

АҢДАТПА

6D071300 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

Карпов Александр Павлович

ДИНАМИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН ТЭ33А СЕРИЯЛЫ ТЕПЛОВОЗДЫҢ ЭКИПАЖ БӨЛІГІНІҢ СЕРПІМДІ ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Шешілетін ғылыми немесе ғылыми-технологиялық мәселенің қазіргі жағдайын бағалау.

Темір жол машина жасау жүк және жолаушылар жылжымалы құрамын өндіруді және шығаруды жүзеге асыратын Қазақстан Республикасы темір жол көлігінің негізгі стратегиялық маңызды құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Қазақстан Республикасы тәуелсіздігінің барлық жылдарында теміржол машина жасау, оның ішінде локомотив паркін жаңарту және жаңғырту тұрғысынан үлкен өзгерістерге ұшырады.

2021 жылдың басындағы Қазақстан Республикасының теміржол желілерінің пайдалану ұзындығының ұзақтығы 16063 км құрады, оның ішінде 26,4% электрлендірілген, екі жолды желілердің үлесі – 31,4%. Тасымалдаудың негізгі бөлігі локомотивтер-тепловоздар ретінде пайдаланылатын теміржолдардың электрлендірілмеген учаскелеріне тиесілі. 2022 жылдың басында республикада 1 846 Локомотив тіркелді, оның ішінде 1 228 (67%) тепловоз. Ағымдағы жылдың басында қолда бар он локомотивтің жетеуі тозған болып саналды. Бұл туралы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі әзірлеген Қазақстанның 2030 жылға дейінгі көліктік-логистикалық әлеуеті тұжырымдамасында жария талқылау үшін ұсынылған.

Тақырыптың ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмыс ғылыми-зерттеу жұмысы аясында орындалды: динамикалық көрсеткіштерді жақсарту үшін ТЭ33А сериялы тепловоздың экипаж бөлігінің серпімді элементтерінің дизайнын жетілдіру.

Тақырыптың өзектілігі. «Локомотив Құрастыру Зауыты» (Астана қ.) отандық өндірістің ТЭ33А (Evolution) сериялы тепловоздары Қазақстанның теміржол инфрақұрылымында, ірі жүк және жолаушылар құрамдарын

тасымалдауда кеңінен қолданылады. Оның 400-ге жуығы (32% - дан астамы) соңғы 5-10 жылда шығарылды. Демек, аталған тепловоздардың қызмет ету мерзімі шамамен 40 жыл болатынын және болашақта локомотивтер паркі осы сериядағы отандық тепловоздармен толықтырылатынын ескере отырып, ҚР-да жылжымалы құрамды жөндеу және қызмет көрсету негізінен оларға ауысатын болады.

ТЭ33А сериялы пайдаланылатын тепловоздар теміржол көлігінде пайдалану жөніндегі барлық талаптарға жауап береді, дегенмен, локомотивтің экипаж бөлігінің конструкциясына байланысты бірқатар кемшіліктері бар. Атап айтқанда, тепловоздың конструктивті экипаж бөлігі теңгерімді серіппелі суспензияны пайдалану түріндегі бірыңғай технологияға сәйкес орындалады, әр ось үшін жеке-жеке, бұрандалы серіппелерден және гидравликалық тербелісті сөндіргіштерден тұрады, бұл теміржол жылжымалы құрамын жөндеуге әкелетін жиі бұзылуларды тудырады.

Пайдалану көрсеткіштерін арттыру үшін жылжымалы құрамның экипаж бөлігі осьтік жүктемені 25 т/с дейін көтере алатынын және қозғалыс жылдамдығы 120 км/сағ дейін 1 миллион километрге дейін ең аз техникалық қызмет көрсету кезінде тораптар мен бөлшектердің сенімділігін қамтамасыз етуді талап етеді. Басқаша айтқанда, таңдалған тақырыптың өзектілігі, ең алдымен, экономикалық аспектімен байланысты: тепловоздың динамикалық көрсеткіштерін жақсарту қозғалыс жылдамдығын арттыруы мүмкін, сонымен қатар жанармай шығыны мен бөлшектер мен механизмдердің тозуы азаяды, бұл пайдалану шығындарының қысқаруына және теміржол саласындағы өнімділіктің артуына әкеледі.

Қозғалыс жылдамдығын арттыру үшін локомотивтердің жүру сапасын жақсарту олардың құрылымында жоғары сапалы тораптар мен бөлшектерді пайдалану кезінде олардың тозуын азайту үшін қолдану талаптарын арттырады. Арбаларды серіппелі іліп қоюдың жүру элементтеріне ерекше назар аудару керек, бұл теміржолдағы қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жылжымалы құрамның маңызды бөліктерінің бірі.

Теміржол экипаждарын ілу саласындағы перспективті бағыттардың бірі пневматикалық ілу жүйесін қолдану болып табылады. Пневматикалық серіппе (пневморессор, пневмоподушка, пневмобаллон) – доңғалақ осі мен көлік рамасы/шанағы арасында орналасқан көлік құралдарының пневматикалық аспасының серпімді элементі. Бұл тұжырымдаманың артықшылығы-қарапайым құралдарды қолдана отырып, статикалық ауытқуды тиімді арттыру мүмкіндігі, сонымен қатар тербелістерді демпферлеуді қамтамасыз ету мүмкіндігі. Сонымен қатар, элементтегі ауа мөлшерін автоматты түрде реттеу опциясы ұсынылады, бұл әр түрлі

жүктемелерде тұрақты статикалық ілулі ауытқуды сақтауға мүмкіндік береді, сонымен бірге қаттылықты кең ауқымда өзгертеді. Сондай-ақ, шасси мен корпус арасындағы металл байланысын алып тастау маңызды артықшылық болып табылады, бұл діріл мен Шудың рельс жолымен өзара әрекеттесуінен денеге берілмеуіне әкеледі. Осылайша, қозғалыс тиімділігі, жүктемелерге төзімділік, дірілді азайту және жолаушылардың жайлылығын арттыру сияқты динамикалық көрсеткіштерін арттыру мақсатында ТЭ33А тепловоздарының жүріс бөлігінде пневморессорды қолдану әдістері мен технологияларын әзірлеуге бағытталған зерттеулер теміржол компаниялары мен жалпы мемлекет үшін тікелей экономикалық қызығушылыққа ие.

Теориялық және эксперименттік зерттеудің мақсаттары мен міндеттері тартқыш жылжымалы құрамның обрессорланған массаларын пневматикалық тоқтата тұрудың диссипативті қабілетін арттырудың заманауи құралдары мен әдістерін кешенді талдауда тұжырымдалған.

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері.

Жұмыстың мақсаты – ТЭ33А сериялы тепловоздың серпімді серіппелі ілулі элементтерінің дизайны мен технологиясын әзірлеу, оның өнімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін динамикалық өнімділікті жақсартуға ықпал етеді.

Мақсатқа жету үшін зерттеудің келесі міндеттері анықталды:

- локомотивтерде олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтау үшін пневматикалық серіппелі тоқтата тұрудың қолданыстағы әдістеріне талдау жүргізу;

- жақсартуды қажет ететін аймақтарды анықтау үшін ағымдағы серпімді элементтері бар тепловоздың динамикалық сипаттамаларын өлшеу және сандық модельдеу;

- талдау және бағалау негізінде дірілді тиімдірек тоқтатуға және азайтуға ықпал ететін серпімді элементтердің жақсартылған конструкцияларын әзірлеу;

- материал таңдау және өңдеу әдістерін қоса алғанда, жаңа серпімді элементтерді өндірудің технологиялық аспектілерін зерттеу;

- лабораториялық және далалық сынақтар жүргізу олардың тиімділігі мен қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін тексеру үшін жаңа серпімді элементтерді;

- өндіріс шығындары мен ықтимал үнемдеуді қоса алғанда, жаңа құрылымдар мен технологияларды енгізудің экономикалық аспектілерін талдау.

Зерттеу нысаны. Диссертациялық зерттеудің объектісі ТЭ33А (Evolution) сериялы тепловоздың экипаж бөлігінің құрылысы, атап айтқанда

серпімді элементтердің механизмдері мен тораптары және олардың компоненттері болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы ТЭЗЗА сериялы тепловоздың экипаж бөлігінің серпімді элементтерінің құрылымы мен қасиеттері және олардың қозғалыстың динамикалық көрсеткіштеріне әсері болып табылады.

Зерттеу әдістері. Теориялық және эксперименттік зерттеулер әртүрлі Жалпы ғылыми және арнайы әдістер арқылы жүргізілді. Теориялық зерттеулер жүргізу үшін серпімділік теориясы, Теориялық механика және математикалық модельдеу сияқты іргелі және қолданбалы ғылымдардың негізгі принциптері тартылды. Бұл принциптер көлік құралдарының механизмдері мен тораптарындағы динамикалық процестерді бағалау үшін, сондай-ақ жылжымалы құрамның теміржолмен өзара әрекеттесуін зерттеу үшін қолданылды. Эксперименттік зерттеулер динамикадағы тепловоздың жүру қасиеттерін анықтау мақсатында күштерді өлшеу үшін пневмосрессор мен серіппелер процестерін модельдеуді қолданды. Алынған нәтижелер математикалық статистика әдістерін қолдана отырып өңделді.

Зерттеудің ақпараттық базасы. Диссертациялық зерттеуді жазу кезінде көлікте пневматикалық серпімді зерттеу және қолдану мәселелерімен байланысты әдебиет көздерінің кең ауқымы пайдаланылды. Бұл тақырып көрнекті отандық және шетелдік ғалымдардың көптеген жұмыстарына арналған, мысалы: Кузнецов А. Б., Куценко С. М., Лапин А. Х., Пахомов М. П., Галиев и. И., Певснер Я. М., Равкин г. О., Савушкин С. С., Филиппов В. В., Каспакбаев К. С., Акопян П. А., Бидерман в.Л., Виташевский Е.П., Галашин В. А., Горелик А. М., Кофман, Джарвис, Кайзерлинг, Шмюкер, Фалбух, Хофер, іш, Масахару Куниэда, Матсудайра және басқалар.

Мәселенің ғылыми даму дәрежесі. Іргелі және қолданбалы зерттеулерді қоса алғанда, осы саладағы әдебиеттердің кең көлеміне қарамастан, жаңа локомотивтер әрқашан динамикаға, пайдалану сенімділігіне және теміржол жолына әсерге қойылатын заманауи талаптарға сәйкес келе бермейді. Осыған байланысты жүктемелердің жоғарылауымен және қозғалыс жылдамдығының жоғарылауымен бұл мәселе үлкен маңызға ие болады. Сондықтан қазіргі стандарттармен салыстыруға болатын пайдалану жағдайында жоғары динамикалық және сенімді көрсеткіштерге қол жеткізуді қамтамасыз ететін көлік құралдарының заманауи жүріс бөліктерін әзірлеу үшін қосымша теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізген жөн.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер. Алынған зерттеу нәтижелері негізінде диссертацияның келесі ғылыми ережелері тұжырымдалған:

- локомотивтің динамикалық сипаттамаларын ағымдағы серпімді элементтермен өлшеу және сандық модельдеу жүргізілді, бұл жақсартуды қажет ететін нақты аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді және осы өзгерістердің сандық бағалары беріледі. Қолданыстағы серпімді элементтер жеткілікті қаттылық пен жастықшаны қамтамасыз етпейтіні көрсетілген, бұл дірілдің жоғарылауына, локомотив бөліктері мен түйіндерінің тозуына әкеледі;

- локомотивтің экипаж бөлігін тиімдірек тоқтатуға және дірілді азайтуға ықпал ететін серпімді элементтердің жаңа конструкциялары әзірленді, бұл жалпы тепловоздың динамикалық өнімділігін жақсартуды қамтамасыз етеді. Синергетикалық әсерге ие, жоғары қаттылықты, жастықты және тозуға төзімділікті қамтамасыз ететін бұрандалы серіппеден және пневморессордан тұратын теңдестірілген аралас пневматикалық серіппелі құрылғы ұсынылған. Сондай – ақ, балама нұсқа ұсынылады-полимерлі қабықтан және профильді металл элементтерден тұратын біріктірілген серпімді элементтер;

- қозғалтқыш серіппелерді біріктірілген серпімді элементтерде өндіру үшін материалдар мен өңдеу әдістерін таңдаудың технологиялық аспектілері зерттелді. Ыстық деформация серіппелерін өндіру технологиясы ыстық күйде орау, термиялық және гидрорессороструйной өңдеу әдістеріне негізделген. Бұл технологиялар берілген геометриялық параметрлері мен механикалық қасиеттері бар жоғары сапалы өнімдерді алуға мүмкіндік беретіні көрсетілген;

- жаңа серпімді элементтерге зертханалық сынақтар жүргізілді, олардың нәтижелері олардың тиімділігі мен қауіпсіздік талаптарына сәйкестігін растайды. Жаңа серпімді элементтердің қазіргі элементтермен салыстырғанда қаттылығы мен жастықшасы жоғары екендігі анықталды, бұл дірілдің төмендеуіне, қозғалыс жылдамдығының 5-10% өсуіне және қозғалыс жайлылығы мен қауіпсіздігінің жоғарылауына әкеледі;

- біріктірілген серпімді элементтерді өндірудің жаңа құрылысы мен технологияларын енгізуге экономикалық бағалау жүргізілді. Әлеуетті экономикалық пайда мен өндіріс шығындары анықталды. Жаңа серпімді элементтерді енгізу тепловоздарға жанармай, жөндеу және техникалық қызмет көрсету шығындарының төмендеуіне, сондай-ақ тасымалдаудан түсетін пайданың артуына әкелетіні көрсетілген.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

- серпімді элементтерді, оның ішінде теміржол жылжымалы құрамында қолданылатын пневматикалық элементтерді қолдану бойынша жұмыстарға кешенді талдау жүргізілді;

- локомотивті пневматикалық ілу құрылғыларының жаңа конструкциялары әзірленді (өнертабысқа 1 патент алынды, екіншісіне өтінім берілді);

- локомотивтің динамикалық сипаттамалары мен пневматикалық суспензия жүйесінің сипаттамалары арасында байланыс орнатылды. Алынған нәтижелер негізінде осы ғылыми зерттеуде ұсынылған параметрлері бар локомотив серпілі біріктірілген пневматикалық серіппеліне жүйесі жасалды.

Теориялық және практикалық маңыздылығы.

Теориялық зерттеулер мен есептеу әдістемесі, сондай-ақ аралас пневматикалық серіппелердің бөлшектерін жасау технологиялары жылжымалы құрамды ілу кезінде серпімді элементтердің құрылымын жасау үшін, соның ішінде локомотивтер мен вагондар үшін пайдаланылуы мүмкін.

Локомотивтердің екінші сатысында ілу үшін біріктірілген пневматикалық серіппелердің жасалған конструкциялары практикалық мәнге ие, өйткені көп мақсатты функцияны орындайтын локомотивтің пневматикалық серіппелі ілінуі (дененің тік және көлденең тербелістерінің серпімді амортизациясы) тепловоздың жүру сапасын едәуір жақсартуға және әртүрлі күй жолындағы экипаждың динамикалық көрсеткіштерінің жоғары тұрақтылығына ықпал етеді.

Өтініш берушінің жеке үлесі. Осы диссертацияда қарауға ұсынылған негізгі тұжырымдарды зерттеу авторы мұқият талдап, ұсынды. Олардың ішінде есепті кезеңде "ҚТЖ" ҰК " АҚ компаниясының қызметі шеңберінде жүргізілген теориялық және практикалық зерттеулердің нәтижелері ерекше көзге түседі. Сондай-ақ, жұмыста әр элементтің егжей-тегжейлі техникалық сипаттамаларын қоса алғанда, жылжымалы құрамның механизмдері мен тораптарының құрылғылары, жұмыс істеу принциптері мен конструкциялары қамтылған. Бұл талдау автордың өз зерттеулеріне негізделеді, бұл тақырыпты түсінуге өзіндік үлес қосады.

Зерттеу нәтижелерін сынақтан өткізу және енгізу: Теориялық зерттеулер негізінде ұсынылған ұсынымдар "ҚТЖ ҰК" АҚ кәсіпорындарында ТЭЗЗА тепловозын жаңғырту кезінде пневматикалық ілу конструкциясына енгізілді, зерттеу материалдары "Локомотив теориясы мен конструкциясы "пәндері бойынша оқытуға арналған халықаралық көлік-гуманитарлық университетінің"көлік техникасы, машина жасау және стандарттау" кафедрасында оқу процесіне сәтті интеграцияланды және "тепловоздар". Диссертацияның негізгі тезистері Халықаралық көлік-гуманитарлық университетінің ғылыми-техникалық кеңесінің ғылыми-практикалық конференциясында және семинарында ұсынылды.

Жарияланымдар: диссертация тақырыбы бойынша жиырма жұмыс жарияланды. Оның ішінде Scopus дерекқорынан 3 мақала, халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар жинақтарындағы 3 мақала, ҚР ҒЖЖБМ Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдардағы 13 мақала және өнертабысқа 1 патент.

Диссертацияның жарияланымдарды дайындаудағы үлесі.

Мақала жоспарларын жасау, бөлімдер жазу, зерттеу нәтижелері мен қорытындыларды талқылау, мақалаларды ресімдеу:

- 1 Обеспечение дополнительной устойчивости локомотива.
- 2 Применение системы Клуб-У на современных локомотивах.
Подбор материалов для обзора, написания обзора и введения, написание отдельных разделов и их результатов, оформление статей:
- 3 Вопросы улучшения динамических характеристик тягового подвижного состава
4. Применение кранов машиниста электронного типа
- 5 Важнейшее условие достижения ритмичности в пропуске поездов – организация труда и отдыха локомотивных бригад
- 6 Mathematical and computer models in estimation of dynamic processes of vehicles.
- 7 Формирование состава на железнодорожном пути с различной колеёй.
- 8 Патент №34467- Пневмоподвешивание локомотива.
- 9 Влияние рессорного подвешивания локомотива на износ колесной пары
- 10 Перспективы улучшения горизонтальной динамики локомотива
- 11 Конструктивные особенности резино-кордных упругих элементов
- 12 Расстройство железнодорожного пути при воздействии подвижного состава
- 13 Перспектива улучшения пропуска контейнерных поездов
- 14 Применение двигателей, работающих на воде.
- 15 Станция Достық в роли логистического оператора международных перевозок
- 16 Модернизация локомотива с целью улучшения его динамических характеристик
- 17 Перспективы внедрения высокоскоростного движения в Казахстане
- 18 Оптимизация технико-технологических параметров работы станции и параметров грузовых поездов.
- 19 Adaptive frame of universal vehicle course.
- 20 Design of adaptive suspension for universal vehicle course

Жұмыс кұрылымы. Диссертация 131 бетте жазылған кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан тұрады, 65 сурет, 14 кесте, 84 пайдаланылған дереккөздер мен қосымшалардан тұрады.