дербес орындалғанын көрсетеді. Зерттеу нәтижелері жарияланған мақалаларда докторанттың бірінші немесе жауапты (корреспондент) автор ретінде көрсетілуі оның жұмысты өз бетінше орындағанын қосымша түрде дәлелдейді. Сондақтан, диссертациялық жұмысты өзі жазу деңгей жоғары деп бағаланды.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген.	Зерттеу тақырыбының өзектілігін ашу үшін кең көлемді әдеби шолу жүргізілген, соның негізінде зерттеу мақсаты мен міндеттері нақты тұжырымдалған. Докторант диссертациялық зерттеудің өзектілігін жоғары температуралы орталарда жұмыс істейтін техникалық жүйелер мен құрылымдық

			элементтердің сенімділігін арттыру қажеттілігімен негіздейді. Атап айтқанда, Ni-Cr-Al негізіндегі жабындардың бетінде Al_2O_3 оксидті қорғаныш қабатын түзу үшін құрамдағы алюминийдің массалық үлесін оңтайландыру қажеттілігі негізделген. Осылайша, диссертация тақырыбының ғылыми және практикалық өзектілігі нақты және дәйекті түрде негізделген.
	4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) <u>айқындайды</u> ; 2) ішінара айқындайды; 3) айқындамайды.		Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын толық айқындайды. Жұмыстың барлық бөлімдері Ni-Cr-Al жабындарының құрылымы мен қасиеттерін зерттеумен байланысты және алынған нәтижелер диссертация тақырыбына сәйкес келеді.
	4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) <u>сәйкес келеді</u> ; 2) ішінара сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді.		Диссертациялық жұмыста қойылған зерттеу мақсаты мен ғылыми міндеттер жұмыстың тақырыбына толықтай сәйкес келеді. Детонациялық бүрку кезінде Ni-Cr-Al негізіндегі жабын құрылымының қалыптасуын зерттей отырып, элементтердің таралуы бойынша градиентті жабын алу әдісін әзірленген. Сонымен қатар детонациялық бүрку әдісімен алынған Ni-Cr-Al негізіндегі элементтердің таралуы бойынша біртекті және градиентті жабындардың механика-трибологиялық және ыстыққа төзімділік қасиеттері салыстырмалы түрде зерттелген.
	4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) <u>толық байланысқан</u> ; 2) ішінара байланысқан; 3) байланыс жоқ.		Диссертациялық жұмыстың бөлімдері логикалық байланысқан. Жұмыс кіріспеден, төрт негізгі тараудан және қорытынды бөлімнен тұрады. Әр тараудың мазмұны өзара сабақтас және жұмыстың негізгі ғылыми нәтижелері жүйелі түрде тұжырымдалған.

		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) <u>сыни талдау бар</u>; 2) талдау ішінара жүргізілген; 3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген; 4) талдау жоқ.	Диссертацияда жүргізілген зерттеу нәтижелері белгілі ғылыми түсініктер мен нәтижелерге қайшы келмейді. Ni-Cr-Al негізіндегі жабындардың фазалық құрылымының қалыптасуы Thermo-Calc бағдарламасының 2024 жылғы жаңартылған деректер базасымен есептелген Ni-Cr-Al жүйесінің фазалық диаграммасына сәйкес зерттелген. Жабындарды жоғары температурлық сынау нәтижелері басқа авторлардың еңбектерімен салыстырылып бағаланған. Атап айтқанда ыстық коррозияға сынау S.M. Jiang зерттеулерінде көрсетілген әдістемеге сәйкес жүргізілген. Автор қолданған зерттеу әдістері зерттеу стандарттарна сай келеді және зерттеу мақсатына қол жеткізуге толық мүмкіндік береді.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыстың ғылыми нәтижелері жаңа. Жұмыста алғаш рет детонациялық бүрку әдісімен алынған градиентті және біртекті құрылымды NiCr-Al жабынының трибологиялық және жоғары температураға төзімділік қасиеттері кешенді түрде салыстырмалы зерттелген. Ғылыми нәтижелер Қазақстан Республикасының «Функционалды-градиентті жабынды алу тәсілі» пайдалы модельге арналған патентімен қорғалған (№8922, 07.03.2024 жарияланған).
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыста әр тарау бойынша жекелеген қортындылар жасалған және бұл нәтижелер жүйелі түрде жинақталып, жұмыстың негізгі қорытынды бөлімінде тұжырымдалған. Алынған нәтижелер бұрынғы зерттеулерді толықтырып қана қоймай, жаңа ғылыми деректер негізінде қолданбалы мақсатта пайдалануға жол ашады.
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Диссертациялық жұмыста ұсынылған техникалық және технологиялық шешімдер ғылыми тұрғыдан негізделген және жаңалық элементтеріне ие. Жаңа технологиялық режимдер

		1) <u>толығымен жаңа</u>; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	детонациялық жабындардың құрылымдық қасиеттерін басқаруға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижесінде ұсынылған параметрлер жүйесі жабын сапасын арттыруға, ал өндірістік процестерді оңтайландыруға ықпал етеді. Бұл шешімдер нақты технологиялық міндеттерді шешуге бағытталған және өндірістік қолдануға бейімделген. Ұсынылған шешімдердің ғылыми негізділігі мен қолданбалы маңыздылығы келесі көрсеткіштермен расталады: – Web of Science және Scopus дерекқорларында индекстелетін рецензияланатын журналдарда жарияланған 2 ғылыми мақала; – Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің сапа комитеті ұсынған басылымдарда жарық көрген 7 мақала; – Халықаралық конференциялар материалдарында ұсынылған 8 баяндама; – Қазақстан Республикасының пайдалы модельге арналған патенті (№8922); Осы деректер диссертациялық жұмыста ұсынылған техникалық және технологиялық шешімдердің ғылыми және практикалық тұрғыда толық негізделгенін және жаңашыл екенін көрсетеді.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде <u>негізделген</u>/негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Барлық негізгі тұжырымдар ғылыми тұрғыдан маңызды дәлелдерге негізделген, олар зертханалық және өндірістік сынақтармен расталған.

7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) <u>дәлелденді</u>; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	Қорғауға шығарылған барлық негізгі тұжырымдар теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу арқылы дәлелденген.
		7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) <u>жоқ</u>; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес.	Жұмыста тривиалдылық жоқ. Барлық тұжырымдар түпнұсқалы және жаңа болып табылады.
		7.3 Жаңа ма? 1) <u>ия</u>; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес.	Диссертацияны қорғауға шығарылған барлық тұжырымдар жаңашыл болып табылады, бұл Scopus және WoS деректер базасына кіретін жоғары рейтингілі журналдардағы, ҚР ҒЖБМ БҒСБК ұсынған журналдардағы жарияланған, пайдалы модельге патент алынған, сондай-ақ халықаралық конференцияларда баяндалған.
		7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) <u>кең</u> 4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	Диссертациялық жұмыста алынған ғылыми нәтижелер мен жасалған технологиялық шешімдер кең ауқымда қолдануға жарамды. Атап айтқанда, зерттеу нәтижелері энергетикалық машинажасау, жылу энергетикасы, металлургия және жоғары температуралы агрессивті ортада жұмыс істейтін өнеркәсіптік жабдықтар үшін тотығуға және механикалық тозуға төзімді қорғаныш жабындарын әзірлеу мен оңтайландыруда практикалық тұрғыда қолданылуы мүмкін. Ұсынылған

			градиентті Ni-Cr-Al жабындары техникалық бұйымдардың сенімділігін арттырып, олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға ықпал етеді. Сондықтан диссертация нәтижелерінің қолдану деңгейі кең деп бағаланады.
		7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) <u>ия</u> ; 2) жоқ 3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	Диссертацияда ұсынылған барлық ғылыми тұжырымдар өздерінің дәлдігі мен шынайылығын Scopus, WoS деректер базасына кіретін жоғары рейтингілі журналдардағы, сондай-ақ ҚР ҒЖБМ БҒСБК ұсынған журналдардағы жарияланымдар арқылы дәлелдеді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері халықаралық конференцияларда ұсынылып, талқыланған.
8.	Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған: 1) <u>ия</u> ; 2) жоқ.	Автор таңдаған әдістеме негізделген және диссертациялық жұмыстың тиісті бөлімінде егжей-тегжейлі сипатталған. Зерттеуде қолданылған әдістер заманауи, жақсы апробацияланған және ғылыми қауымдастықта кеңінен мойындалған.
		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 жұмыста зерттеудің заманауи әдістерінің кешені қолданылған: рентгенқұрылымдық талдау (XRD), сканерлі электрондық микроскопия (SEM), сондай-ақ механикалық (Виккерс әдісі) және трибологиялық сынау әдістері (шар-диск; штифт-диск). Эксперименттік деректерді өңдеу үшін заманауи бағдарламалық құралдар пайдаланылған. Ni-Cr-Al негізіндегі жабындардың фазалық құрылымының қалыптасуы Thermo-Calc бағдарламасының 2024 жылғы жаңартылған деректер базасымен есептелген. Мұндай тәсіл алынған нәтижелердің жоғары дәлдігі мен қайталануын қамтамасыз етті.
		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар	Диссертациялық жұмыста ұсынылған теориялық тұжырымдар мен анықталған заңдылықтар кешенді эксперименттік зерттеулермен толық дәлелденген және расталған.

		эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді): <u>1) ия;</u> 2) жоқ.	Жабындардың механикалық (микроқаттылық, адгезия), трибологиялық (үйкеліс коэффициенті, тозу қарқындылығы) және жоғары температуралық тотығуға төзімділік қасиеттеріне жүргізілген зерттеулер теориялық модельдер мен өзара байланыстардың дұрыстығын нақты көрсетіп берген. Осылайша, диссертацияда жасалған теориялық қорытындылар мен анықталған заңдылықтар эксперименттік деректермен ғылыми түрде дәлелденген.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған.	Маңызды тұжырымдар өзекті және ғылыми әдебиеттерге сілтемелер арқылы расталған. Эксперимент нәтижелері ғылыми тұрғыдан талқыланды және әдеби дереккөздерге негізделген.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u> /жеткіліксіз.	Қолданылған әдебиеттер көздері диссертация тақырыбы бойынша әдеби шолу жасау үшін жеткілікті. Алынған ақпарат зерттеу мақсаттары мен міндеттерін қояда, эксперименттерді жоспарлауда және алынған нәтижелерді талқылауда тиімді пайдаланылған.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы: <u>1) бар;</u> 2) жоқ.	Диссертациялық зерттеудің теориялық маңызы Ni-Cr-Al жүйесіндегі детонациялық жабындардың құрылымдық-фазалық қалыптасуын анықтаумен және олардың технологиялық параметрлерге тәуелді эволюциясын ғылыми негізде сипаттаумен айқындалады. Градиентті жабынның құрамы біртіндеп өзгертін болғандықтан, жабын мен төсеніш арасындағы термомеханикалық сәйкессіздік азаяды. Яғни жабын мен 12Х1МФ болаты арасындағы кернеулерді төмендетіп, сәйкесінше, адгезиялық беріктік артады. Бұл тұжырым функционалды градиентті материалдар теориясына негізделген.

		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: <u>1) ия;</u> 2) жоқ.	Диссертациялық зерттеуде алынған нәтижелердің практикалық маңызы жоғары. Атап айтқанда, Ni-Cr-Al негізіндегі жабындар жоғары температура жағдайында жұмыс істейтін бөлшектерді тотығу, тозу және коррозия әсерінен сенімді қорғау мақсатында ыстыққа төзімді қорғаныш жабындар ретінде ұсынылған. Бұл жабындар энергетикалық машинажасау, жылу энергетикасы және басқа да жоғары температуралы техника салаларында қолдануға қолайлы.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа;</u> 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыста ұсынылған практикалық шешімдер толығымен жаңа болып табылады. Атап айтқанда, бір дозаторлы детонациялық бүрку кондырғысын пайдалану арқылы элементтердің қалыңдық бойынша таралуын басқаруға негізделген градиентті Ni-Cr-Al жабын алу әдісі алғаш рет тәжірибелік тұрғыда жүзеге асырылып, оның өндірістік жағдайларда қолдану мүмкіндігі көрсетілген.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары;</u> 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Диссертациялық жұмыс академиялық жазу сапасы жоғары. Мәтін бірізді, түсінікті және сауатты жазылған. Барлық бөлімдер өзара логикалық байланыста. Сілтемелерді, кестелерді, суреттерді және әдебиеттер тізімін рәсімдеу белгіленген стандарттарға сай орындалған.
11.	Диссертацияға ескертулер		Елеулі ескертулер жоқ. Диссертациялық жұмыста пайдаланылған арнайы терминдер дәлдігін қамтамасыз ету мақсатында, әдебиеттер тізіміне ғылыми-техникалық сөздіктерге жасалған сілтемелерді қосу ұсынылады.
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған)		Докторант диссертацияны мақалалар сериясы нысанында емес, дәстүрлі толық форматта қорғауға ұсынып отыр. Сондықтан ғылыми деңгей жұмыстың тұтас мазмұны мен алынған нәтижелер негізінде бағаланады.

	жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	
13.	Ресми рецензенттің шешімі	Маулет Меруерттің «Ni-Cr-Al негізіндегі детонациялық жабындардың құрылымы мен қасиеттерінің қалыптасу заңдылықтары» тақырыбындағы диссертациясы аяқталған ғылыми-біліктілік зерттеу болып табылады және онда қойылған мақсаттар мен ғылыми міндеттер толығымен орындалған. Мазмұны мен рәсімделуі жағынан диссертациялық жұмыс 8D05301 – «Физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін қойылатын талаптарға толықтай сәйкес келеді. Рецензенттің қорытындысы: диссертация авторы Маулет Меруерт 8D05301 – «Физика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға толықтай лайық деп есептеймін.

Ресми рецензент

Физика-математика ғылымдарының кандидаты,
Қазақстан Республикасы Ядролық физика институтының
ионды-плазмалық технологиялар зертханасының меңгерушісі



Е. Жаканбаев