

8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындау бағыты,
8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру
бағдарламасы бойынша
ЖУМАБЕКОВ АЙДАР ТЕМИРГАЛИЕВИЧТІҢ
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
**«МОБИЛЬДІ ЖОЛ ӨТПЕСІНІҢ ЖҮРІС БӨЛІГІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ
КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ»**
тақырыбындағы диссертациясына

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасының мемлекеттік басымдықтарын іске асыру шеңберінде орындалды. Бұл басымдықтар «Қуатты өңірлер – ел дамуының драйвері» ұлттық жобасында (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 12.10.2021 ж. № 729 қаулысы), Қазақстан Республикасының көлік-логистикалық әлеуетін дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасында (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 30.12.2022 ж. № 1116 қаулысы) және Қазақстан Республикасының тұрғын үй-коммуналдық инфрақұрылымын дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасында (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 23 қыркүйектегі № 736 қаулысы) көрініс тапқан. Аталған бағдарламалық құжаттар қалалардың коммуналдық желілерін жаңғыртуды, көше-жол желісінің өткізу қабілетін арттыруды, көлік кептелістерін азайтуды және жөндеу жұмыстары кезінде қалалық инфрақұрылымның тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін инженерлік шешімдерді енгізуді көздейді.

Зерттеу сондай-ақ, 09.09.2024 ж. № 258/ГФ24-26 шарт бойынша AP23487832 «Мобильді жол өтпесінің конструкциясын әзірлеу және есептеу» гранттық жобасы шеңберінде орындалды.

Тығыз қалалық құрылыс жағдайында жерасты коммуналдық коммуникацияларын (жылу трассаларын, су құбырларын, кәріз және электр желілерін) төсеу, жөндеу және ауыстыру жұмыстары жолдың көлік жүретін бөлігін ашумен және көлік қозғалысын ішінара немесе толық шектеумен тікелей байланысты. Мұндай жұмыстар көше-жол желісінің өткізу қабілетінің айтарлықтай төмендеуіне, кептелістердің пайда болуына, жол жүру уақытының ұзаруына, отын шығынының артуына, пайдаланылған газдар шығарындыларының көбеюіне және жол жұмыстары жүргізілетін аймақта апаттылық деңгейінің жоғарылауына алып келеді.

Бұл мәселе әсіресе қалалардың орталық аудандарында өткір байқалады, себебі мұнда көлік инфрақұрылымы өз мүмкіндігінің шегінде жұмыс істейді және көлік ағындарын қайта бөлуге арналған резервтік бағыттар жеткіліксіз болады.

Жөндеу жұмыстары жүргізілетін кезеңде қозғалысты ұйымдастырудың дәстүрлі әдістері, атап айтқанда айналма жолдарды ұйымдастыру, реверсивті қозғалыс жолақтарын қолдану, бағдаршамдық реттеуді оңтайландыру және

интеллектуалды көлік жүйелерін пайдалану, жол жабылуының салдарын тек ішінара өтеуге мүмкіндік береді. Бұл шаралар жолдың өткізу қабілетінің физикалық шектелуі және көлік ағынының үздіксіздігін толық қамтамасыз ете алмау сияқты негізгі мәселені жоймайды.

Осындай жағдайда жұмыс аймағының тікелей үстіне орнатылатын уақытша жол өтпелерін қолдану ерекше өзектілікке ие болады. Мұндай конструкциялар маршруттарды өзгертпей және жолдың өткізу қабілетін төмендетпей көлік қозғалысын сақтауға мүмкіндік береді, бұл көліктік, экономикалық және экологиялық жағымсыз салдарды едәуір азайтады.

Осылайша, коммуналдық және жол жұмыстары жағдайында пайдалануға арналған мобильді жол өтпелерін әзірлеу және зерттеу қалалық көлік инфрақұрылымының тұрақтылығын арттыруға бағытталған өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады.

А.А. Ганюковтың бұрын жүргізілген зерттеулерінде («Қалалық коммуналдық желілерді жөндеу кезінде қолданылатын мобильді жол өтпесінің конструкциясын әзірлеу және есептеу» диссертациялық жұмысы) апаттық және жөнделіп жатқан жол аймақтарының үстінен көлік қозғалысын уақытша ұйымдастыруға арналған бір аралықты фермалық металл конструкция түріндегі мобильді жол өтпесінің конструкциясы ұсынылған.

Жол өтпесінің конструкциясы бойлық және диагональды байланыстардан тұратын кеңістіктік қаңқа түрінде орындалған. Бұл қаңқа жоғары кеңістіктік қаттылықты, жүктемелердің аралық құрылым бойынша біркелкі таралуын және жылжымалы жүктеме әсері кезінде конструкцияның орнықтылығын қамтамасыз етеді.

Оны белгілі уақытша көпірлер мен жол өтпелерінен түбегейлі ерекшелендіретін негізгі белгі – конструкцияның өз доңғалақты жүріс бөлігінің болуы. Соның есебінен жол өтпесі тартқыштың көмегімен өз осьтік базасында орнату орнына жеткізіледі, жеткізілгеннен кейін траншеяның үстіне жылжытылып орналастырылады және доңғалақтарды көтеру мен көтергіш конструкцияны тіректерге түсіру арқылы «көлік жағдайынан» «көпір жағдайына» ауыстырылады.

Осы тұрғыдан мобильді жол өтпесі біртұтас инженерлік жүйе ретінде қарастырылған, ал оның жүріс бөлігі жалпы металл конструкцияның элементтері болып табылатын алдыңғы және артқы ось рамаларының беріктігі, қаттылығы және динамикасы тұрғысынан зерттелген. Статикалық және динамикалық есептеулер жүргізіліп, меншікті жиіліктердің әсері зерттелген және рамалардың конструктивтік параметрлері негізделген.

Алайда аталған зерттеулерде жүріс бөлігінің конструкциясы жол өтпесінің мобильділігін, оны өрістетудің технологиялылығын, пайдалану қауіпсіздігін және тығыз қалалық құрылыс жағдайларына бейімделуін айқындайтын дербес инженерлік ішкі жүйе ретінде қарастырылмаған. Атап айтқанда, жылжытып орналастыру кезінде осьтер мен кареткалардың қозғалу кинематикасы, бекіту және өздігінен позициялану механизмдері, тар кеңістіктегі маневр жасау мүмкіндігі, габариттер мен жылжымалы элементтердің жүргізушілердің көру аймағына әсері, сондай-ақ нақты пайдалану талаптарын ескере отырып жүріс

бөлігінің ұтымды схемасын таңдау әдістемесі жеткілікті деңгейде қарастырылмаған. Сонымен қатар жүріс бөлігін әзірлеудің ықтимал нұсқаларына жүйелі талдау жүргізілмеген және мұндай типтегі жүріс бөлігін есептеудің инженерлік әдістемесі қалыптаспаған. Осыған байланысты мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігінің конструкциясын және оны есептеу әдістемесін әзірлеуге бағытталған зерттеулер **өзекті болып табылады.**

Ұсынылып отырған жол өтпесінің конструкциясы жаңалығымен ерекшеленеді және тек аралық бөлігіне ғана емес, жүріс бөлігінің конструкциясына да жоғары талаптар қояды.

Негізгі идея мобильді жол өтпесінің жылжымалы конструкциясын әзірлеу және оның жүріс бөлігін есептеу арқылы пайдалану тиімділігін арттыру мүмкіндігі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігінің конструкциясын әзірлеуге және оны инженерлік есептеу әдістемесін әзірлеуге мүмкіндік беретін тәуелділіктерді алу.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін келесі **міндеттер шешілді:**

– модульдік және мобильді жол өтпелерінің қолданылуы мен конструкцияларына талдау жасау;

– жол өтпесінің жаңа жүріс бөлігін әзірлеу қажеттілігін негіздеу;

– көлік құралдарының жүріс бөліктері конструкцияларына талдау жасау;

– жүріс бөлігінің ықтимал конструкцияларына морфологиялық талдау мен синтез жүргізу және сенімділік, өтімділік, масса, күн критерийлерінің салмақтылығы бойынша алынған жиынтықтан перспективалы нұсқаны таңдау;

– SolidWorks бағдарламалық ортасында жол өтпесінің жұмысын модельдеу;

– жол өтпесінің сызбаларын әзірлеу және 3D-модельдерін жасау;

– жол өтпесі конструкциясының деформацияларын, кернеулерін және беріктік қорын талдау;

– модельдеу нәтижелері бойынша жол өтпесінің конструктивтік шешімін әзірлеу;

– эксперименттік стендті әзірлеу және дайындау, эксперименттер жүргізу және алынған нәтижелерді өңдеу;

– ұқсастық теориясы мен өлшемділікті талдау әдістері арқылы алынған нәтижелерді басқа өлшемдегі конструкцияларға көшіруге мүмкіндік беретін өлшемсіз критерийлерді белгілеу;

– жол өтпесінің жүріс бөлігін есептеу әдістемесін әзірлеу және зерттеу нәтижелерін іске асыру.

Зерттеу әдістері. Жұмыста жүріс бөлігі нұсқаларын морфологиялық талдау және синтездеу әдістері, SolidWorks бағдарламалық ортасында соңғы элементтер әдісі арқылы модельдеу, ұқсастық теориясы мен өлшемділік талдауы әдістері, инженерлік есептеулер, эксперименттік зерттеу және нәтижелерді өңдеу әдістері қолданылды.

Эксперименттік зерттеулер мобильді жол өтпесі үшін әзірленген стендте модельдік эксперимент әдістерін және жүктемелер мен деформацияларды өлшеу әдістерін қолдану арқылы жүргізілді. Нәтижелерді өңдеу регрессиялық талдау,

ұқсастық теориясы және өлшемділікті талдау әдістерімен, сондай-ақ мобильді жол өтпесін қолдану тиімділігін техникалық-экономикалық бағалау әдістерімен жүзеге асырылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы мобильді жол өтпесінің жылжымалы жүріс бөлігімен жұмыс істеуін сипаттайтын, оны тасымалдау, позициялау және жұмыс жағдайындағы орнықтылық шарттарын ескере отырып есептеу мен жобалауды қамтамасыз ететін тәуелділіктерді алумен сипатталады.

Ғылыми жаңалық келесілермен нақтыланады:

- мобильді жол өтпесінің инерциялық, серпімділік, демпфирлеу және жүктемелік параметрлері арасындағы өзара байланысты белгілейтін ұқсастық критерийлері жүйесі түріндегі өлшемсіз тәуелділіктер алғаш рет алынды. Бұл тәуелділіктер оның жұмыс тәртібін сандық бағалауға және зерттеу нәтижелерін толық өлшемді конструкцияға көшіруге мүмкіндік береді;

- мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігін көлік, жұмыс және бекіту режимдерінде есептеуге мүмкіндік беретін тәуелділіктер жиынтығы алынды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми қағидалар:

- тасымалдауды, орналастыруды және жұмыс жағдайындағы орнықтылықты қамтамасыз ететін жылжымалы жүріс бөлігі бар мобильді жол өтпесі конструкциясы;

- сенімділік, өтімділік, масса және пайдалануға жарамдылық критерийлері бойынша ұтымды конструктивтік шешімді негіздеуге мүмкіндік берген жүріс бөлігі нұсқаларына жүргізілген морфологиялық талдау мен синтез нәтижелері;

- мобильді жол өтпесі конструкциясының және оның жүріс бөлігінің кернеулі-деформацияланған күйі мен орнықтылығын сипаттайтын есептік тәуелділіктер және ақырлы элементтік модельдер;

- эксперименттік зерттеулер мен есептеулер нәтижелерін өңдеу негізінде алынған, жүктеме жағдайлары мен жол өтпесі конструкциясының иілімдері арасындағы байланысты анықтайтын регрессиялық тәуелділіктер;

- эксперимент және зерттеу нәтижелерін әртүрлі өлшемдер мен пайдалану жағдайларындағы мобильді жол өтпелерінің толық өлшемді конструкцияларына көшіруге мүмкіндік беретін ұқсастықтың өлшемсіз критерийлері;

- мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігін есептеу және жобалау әдістемесі;

- мобильді жол өтпесі конструкциясының практикалық қолдану мүмкіндігін растайтын жұмысқа қабілеттілігін эксперименттік зерттеу нәтижелері.

Автор қорғауға ұсынады:

- жүріс бөлігінің жаңа сұлбасы бар мобильді жол өтпесінің конструкциясын;

- конструкцияның жұмыс істеу шарттарын айқындайтын ұқсастықтың өлшемсіз критерийлерін;

- жүріс бөлігі параметрлері мен конструкциядағы жүктемелерді байланыстыратын регрессиялық тәуелділіктерді;

- эксперименттік зерттеу нәтижелерін және экономикалық тиімділікті бағалауды;

- жүріс бөлігін есептеу мен жобалаудың практикалық әдістемесін.

Зерттеу нысандары – уақытша көпірлік құрылымдар мен жол өтпелері.

Зерттеу пәні – мобильді жол өтпесінің жылжымалы жүріс бөлігі.

Практикалық маңыздылығы мобильді жол өтпесінің конструкциясын және оның жүріс бөлігін есептеудің инженерлік әдістемесін әзірлеумен анықталады. Бұл шешімдер жол және коммуналдық жұмыстар жүргізілетін жағдайларда құрылымды тасымалдауды, тез өрістетуді және сенімді пайдалануды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері көлік қозғалысының үздіксіздігін сақтау, кептелістерді азайту, кідіріс уақытын және отын шығынын төмендету, сондай-ақ жол қозғалысы қауіпсіздігін арттыру мақсатында уақытша жол өтпелерін жобалау және енгізу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Әзірленген конструктивтік шешімдер, есептік тәуелділіктер және пайдалану бойынша ұсынымдар жобалау ұйымдарының, көлік инфрақұрылымын басқару органдарының, сондай-ақ коммуналдық, жол-жөндеу және құрылыс-монтаж жұмыстарын орындайтын кәсіпорындардың практикасында қолданылуы мүмкін.

Зерттеу нәтижелері «ИНСТИТУТ ГРАДИЕНТ ПРОЕКТ» ЖШС-не берілді және 6B07106 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» білім беру бағдарламасының 1-курс бакалавриат білім алушыларына арналған «Көлік техникасының жіктелуі және құрылысы» пәнінің оқу процесіне енгізілді.

Диссертация нәтижелерінің сенімділігі жол өтпесі конструкциясын модельдеу нәтижелерімен, эксперимент нәтижелерінің қайталанымдылығымен, эксперименттік деректерді өңдеу әдістерін қолданумен және нәтижелерді натуралық пайдалану жағдайларына көшіру үшін ұқсастық критерийлерін пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

Диссертацияның барлық бөлімдері әдістемелік бірізділікпен орындалған және логикалық тұрғыдан өзара байланысқан. Диссертант қойған барлық міндеттер шешіліп, зерттеу мақсатына қол жеткізілді. Практикалық маңыздылығы мен ғылыми жаңалығы диссертацияның қойылған мақсатына, міндеттеріне және тақырыбына сәйкес келеді.

Қысқаша мазмұны.

Диссертацияның бірінші тарауында жол және коммуналдық жұмыстар жүргізілетін жағдайларда көлік кептелістері мәселесінің қазіргі жай-күйіне талдау жасалып, көлік қозғалысының үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін мобильді жол өтпелерін әзірлеудің өзектілігі негізделді. Қолданыстағы ұйымдастырушылық-техникалық шешімдер (реверсивті қозғалыс, уақытша айналма жолдар, интеллектуалды көлік жүйелері) қарастырылып, олардың артықшылықтары мен шектеулері анықталды. Уақытша көпірлер мен жол өтпелерін қолданудың әлемдік тәжірибесі, сондай-ақ осы саладағы отандық әзірлемелер талданды. Мобильді және модульдік жол өтпелерінің конструктивтік шешімдеріне талдау жүргізіліп, одан әрі жетілдіруді, оның ішінде жүріс бөлігін әзірлеу мен есептеуді талап ететін зерттеу объектісі ретінде мобильді жол өтпесін таңдау негізделді.

Диссертацияның екінші тарауында көлік құралдарының жүріс бөліктері конструкцияларына талдау жасалып, мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігіне қойылатын талаптар анықталды. Ықтимал конструктивтік шешімдерге морфологиялық талдау мен синтез жүргізілді, соның негізінде жүріс бөлігінің

оңтайлы конфигурациясы негізделді. Құрылымды тасымалдауды, дәл позициялауды және жұмыс жағдайында бекітуді қамтамасыз ететін мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігінің принциптік сұлбасы әзірленді.

Диссертацияның үшінші тарауында SolidWorks бағдарламалық ортасында мобильді жол өтпесі мен оның жүріс бөлігі модельденіп, жұмыс сызбалары және конструкцияның 3D-моделі әзірленді. Пайдалану жүктемелері әсеріндегі платформа мен жүріс бөлігінің көтергіш элементтерінің кернеулі-деформацияланған күйіне, орнықтылығына және жұмысқа қабілеттілігіне ақырлы элементтік талдау жүргізілді. Модельдеу нәтижелері бойынша мобильді жол өтпесінің конструктивтік шешімі негізделіп, конструкцияның беріктігі, қаттылығы және сенімділігі, сондай-ақ жылжыту және бекіту механизмдерінің дұрыс жұмыс істеуі расталды.

Диссертацияның төртінші тарауында жүріс бөлігінің конструктивтік шешімдерінің жұмысқа қабілеттілігі мен тиімділігін тексеруге арналған 1:4 масштабтағы мобильді жол өтпесінің эксперименттік стенді әзірленді. Эксперименттік зерттеулерді жүргізу әдістемесі әзірленіп, жол өтпесінің эксперименттік стендінде жүктелетін арбаның массасын өзгерте отырып тәжірибелер жүргізілді.

Эксперименттік деректер негізінде регрессиялық тәуелділіктер белгіленіп, есептік модельдің сәйкестігі және пайдалану жүктемелері кезінде жол өтпесінің жұмысқа қабілеттілігі расталды.

Диссертацияның бесінші тарауында зерттеу нәтижелерін практикалық іске асыру мәселелері қарастырылып, қалалық көше-жол желісі жағдайында мобильді жол өтпесін қолданудың көліктік, экономикалық және экологиялық тиімділігі бағаланды. Көлік және жұмыс жағдайларын ескере отырып жүріс бөлігін есептеу әдістемесі, сондай-ақ модельдеу мен эксперимент нәтижелерін натуралық пайдалану жағдайларына көшіруді қамтамасыз ететін ұқсастық критерийлері жүйесі әзірленді. Жүріс бөлігіне қойылатын техникалық талаптар мен пайдалану шарттары тұжырымдалып, әзірленген мобильді жол өтпесін коммуналдық және жол жұмыстары практикасында енгізу мүмкіндігі негізделді.

Диссертанттың жеке үлесі. Автор қолданыстағы жол өтпелері мен жүріс бөліктері конструкцияларына талдау жүргізіп, жүріс бөлігінің жаңа конструкциясын әзірлеу қажеттілігін негіздеді және морфологиялық талдау мен синтез негізінде ұтымды нұсқаны таңдады. Мобильді жол өтпесі мен оның жүріс бөлігінің конструкциясын модельдеу орындалып, 3D-модельдер мен жұмыс сызбалары әзірленді, конструкция элементтерінің кернеулі-деформацияланған күйі мен орнықтылығына талдау жүргізілді. Эксперименттік стенд әзірленіп, алынған нәтижелерді кейіннен өңдеу және регрессиялық талдау арқылы эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Ғылыми жетекшілермен бірлесіп инженерлік есептеу әдістемесі және ұқсастық критерийлері жүйесі әзірленді. Сонымен қатар көліктік және экономикалық тиімділікті бағалау әдістемесі ұсынылып, мобильді жол өтпесін жобалау және пайдалану бойынша практикалық ұсынымдар тұжырымдалды.

Жарияланымдар және жұмыстың апробациясы. Диссертацияның негізгі қағидалары Web of Science және Scopus деректер базаларына кіретін екі

мақалада, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған екі мақалада, авторлық құқық объектілеріне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы бір куәлікте, сондай-ақ халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың екі тезисінде жарияланды.

Scopus деректер базасына кіретін «Applied Sciences» журналында жарияланған «Optimization of Mobile Overpass Support Placement Considering the Nonlinear Properties of the Soil Foundation» атты мақалада (процентилі – 79, квартилі – Q2; 2026. Т. 16, № 4. Мақала нөмірі 2075. <https://doi.org/10.3390/app16042075>) автордың үлесі көлік кептелістерінің пайда болу мәселелері мен себептері бойынша ғылыми жарияланымдарды талдаудан, мобильді жол өтпелерін қолданудың әлемдік тәжірибесін және қолданыстағы ұқсас конструкцияларды зерделеуден, сондай-ақ мақаланың бастапқы нұсқасын жазу мен дайындаудан тұрды.

Scopus деректер базасына кіретін «Applied Sciences» журналында жарияланған «Development of the undercarriage of a Mobile Overpass for Operation During Repair Works in Dense Urban Areas» атты мақалада (процентилі – 79, квартилі – Q2; 2026. Т. 16, № 8. Мақала нөмірі 3879. <https://doi.org/10.3390/app16083879>) автордың үлесі мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігіне морфологиялық талдау мен синтез жүргізуді, мобильді жол өтпесінің эксперименттік стендін әзірлеуді, эксперименттік зерттеулерді жүргізу жоспары мен тәртібін құрастыруды қамтыды.

«Material and Mechanical Engineering Technology» журналында жарияланған «Justification of the effectiveness of developing and using a mobile overpass» атты мақалада (2026, № 1. <http://mmet.kstu.kz/download/articles/02042026022750digest.pdf>) автордың үлесі мобильді жол өтпесін қолданудың көліктік, экономикалық және пайдалану тиімділігін бағалау әдістемесін негіздеуден, мобильді жол өтпесін енгізуден алынатын экономикалық тиімділік есептерін орындаудан, сондай-ақ алынған нәтижелерді талқылау мен зерттеу қорытындыларын тұжырымдаудан тұрды.

«Университет Еңбектері» журналында жарияланған **«Тарихтан қазіргі заманға дейін: көлік инфрақұрылымындағы мобильді жол өтпелерінің рөлі»** атты мақалада (№ 2 (99), 2025, 3-бөлім «Құрылыс. Көлік»). DOI: 10.52209/1609-1825_2025_2_196) автордың үлесі мобильді жол өтпелері тақырыбы бойынша ғылыми дереккөздерді талдаудан, олардың даму тарихын, жіктелуін, конструктивтік ерекшеліктерін және қазіргі заманғы қолданылуын қарастырудан, оларды пайдаланудың шетелдік тәжірибесін жүйелеуден, сондай-ақ төтенше жағдайлар кезінде және жолдарда жөндеу жұмыстарын жүргізу барысында қозғалысты жедел қалпына келтірудегі мобильді жол өтпелерінің маңызын негіздеуден тұрды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс машинкамен терілген 197 бет мәтіннен тұрады, белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, 5 бөлімнен және қорытындыдан құралған, 113 сурет, 27 кесте, 122 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімі және 3 қосымшаны қамтиды.

Диссертациялық жұмыста жаңа ғылыми негізделген нәтижелер алынған, оларды пайдалану мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігінің конструкциясын әзірлеу және есептеу әдістемесін жасау бойынша маңызды қолданбалы міндетті шешуді қамтамасыз етеді. Диссертациялық зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытындылар алынды:

- ірі қалалардағы жол кептелістерінің пайда болу себептеріне талдау жүргізіліп, олардың едәуір бөлігі жол, коммуналдық және апаттық-қалпына келтіру жұмыстары жүргізілетін учаскелерде қалыптасатыны анықталды;

- әлемдік тәжірибені, модульдік және мобильді жол өтпесін талдау мобильді жол өтпесінің қалалық көше-жол желісінде коммуналдық, жол және апаттық-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу жағдайында тиімді екенін көрсетті;

-бұрын ұсынылған мобильді жол өтпесінің конструкциясы талданды. Конструкция жалпы алғанда жұмысқа қабілетті болғанымен, жүріс бөлігі тасымалдау және пайдалану кезінде мобильділік, позициялау дәлдігі, орнықтылық және қауіпсіздік бойынша талап етілетін көрсеткіштерді толық қамтамасыз етпейтіні анықталды, бұл оның жаңа конструктивтік шешімін әзірлеу қажеттілігін негіздейді;

-көлік құралдарының жүріс бөліктері конструкцияларын талдау мобильді жол өтпесін пайдалану жағдайларына бейімделген тәуелді аспаларды, көпосьті және тандемдік схемаларды, сондай-ақ арнайы бекіту және позициялау тораптарын қолданудың мақсатқа сай екенін растады;

-мобильді жол өтпесінің жүріс бөлігінің ықтимал конструкцияларына морфологиялық талдау мен синтез жүргізілді, бұл негізгі пайдалану және конструктивтік критерийлер жиынтығы бойынша ең перспективалы конструкцияны таңдауға мүмкіндік берді;

-қозғалмалы көпірлері, кареткалары, қос таврлы бағыттаушылар бойымен қозғалу механизмі, бекіту жүйесі және жол өтпесін көлік жағдайынан жұмыс жағдайына ауыстыруды әрі пайдалану кезінде орнықтылығын қамтамасыз ететін интеграцияланған ішкі жүйелері бар төмен рамалы екіосьті конструкция негізінде жол өтпесінің жүріс бөлігінің принциптік схемасы әзірленді;

-SolidWorks бағдарламалық ортасында жол өтпесі мен жүріс бөлігінің негізгі элементтерінің сызбалары әзірленді, сондай-ақ көтергіш платформаны, раманы, осьтерді, аспаны, кареткаларды және трансформация механизмдерін қамтитын конструкцияның толық үшөлшемді моделі жасалды;

-SolidWorks бағдарламалық ортасында мобильді жол өтпесінің жұмысы модельденді, оның нәтижелері бойынша көтергіш платформаның салыстырмалы түрде аз масса кезінде жоғары беріктікті қамтамасыз ететін фермалық схемасы ұтымды екені анықталды. Виртуалды құрастыру конструкция элементтерінің өзара қиылысуының жоқтығын және жылжыту мен бекіту механизмдерінің дұрыс жұмыс істеуін растады;

-кернеулі-деформацияланған күй мен беріктік қорын талдау конструкцияның жеткілікті беріктігі мен қаттылығын көрсетті; пайда болатын кернеулер мен деформациялар рұқсат етілген мәндерден аспайтыны анықталды, бұл қабылданған конструктивтік шешімнің негізділігін растайды;

- модельдеу нәтижелері бойынша қалалық құрылыс жағдайында пайдалану кезінде беріктік, мобильділік және технологиялылықтың қажетті үйлесімін қамтамасыз ететін мобильді жол өтпесінің конструктивтік шешімі әзірленді;

- мобильді жол өтпесінің эксперименттік стенді әзірленіп, дайындалды. Стенд көтергіш платформаны, жүріс бөлігін, жылжымалы кареткаларды, бекіту механизмін, басқару жүйесін, жарық сигнализациясын және тежеу жүйесінің элементтерін қамтиды, бұл есептік-модельдік кезеңнен эксперименттік тексеруге өтуге мүмкіндік берді;

- стендте жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижелері конструкцияның жұмысқа қабілеттілігін: жүктемелердің біркелкі таралуын, артық жүктелудің жоқтығын және деформациялардың серпімді сипатта болуын растады;

- ұқсастық теориясы мен өлшемділікті талдау негізінде нәтижелерді басқа өлшемдер мен масштабтағы конструкцияларға көшіруді қамтамасыз ететін өлшемсіз критерийлер жүйесі әзірленді;

- жол өтпесінің жүріс бөлігін есептеу әдістемесі әзірленді. Ол көлік және жұмыс жағдайларын, соның ішінде жүктемелерді, конструкцияның негізгі элементтерін, жетектер мен бекіткіштерді есептеуді ескереді; ұсынылған конструктивтік шешім тасымалдау және пайдалану шарттарына сәйкес келетіні және мобильді жол өтпелерін жасау кезінде пайдаланылуы мүмкін екені көрсетілді.

Осылайша, диссертациялық жұмыста қойылған міндеттер толық көлемде шешілді. Мобильді жол өтпесінің әзірленген жүріс бөлігі конструкциясы, оны модельдеу және эксперименттік тексеру нәтижелері, ұқсастық критерийлері жүйесі және ұсынылған есептеу әдістемесі жол, коммуналдық және авариялық-қалпына келтіру жұмыстары жүргізілетін жағдайларда көлік қозғалысының үздіксіздігін қамтамасыз етуге арналған мобильді жол өтпелерін жобалау, дайындау және енгізудің ғылыми-практикалық негізін қалыптастырады.