

АНДАТПА

диссертациялық жұмыс Жумекенова Зауре Жетпісбайқызы
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесіне ұсынылған «Дөңгелеу бетін
лазерлік қаптау арқылы қалпына келтіру арқылы теміржол вагондарының
доңғалақ жинақтарының беріктігін арттыру»
8D07101 – «Машина жасау» мамандығы бойынша

Жұмыстың өзектілігі. Қазақстан Республикасының географиялық ерекшеліктеріне байланысты материктің шегінде, Еуразияның орталығында көлік қатынасы мен жүк айналымын қамтамасыз ету үшін темір жол жылжымалы құрамы, жол машиналары және арнайы мақсаттағы кешендер белсенді түрде қолданылады. Қазақстан Республикасында темір жол объектілері инфрақұрылымды құрайды және ұлттық экономика нарығының импорты мен экспортын қамтамасыз етеді. 2021 жылға Қазақстандағы теміржол паркі орташа есеппен 1,7 мың локомотив, электровоздар мен тепловоздар, 291 автоматтандырылған машиналар мен кешендер, 2,7 мың жолаушылар вагондары, 28 мың жүк вагондары, 54,9 мың жүк вагондары және 75,5 мың жеке теміржол компанияларына тиесілі. Осы көлеммен теміржол паркінің шамамен 65% моральдық және физикалық тозған, бұл олардың тиімділігін және пайдаланудың экономикалық орындылығын төмендетеді. Нұр-Сұлтан қаласында жұмыс істеп тұрған «Тұлпар-Тальго» ЖШС зауыты жеңіл вагондар шығаруға тар маманданған, оның қуаттары Қазақстанды теміржол жүк паркі қаражатының толық айналымымен қамтамасыз ете алмайды, бұл көліктің ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету тақырыбының өзектілігін көрсетеді. технологиялық әдістермен темір жол вагондары.

Қазіргі уақытта ірі өнеркәсіптік кәсіпорындардың өз нысандарында теміржол трассалары, сонымен қатар темір жол жөндеу бөлімшелері бар. Өртүрлі климаттық аймақтарда жұмыс істеу және жылжымалы құрамның функционалдық ерекшеліктері маңызды құрамдас бөліктердің, бөлшектердің қарқынды тозуына және соның салдарынан пойыздың ресурс беріктігі мен қауіпсіздігінің күрт төмендеуіне әкеледі. Динамикалық белсенді жүйелер ең прогрессивті тозуға және сенімділіктің жоғалуына ұшырайды, әсіресе теміржол вагондарының жүріс бөлігі. Жаңа дөңгелек жұптарының құны 1,5 млн теңгеден 3,5 млн. теңгеге дейін қымбат болуына, инфляцияның тұрақсыздығына байланысты жаңаларына балама ретінде вагондардың тозған дөңгелектерін қалпына келтіру ұсынылды. Қазақстанда вагон доңғалақтарын қалпына келтіруді қамтамасыз ететін кәсіпорындар жетіспейді және олар жөндеу жұмыстарын тікелей өз ұйымының негізінде жүргізеді. Жол бойындағы жөндеу пункттерінен қашықтықта доңғалақ жинақтарын тиімді қалпына келтіру мәселесі толық зерттелмеген. Қолданыстағы қалпына келтіру әдістері өзгертілген беттің сапасына қойылатын талаптарға сәйкес келмейді, ал физикалық-механикалық қасиеттері жаңа дөңгелектерге қарағанда төмен. Осылайша, депо мен жөндеу базаларынан қашықтықта ақауларды жою және күрделі жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізудің ғылыми-практикалық мәселесі шешілген жоқ. Ғылыми мәселе – лазерлік энергияның жоғары шоғырланған көздерін және ақылға

қонымды оңтайлы технологиялық қалпына келтіру режимдерін пайдалана отырып, кен орнында теміржол доңғалақтарының ұзақ мерзімділігін қамтамасыз етудің негізделген әдістерінің жоқтығы.

Жетекші қазақстандық және шетелдік жетекші ғалымдар М.М. Машнев, С.А.Айзинбуд, А.Е. Цикунов, А.Ф. Богданов, Д.П.Кононов, А.Н. Блудов, Ю.В.Гомонец, И.А.Иванов, А.А.Воробьев, С.В.Кротов, Р.С. Устемиров, профессор В.Г. Альбрехт, М.Ф. Verigo, А.В. Васильев, В.А. Грищенко, Л.О. Грачева, В.Н. Данилов, В.М. Ермаков, М.П. Ершков, Хоу К., В.Г.Галабурда, Е.П. Исаенко, М.П. Пахомов, И.И. Ғалиев, Н.И. Карпущенко, Озтүрк, В., Арар, О.Ф., А.Я. Коган, Ренде, Ф.Ш., Л.П. Лингайтис, С.И. Клинов, К.С. Қаспақбаев, Н.Қ. Исингарин, Т.Б. Баяхметов, Р.Қ. Сатова, М.А. Левинзон, Вебер Х., А.Д. Омаров, И.В. Прокудин, В.О. Певзнер, Ю.С. Ромен, С.Н. Шарапов, И.И. Челноков, Эсвелд, В.Ф. Яковлев, С.В. Вертинский және басқалар тозуды, төзімділікті қамтамасыз ету әдістерін, теміржол вагондарының доңғалақ жинақтарын қалпына келтіру технологиясын зерттеумен айналысты..

Диссертациялық жұмыстың мақсаты жылжымалы жөндеу кешенін және дөңгелектерді қалпына келтірудің лазерлік технологиясын жасау арқылы теміржол вагонының доңғалақтарының ресурсын арттыру арқылы доңғалақ жинақтарының беріктігін қамтамасыз ету болып табылады.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі **міндеттерді** шешу қажет:

- жанасу бетінің тозуына және доңғалақ жұп металының табанында шаршау кернеулерінің пайда болуына әсер ететін негізгі динамикалық факторларды негіздеу әдістемесін әзірлеу;
- теміржол пойызының қалпына келтірілген доңғалақтарының ресурсын арттырудың технологиялық әдісін таңдауды анықтайтын доңғалақ элементтерінің тозуының табиғатын зерттеу және рұқсат етілген шектерін белгілеу;
- теміржол вагондарының қалпына келтірілген доңғалақ жинақтарының тиімділігінің критерийлерін негіздеу;
- вагонның доңғалақтарын лазермен қалпына келтіру кезінде тұндырылған материалдың жабындағы созылу және қысу кернеулеріне әсерін эксперименталды түрде зерттеу;
- микроқаттылықтың өзгеруінің, қалпына келтірілген беттің фазалық құрылымының лазерлік қалпына келтіру режимдеріне тәуелділігін анықтау;
- дөңгелектерді лазерлік қалпына келтіруге арналған жылжымалы кешен әзірлеу;
- лазерлік энергия көздерімен доңғалақ жұптарының жылжымалы бетінің профилін қалпына келтірудің технологиялық әдісін әзірлеу және оңтайлы режимдерін негіздеу.

Зерттеу әдістері. Зерттеулер жүйелік-құрылымдық көзқарас принципі және кешенді зерттеу әдісі негізінде жүргізілді, оған мыналар кіреді: машина жасау технологиясына негізделген теориялық талдау және өндірістік және зертханалық жағдайларда сынақтан өткен эксперименттік және теориялық зерттеулер. Теориялық зерттеулер вагон доңғалағының рельспен әрекеттесуін

имитациялық модельдеу арқылы математикалық есептерді сандық шешу теориясының әдістерін қолдануға негізделген. Модельдеуде зерттеу нәтижелерінің сенімділігі үшін лицензияланған бағдарламалық қосымшалар пайдаланылды: AutoCAD, MatLab, Solidworks, Microsoft Visual Studio.

Зерттеу объектісі теміржол пойызының тозған доңғалақтарының ресурсын қалпына келтіру және арттырудың технологиялық әдістері болып табылады.

Зерттеу пәні жабықтың механикалық қасиеттерінің темір жол пойызының тозған дөңгелектерін лазерлік қалпына келтірудің технологиялық процесінің режимдік параметрлеріне тәуелділігі.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы келесі ережелер мен нәтижелерде жатыр:

- статикалық жүктемені бөлудің автомобильдің жүк көтергіштігін пайдалану коэффициентіне ($P_{ст}=8,430\lambda+65,343$) тәуелділіктері белгіленді; динамикалық жүктеменің автомобильдің статикалық жүктемесіне тәуелділігі ($P_{д}=1,0862P_{ст}-65,6814$); тік динамика коэффициентінің автомобиль жылдамдығына тәуелділігі ($k_{д}=0,0134v+0,0297$) және статикалық жүктеменің автомобильдің жалпы салмағына тәуелділігі ($P_{ст}=0,023m2бр-0,770mбр-5,573$), ескере отырып, жанасу бетінің жергілікті тозуын және доңғалақ жұп материалының негізінде шаршау кернеулерін қ
- ұзу және қисық сызықты учаскелерде қозғалу кезінде бөлінген динамикалық күштердің әрекетін, сондай-ақ сырғуға әсер ететін үйкеліс коэффициентінің өзгеруін және рельстен шығу кезіндегі орнықтылық коэффициентінің өзгеруін ескере отырып, сырғанау беті мен төбенің тозуының математикалық моделі жетілдірілді;
- қалыпты кернеулердің, иілу кернеулерінің өзгеруінің $\sigma_N = -11,502F^2+29,959F+371,874$ және $\sigma_{Mx}=1,375F^2+8,102F+132,632$ полиномиялық заңын сипаттайтын тәуелділіктер доңғалақтың жанасу бетінің тозуынан, түйісу нүктесінің доңғалақтың жотасына қарай ауытқуын ескере отырып белгінеледі;
- лазерлік жабынның қалыңдығының лазерлік сәулелену қуатына және лазерлік жабу жылдамдығына тәуелділігі анықталды;
- лазерлік технология үшін негізгі параметрлер мен материалды таңдау критерийлерін құрайтын теміржол вагондарының қайта өңделетін доңғалақ жиынтықтарының тиімділік критерийлерін негіздеу әдістемесі мен алгоритмі әзірленді;
- вагон доңғалақтарын лазерлік вариациялау режимдерін өзгерту кезінде тұндырылған жабын сапасының критерийлері эксперименталды түрде негізделді;
- қалпына келтірілген беттің физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгеруінің тұндыру қалыңдығына, лазерлік нүктенің расфокусировкасына, микроқаттылығына және ену тереңдігіне тәуелділігі анықталды, бұл лазерді қалпына келтірудің оңтайлы технологиялық режимдерін негіздеуге мүмкіндік береді.

о

р

л

а

Практикалық маңызы. Теміржол вагондарының доңғалақ жинақтарын қалпына келтіруге арналған әзірленген жылжымалы жөндеу кешені жөндеу депосынан қашықтықта далада тозған дөңгелектерді жылдам қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Оның бірегей жөндеу стенді платформасы тұрақты жөндеу станциясы үшін технологиялық орта мен жағдайларды қамтамасыз етеді. Ұсынылған жабдықтың өндірістік қабілеттілігі процесті автоматтандыруға және оның энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Әзірленген жаңа жылжымалы кешенді инфрақұрылымға енгізу дөңгелектердің күрделі жөндеу мерзімін арттырудың техникалық мәселесін шешеді. Лазерлік энергия көзі бар әзірленген жылжымалы кешен кез келген күрделі-компонентті және отқа төзімді материалмен қалпына келтіруді қамтамасыз етеді. Лазерлік қаптау саптаманың диаметріне байланысты жабын тігісінің енін қамтамасыз етеді және жабынның физикалық және механикалық қасиеттерін икемді басқаруға мүмкіндік береді. Лазерлік импульстің күші нүктелік әсерді қамтамасыз етеді, бүкіл бөліктің қызып кетуін болдырмайды, қыздыруға әкеледі. Жылжымалы кешенде лазерлік энергия көзін пайдалану дөңгелектің беті мен құрылымын қалыптастыру кезінде термодинамикалық процестерді тиімді басқаруды қамтамасыз етеді. Зерттелетін оңтайлы технологиялық қалпына келтіру параметрлері жабытың сапасын жақсартады, созылу және қысу кернеулерін болдырмайды.

Қалпына келтірілген беттің физикалық-механикалық қасиеттерінің өзгеруінің лазерлік қалпына келтіру технологиялық режимдеріне тәуелділігі анықталған. Бұл тәуелділіктер тозған жабықтың беті мен доңғалақ гребені үшін қалпына келтіру режимдерінің оңтайлы мәндерін орынды таңдауға мүмкіндік береді. Негізделген параметрлердің өзгермелілігі жабықтың қалпына келтіруі оңтайлы микроқаттылығын, жоғары адгезия беріктігін қалыптастыруға әсер етеді және тозуға төзімділікті арттырады, бұл вагон дөңгелектерінің қызмет ету мерзімін ұзартуға әкеледі.

Қ

о – көтергіш қабілеттілікті пайдалану коэффициенті бойынша статикалық
р және динамикалық жүктемелердің біркелкі бөлінбеуін сипаттайтын
ғ доңғалақ жиынтықтары мен тәуелділіктерінің ұзақ мерзімділігін ($P_{ст}=109,5$
а кН, $\lambda \leq 1$, $P_d=32,8$ кН, $k_d=1,3 \cdot 10^6$) бағалаудың негізделген критерийлері,
у вагонның статикалық жүктемесіне, вертикаль динамикасының
ғ коэффициентіне, вагон жылдамдығына және статикалық жүктеменің
а вагонның жалпы салмағына тәуелділігіне, жергілікті тозуды қалыптастыратын динамикалық факторларды және доңғалақ жұбының

Ұ ж

с – айнымалы үйкеліс коэффициенті бар доңғалақтың түйісу геометриясының
ы үдемелі өзгеруін және нақты жұмыс кезінде рельстен шығып кетуден
н вақтану коэффициентін ескере отырып, түзу және қисық учаскелерде
ы қозғалу кезінде жабықтың беті мен гребеннің тозу динамикасының
л жетілдірілген математикалық моделі шарттар.

ғ – теміржол вагондарының қайта өңделетін доңғалақ жиынтықтарының
а биімділік критерийлерін ($\varphi = 66^\circ$, $\sigma_F = 123,347-295,025$ МПа, $\sigma_N=415,5 \cdot 10^6$

н е

т

д і

и н

с і

- Па) негіздеу әдістемесі мен алгоритмі, технологияның параметрлері мен материалының оңтайлы мәндерін таңдау критерийлерін қалыптастырады.
- физика-механикалық қасиеттердің модификациясының және теміржол вагонының дөңгелегі мен қырының фазалық құрылымының түйіршіктілігінің лазерлік қалпына келтіруге технологиялық режимдеріне т
 - жалпына келтірілген беттің сапа критерийлеріне байланысты теміржол вагондары доңғалақтарының тозған бетін лазерлік қалпына келтіруге арналған инновациялық жылжымалы жөндеу кешенінің конструкторлық және технологиялық параметрлері.

Жұмысты апробациялау.

Диссертацияның негізгі нәтижелері келесі халықаралық және қазақстандық ғылыми-тәжірибелік конференциялар мен техникалық семинарларда баяндалды: «Жастар және ғылым – 2019» VI Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары (Петропавл, 2019); «Қозыбаев оқулары – 2020: қазіргі қазақстандық ғылымның дамуының басым бағыттары, жетістіктері мен инновациялары» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары (Петропавл, 2020 ж.), «Ремплазма» ЖШС кәсіпорнындағы техникалық кеңес (Петропавл, 2021 ж.), құрылымдық, технологиялық және әдістемелік әзірлемелер «Петропавл Сараптама орталығы» ЖШС (Петропавл, 2020 ж.), «Vector SK+» ЖШС (Петропавл, 2021 ж.), сондай-ақ СибАДИ, Омбы (РФ) ғылыми шетелдік мамандарды даярлау кезеңінде өндірістік-техникалық кеңестерде талқыланды және бекітілді, 2021 ж.

Жарияланымдар.

Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері 11 ғылыми-әдістемелік жұмыста берілген: ҚР КӨКСОН рецензияланған тізіміне енгізілген ғылыми журналдардағы 3 ғылыми мақала; SCOPUS ғылыми дәйексөздер базасына енгізілген шетелдік ғылыми журналда 2 мақала – Q-2, CiteScore Scopus пайыздық көрсеткіші – 57 және 71; халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар жинақтарында 4 ғылыми мақала. Пайдалы модельге 1 KZ патент алынды, 1 оқу-әдістемелік құрал шығарды.

Автордың жеке үлесі.

Теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізгі нәтижелерін автор өз бетінше алды. Бірлескен авторлықпен жазылған баспа жұмыстарында өтініш беруші алынған нәтижелерді есептеуде, жалпылауда және талдауда жетекші рөл атқарады.

Диссертациялық жұмысының құрылымы.

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Жұмыс 132 беттен тұрады, 74 сурет, 16 кесте және отандық және шетелдік авторлардың 134 атаудағы басылымдарынан пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Зерттеу нәтижелері.

Соққылық динамикалық жүктемелер мен осьтік моменттердің циклдік таралуымен беттің тозған бөлігінің жанасу жамылғысының ауытқуын ескере отырып, теміржол вагондары доңғалақтарының беріктік сипаттамаларын

есептеу әдісі әзірленді. Енгізілген әдістеме шаршау кернеулерінің локализация аймағын анықтауға және ақауды анықтағанға дейін болжауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл конструкцияны жобалау кезінде оның дайындығын, динамикалық жүйенің сенімділігін жақсартады және дөңгелектер жұбының күрделі жөндеу мерзімін арттырады.

Теміржол доңғалақтарының беріктігін қамтамасыз етудің әзірленген әдістемесі мен алгоритмі теміржол вагондарының доңғалақ жинақтарының тиімділігінің критерийлерін негіздеуге мүмкіндік береді. Ұсынылған алгоритмнің негізделген критерийлері қалпына келтіру әдісін сенімді таңдауды қамтамасыз етеді, ал онда орнатылған ақаулардың себеп-салдарлық байланыстары тозған доңғалақ протекторын қалпына келтіру немесе модификациялаудың технологиялық режимдерін оңтайлы таңдау мүмкіндігін жасайды.

Solidworks ортасында соққы жүктемелерінің әртүрлі аралықтарында доңғалақтың жанасу элементтері бойындағы кернеулерді локализациялау процесін зерттеуге арналған виртуалды модельдеу моделі ұсынылған.

Теміржол вагондарының доңғалақ жинақтарын қалпына келтіруге арналған әзірленген жылжымалы жөндеу кешені жөндеу депосынан қашықтықта далада тозған дөңгелектерді жылдам қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Оның бірегей жөндеу кабинасы платформасы бекітілген жөндеу станцияларының талаптарына сәйкес келетін технологиялық орта мен жағдайларды қамтамасыз етеді. Ұсынылған жабдықтың өндірістік қабілеттілігі процесті автоматтандыруға және оның энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Әзірленген жаңа жылжымалы кешенді инфрақұрылымға енгізу дөңгелектердің күрделі жөндеу мерзімін арттырудың техникалық мәселесін шешеді. Лазерлік энергия көзі бар әзірленген жылжымалы кешен кез келген күрделі-компонентті және отқа төзімді материалмен қалпына келтіруді қамтамасыз етеді. Лазерлік қаптау саптаманың диаметріне байланысты жабық тігісінің енін қамтамасыз етеді және жабықтың физикалық және механикалық қасиеттерін икемді басқаруға мүмкіндік береді. Лазерлік импульстің күші нүктелік әсерді қамтамасыз етеді, бүкіл бөліктің қызып кетуін болдырмайды, қыздыруға әкеледі. Жылжымалы кешеннің жұмысы дөңгелектің беті мен құрылымын қалыптастыру кезінде термодинамикалық процестерді жүйелік басқаруды қамтамасыз етеді. Зерттелетін оңтайлы технологиялық қалпына келтіру параметрлері жабынның сапасын жақсартады, созылу және қысу кернеулерін болдырмайды.

Тозған дөңгелекті лазерлік қалпына келтірудің әзірленген алгоритмі мен технологиялық әдісі қалпына келтірудің технологиялық режимдерінің өзгермелілігін арттырады, модификацияланған тозған дөңгелек бетінің физикалық-механикалық қасиеттерін жақсарту және өзгерту мүмкіндіктерінің вариативності кеңейтеді. Ұсынылған лазерлік көздің бірегейлігі жөндеу негіздерінен қашықтықта қалпына келтірудің катал жағдайларына бейімделген және қысқа мерзімде негізгі металдың ең аз тереңдігімен термикалық тұрақты бетті жабу процесіне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Қалпына келтірудің әзірленген әдісі қалпына келтірілетін өнімдердің тізімін арттырады.

Жылжымалы құрамның доңғалақ жұптарын қалыптастырудың сенімділігін, ұзақ мерзімділігін және тиімділігін арттыруға бағытталған және пойыз бағыты бойынша вагонды пайдаланудан шығармай, темір жол пойызының жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарының тұжырымдамасын түбегейлі өзгертуге мүмкіндік беретін ғылыми-практикалық мәселелер шешілді.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған еңбектер:

1. Жумекенова З.Ж. Анализ наиболее частых дефектов колесных пар железнодорожных вагонов // Материалы VI международной студенческой научно-практической конференции «Молодежь и наука - 2019», СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, 2019.

2. Жумекенова З.Ж., Бондарев В.К. Виды дефектов колесных пар железнодорожных вагонов и способы их устранения // Научный журнал «Вестник КазНУ» Серия технические науки. - г. Алматы, 2019. - С. 376-384.

3. Жумекенова З.Ж., Савинкин В.В., Колисниченко С.Н. К вопросу перспективных технологий восстановления поверхностей изнашивания // Научный журнал «Вестник КазНУ» / КазНУ имени К.И. Сатпаева №2(138), г. Алматы, 2020. - С. 170-177.

4. Zhumekenova Z.Zh., Savinkin V.V., Abilmazhinova A.S., Seitova A.T. Investigation of the reasons of resource longevity decrease of railway cars' wheel pairs // Научный журнал «Вестник КазНУ» / КазНУ имени К.И. Сатпаева №2(138), г. Алматы, 2020. - С. 239-245.

5. Жумекенова З.Ж., Абилямажинова А.С., Сеитова А.Т. Жылжымалы құрамға қызмет көрсету және жөндеу жүйесіндегі ресурс үнемдеу технологиялары // Материалы международной научно-практической конференции «Козыбаевские чтения - 2020: приоритетные направления развития, достижения и инновации современной казахстанской науки», III Петропавловск, 2020. - С. 275-279.

6. Жумекенова З.Ж., Абилямажинова А.С., Сеитова А.Т. Современные технологии восстановления вагонных колес // Материалы VII Международная научно-практическая конференция «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ВЫЗОВЫ XXI века», г. Нур-Султан, 20-22 октября 2020. - С. 233-237.

7. Жумекенова З.Ж., Савинкин В.В., Колисниченко С.Н., Колисниченко С.В., Коптяев Д.А. Исследование динамической модели кривошипно-ползунного механизма поршневых насосов бурового комплекса // Материалы международной научно-практической онлайн конференции «Молодежь и наука - 2021» (9 апреля), № IV, г. Петропавловск. - С. 377-379.

8. Savinkin V.V., Zhumekenova Z.Zh., Kolisnichenko S.N., Sandu A.V., Ivanova O.V., Petrica Vizureanu, Savinkin S.V. Study of wear and redistribution dynamic forces of wheel pairs restored by a wear-resistant coating 15CR17NI12V3F / Coatings 2021, 11(12), 1441. <https://doi.org/10.3390/coatings11121441>. Процентиль по CiteScore Scopus - 57.

9. Savinkin V.V., Kolisnichenko S.N., Sandu A.V., Ivanova O.V., Petrica Vizureanu, Zhumekenova Z.Zh. Investigation of the strength parameters of drilling pumps during the formation of contact stresses in gears / Applied Sciences

(Switzerland), 2021, 11(15), 7076. <https://doi.org/10.3390/app11157076>.
Процентиль по CiteScore Scopus - 71.

10. Сеитова А.Т., Жумекенова З.Ж. Машина жасаудағы стандарттау және сапаны басқару // ISBN Петропавловск: ИПО СКУ им. М. Козыбаева, 2021. С. 102.

11. Пат. KZ № 5935. Мобильный ремонтный комплекс для восстановления колесных пар железнодорожных вагонов / Савинкин В.В., Шагаев И.В., Жумекенова З.Ж.; опубл. 19.03.2021 г., бюл. № 11. – 4 с.