

Мобильді жол өтпесіне арналған инженерлік шешімдер әзірлеуге бағытталған теориялық және әдістемелік негіздерді қалыптастыру

¹***АХМЕТОВА Анель Жанатовна**, докторант, *anelya_97_03@mail.ru*,

²**ВАРГУЛА Лукаш**, PhD, профессор,

¹Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды, Қазақстан,

²Познань техникалық университеті, Познань, Польша,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Коммуналдық және жөндеу жұмыстары кезінде көше-жол желісінің өткізу қабілетінің төмендеуі мен көлік кідірістерінің артуынан туындайтын көлік жүйесінің мәселелері қарастырылды. Көлік шығындарын азайтудың халықаралық тәжірибесі, соның ішінде, уақытша айналма жолдар, интеллектуалды басқару жүйелері және модульдік көпірлер талданды. Жолды толық жаппай қозғалысты қамтамасыз ететін перспективалы шешім ретінде мобильді жол өтпелеріне баса назар аударылды. Қолданыстағы инженерлік шешімдердің техникалық шектеулері анықталып, мобильді жол өтпелерін таңдау және есептеуге арналған алгоритм ұсынылды. Ол жүктемелерді анықтау, беріктікке тексеру және қажет болған жағдайда конструкция параметрлерін түзету мүмкіндігін қамтиды. Зерттеу нәтижелері Қазақстанның көлік инфрақұрылымына бейімделген мобильді жол өтпелерін жобалау әдістемесін әзірлеуге негіз болады.

Кілт сөздер: көлік техникасы, көліктің жылжымалы жол өтпесі, жолдарды жөндеу, көліктің тоқтап қалуы, есептеудің блок-схемасы.

Кіріспе

Автомобиль жолдарында жөндеу, коммуналдық және авариялық-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу жол қозғалысының шектелуімен немесе толық жабылуымен сүйемелденеді. Сонымен қатар, уақытша айналма жолдар мен қозғалыстың тар жағдайлары орын алады, бұл көбінесе жол ағынын ұйымдастыру схемаларының бұзылуына және жол-көлік оқиғаларының қаупінің артуына әкеледі. Нәтижесінде жол учаскесінің өткізу қабілеті төмендейді, жол жүру уақыты артады, кептелістер мен көлік кідірістері пайда болады. Бұл жағдай көлік уақытының жоғалуына, қозғалыс қарқындылығына, жөнделетін учаскенің ұзақтығына және жұмыс ұзақтығына тікелей әсер етеді.

Халықаралық зерттеулер көрсеткендей, жолдарды жөндеу көптеген елдерде көлік кідірістерінің негізгі себептерінің бірі болып табылады. Мысалы, Ұлыбританияда ALARM Survey 2024 деректері бойынша, магистральдық кешігулердің 30%-дан астамы жоспарлы жөндеу жұмыстарына байланысты [1].

Коммуналдық және жөндеу жұмыстары жүргізілген кезде көше-жол желісінің жұ-

мысында бірқатар проблемалар туындайды, олардың негізгісі 1-кестеде жүйеленіп, техникалық және әлеуметтік-экономикалық салдары көрсетілген [2].

1-кесте деректері негізінде 1-суретте әр фактордың көлік кептелісі мен ұйымдастырушылық қиындықтарға ықпалын көрсететін диаграмма ұсынылған.

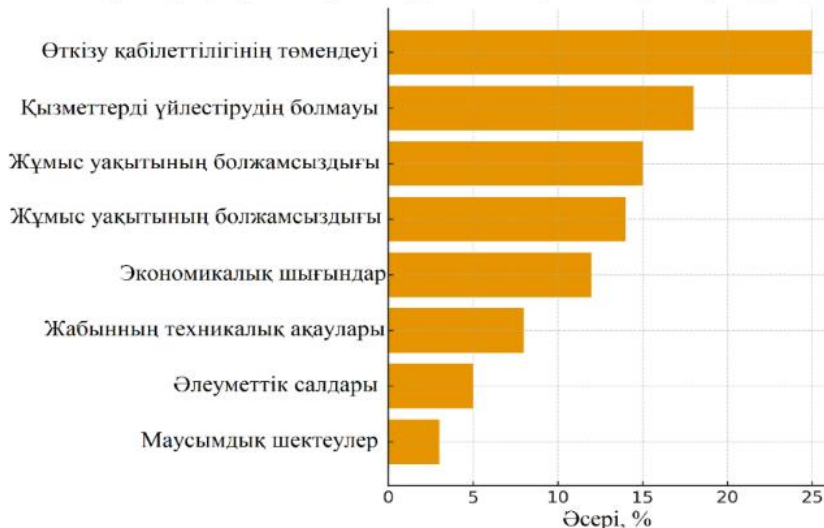
Талдау нәтижелері коммуналдық жөндеу жұмыстары кезінде көлік жүйесіне ең күшті әсер ететін факторлар – өткізу қабілетінің төмендеуі мен қызметтер арасындағы үйлестірудің жеткіліксіздігі екенін көрсетті. Дәл осы себептер көлік шығындарының негізгі бөлігін қалыптастырып, кептелістердің пайда болуына әкеледі. Техникалық ақаулар мен маусымдық шектеулердің ықпалы салыстырмалы түрде төмен болғанымен, ұзақ мерзімді жөндеу кезінде олардың да әсері елеулі бола түседі [2].

Қазақстан Республикасы Статистика комитетінің талдамалық деректеріне сәйкес, қалалық магистральдарда жөндеу іс-шараларының орташа ұзақтығы 5-тен 15 тәулікке дейін, ал республикалық маңызы бар учаскелерде – 30 тәулікке дейін құрайды. Қозғалыс қарқындылығы сағатына 1000-

1-кесте – Коммуналдық-жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде жол қозғалысын ұйымдастырудың негізгі факторлары

№	Факторлар	Мазмұны	Салдары	Мысал
1	Өткізу қабілеттілігінің төмендеуі	Жолдың қабаттасуы ағынды нормадан 50-70% дейін төмендетеді	Кептеліс, жол жүру уақытының ұлғаюы, шығындардың өсуі, кідірістердің 25% дейін	Қозғалыс уақытын 35% дейін жоғалту (ЕО, АҚШ);
2	Жұмыс уақытының болжамсыздығы	Желілердің жасырын ақауларын анықтау, үйлестірудің болмауы	Мерзімдердің 30-50%-ға өсуі, жол жамылғысын қайта ашу	Жөндеудің орташа ұзақтығы 1,5 есеге артады
3	Ведомствоаралық үйлестірудің болмауы	Коммуналдық қызметтердің шашыраңқы әрекеттері	Жолдарды бірнеше рет ашу, жұмыстарды қайталау. Кідірістердің 17% дейін	Жыл ішінде 25%-на дейін қайталанады
4	Қозғалысты жеткіліксіз ұйымдастыру	Сапасыз уақыт схемалары, нашар хабарлау	ЖКО, ағындарды хаотизациялау, халықтың сенімсіздігі. Кідірістердің 13% дейін	Апаттардың 18%-ы нашар навигацияға байланысты (Астана, Алматы)
5	Экономикалық және экологиялық шығындар	Ұзақ тоқтап қалу және көліктің бос жүруі	ЖІӨ шығыны 0,5-0,7%, СО шығарындыларының өсуі. Кідірістердің 12%-ы	Жылына 20 млрд теңгеге дейін шығын
6	Жабынның техникалық ақаулары	Жол жамылғысын қайта ашу, қайта құру сапасының төмендігі	Жарықтар, ойықтар, шатырдың тез тозуы. Кідірістердің 8%-ы	Ақаулардың 40%-ы жол жамылғысын қайта ашумен байланысты
7	Әлеуметтік салдары	Нысандарға кіруді шектеу, ұтқырлықты төмендету	Қоғамдық көліктің кешігуі, жүргізушілердің күйзелісі.	Көлікке қолжетімділікті 15-20%-ға төмендету
8	Маусымдық шектеулер	Климаттық факторлар, қысқы жұмыстарды шектеу	Мерзімдердің ұлғаюы және қамту сапасының нашарлауы	Мерзімдер 1,3-1,5 есе артады

Коммуналдық жұмыстар кезінде көлік жүйесіне факторлардың әсерін бағалау

**1-сурет – Факторлардың көлік жүйесіне әсерін бағалау**

нан асатын болса, уақыттың жалпы шығыны тәулігіне бірнеше мың сағатқа жетуі мүмкін. Астана және Алматы сияқты ірі қалаларда

бұл шығындар көлік ағынының тығыздығы 1,5-2 есе артқан кезде ерекше байқалады. 2-суретте 2024 жылғы көліктің тоқтап қалу



2-сурет – 2024 жылы Қазақстан қалалары бойынша көлік құралдарының тоқтап қалу уақыты

диаграммасы берілген [3].

Осыған байланысты анықталған проблемаларды шешу үшін көлік тоқтап қалуын қысқартатын және қозғалыс тұрақтылығын арттыратын тиімді инженерлік әрі ұйымдастырушылық шараларды әзірлеу қажет.

Зерттеудің мақсаты: жөндеу жұмыстары жағдайында көлік тоқтап қалуын төмендетуге бағытталған инженерлік шешімдерді одан әрі әзірлеу үшін теориялық және әдістемелік негіздерді қалыптастыру.

Зерттеу міндеттері:

1. Коммуналдық және жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде көліктің тоқтап қалуына әсер ететін факторларға талдау жүргізу.

2. Көлік тоқтап қалуын азайту үшін инженерлік шешімдерді қолданудың әлемдік тәжірибесін зерделеу және олардың Қазақстан жағдайына бейімделу мүмкіндіктерін бағалау.

3. Шетелдік шешімдерді Қазақстан жағдайына бейімдеудің перспективалық бағыттарын анықтау.

4. Қозғалысты ұйымдастыруға арналған уақытша құрылыстарды жобалауға байланысты қолданыстағы тәсілдердің негізгі проблемалары мен кемшіліктерін анықтау.

5. Қазақстанның жол инфрақұрылымында мобильді жол өтпесін қолдануды одан әрі зерделеудің орындылығы мен бағыттарын негіздеу.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы: жұмыста алғаш рет динамикалық жүктемелерді, топырақ негізімен өзара әрекеттесуді және нақты

пайдалану жағдайларын ескеретін жылжымалы өтпелді есептеудің кешенді тәсілі ұсынылды. Құрылым элементтері беріктік пен тұрақтылықты қамтамасыз ететін серпімді деформация шегінде жұмыс істеуі тиіс деген іргелі шарт тұжырымдалды. Ауыспалы жүктемелер жағдайында шекаралық кернеулер мен рұқсат етілетін деформацияларды анықтауға негізделген беріктік пен тұрақтылықты есептеу әдістемесінің құрылымдық схемасы әзірленді.

Практикалық маңыздылығы: алынған нәтижелер жөндеу кезіндегі көлік ағындарының тұрақтылығын арттыруға бағытталған инженерлік шешімдерді дамытуға теориялық-әдістемелік негіз береді. Мобильді жол өтпелерін қолдану жөніндегі тұжырымдар жол желісінің өткізу қабілетін сақтау үшін ұлттық нормативтер мен үлгілік конструкцияларды әзірлеуге негіз бола алады.

Зерттеу нәтижелері жол және коммуналдық қызметтердің жөндеу жұмыстарын жоспарлауда, сондай-ақ, көлік инфрақұрылымы саласындағы инновациялық жобалармен айналысатын ғылыми және жобалау ұйымдарында қолдануға жарамды.

Материалдар мен әдістер

Тиімді инженерлік-ұйымдастырушылық шешімдерді іздеу мақсатында әлемдік тәжірибені талдау қызығушылық тудырады, мұнда кептелістерді азайту және жөндеу жұмыстары кезінде қозғалыс үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін әртүрлі тәсілдер әзірленіп, сәтті қолданылады. 2-кестеде коммуналдық

2-кесте – Коммуналдық және жөндеу жұмыстары кезінде қозғалысты ұйымдастырудың әлемдік тәжірибесі

№	Мемлекет	Қолданылатын шешім	Артықшылықтары	Қазақстанда қолдану мүмкіндігі	Кемшіліктері
1	АҚШ, Германия, Япония	Түнгі және жеделдетілген қайта жөндеу	Жолдарды жабу уақытын қысқарту, кептелісті азайту	Ішінара қозғалыс қарқындылығы жоғары магистральдарда	Тез қататын материалдар мен уақытша техниканы қажет етеді; климатпен шектелген
2	Ұлыбритания, Сингапур	Зияткерлік көлік жүйелері (ITS)	Мәліметтерді автоматты түрде қайтасалу, жүргізушілерді қалыптастыру	Ірі қалаларда (Астана, Алматы) бейімделуге болады	Цифрлық инфрақұрылымның жоғары құны, қызметтерді интеграциялау қажет
3	Қытай, Оңтүстік Корея, Швейцария	Уақытша көпірлер	Қозғалыстың үзіліссіздігін сақтау, уақыт шығынын азайту	Ең өрісті бағыт, әсіресе желілік жөндеу үшін	Нақты есептеулерді, құрылымдарды сертификаттауды және инженерлік персоналды қажет етеді
4	Франция, Нидерланды	Қызметтерді орталық үйлестіру	Екінші рет ашуды алып тастау, тиімділікті арттыру	«Бір терезе» цифрлық платформасы арқылы іске асыруға болады	Нормативтік өзгерістер мен интервалдық өзара іс-қимылды талап етеді.
5	Канада, Норвегия	Модульді жол жабындарын пайдалану	Қозғалысты толық қайта жаппай жабу секцияларын жылдам ауыстыру	Сынақ учаскелері мен уақытша жолдар үшін перспективалы	Материалдың жоғары құны, модульдердің шектеулі қызмет ету мерзімі
6	Швеция, Финляндия	ВІМ-модельдер арқылы жөндеуді жоспарлау	Жұмыс кестелерін үйлестіру, қызметаралық қайшылықтарды азайту	«Ақылды қала» мен цифрландыру арқылы	Мамандарды даярлауды және жобалау стандарттарын жаңартуды талап етеді

және жөндеу жұмыстары кезінде қозғалысты ұйымдастырудың әлемдік тәжірибесі берілген [4].

Халықаралық тәжірибе көлік тоқтап қалуын азайтатын көптеген шешімдерді Қазақстанда қолдануға болатынын көрсетеді, алайда, оларды енгізу бірқатар шектеулерге байланысты. АҚШ, Германия және Жапонияда қолданылатын жеделдетілген және түнгі жөндеу технологияларын Қазақстанда климаттық жағдайлар мен тез қататын материалдардың тапшылығы шектейді [5].

Ұлыбритания мен Сингапурдағы интеллектуалды көлік жүйелері жоғары инвестиция мен толық цифрлық интеграцияны талап етеді, бұл Қазақстанда тек Астана мен Алматыда ішінара іске асқан. Қазақстан үшін тиімді шешім ретінде Қытай, Оңтүстік Корея және Швейцарияда қолданылатын мобильді көпірлер қарастырылады, алайда, олар бойынша ұлттық нормативтер мен типтік жобалар әзірленбеген. Сондай-ақ, Нидерланды мен Франциядағы орталықтандырылған үйлестіру үлгілері цифрландырудың жеткілік-

сіздігі мен ведомстволық бөліну салдарынан толық енгізілмеген [6].

Халықаралық тәжірибені бейімдеу үшін ұлттық стандарттарды енгізу, жөндеу жұмыстарын жоспарлауды цифрландыру және пилоттық жобаларды іске қосу қажет. Талданған тәсілдердің ішінде ең тиімдісі – уақытша көпірлер мен мобильді жол өтпелерін пайдалану, өйткені олар қымбат технологиясыз ақ жолды толық жаппай қозғалысты сақтап, өткізу қабілетінің төмендеуіне жол бермейді. Қазақстанда мұндай өтпелдер бойынша алғашқы ғылыми идея А.С. Қадыровқа тиесілі, кейін А.А. Ганюков пен Қ.Г. Балабекова тарапынан дамытылды, олар конструкцияның жобалау принциптері мен пайдалану ерекшеліктерін талдады. Мобильді өтпелдер әсіресе қозғалыс қарқыны жоғары учаскелерде тиімді, себебі олар тез жиналып, 3-суретте көрсетілгендей, жөндеу аймағының үстінен уақытша қозғалыс ұйымдастыруға мүмкіндік береді [6].

Бұл шешімді қолдану келесіге мүмкіндік береді:



3-сурет – Мобильді жол өтпесінің жалпы көрінісі

- көше-жол желісінің өткізу қабілетін сақтау;
- күрделі айналма схемалардың қажеттілігін болдырмау есебінен коммуналдық жұмыстарды орындау уақытын қысқарту;
- көлік кідірістерімен байланысты әлеуметтік-экономикалық шығындарды азайту;
- көлік құралдарының бос шығарындыларын азайту арқылы қоршаған ортаға теріс әсерді азайту [6].

Нәтижелер

Қазақстанның жол инфрақұрылымына мобильді жол өтпелдерін енгізу үшін олардың күшті және нашар жақтарын, сондай-ақ, сыртқы мүмкіндіктері мен қауіптерін көрсететін SWOT-талдау жүргізілді. 4-суретте жол өтпесінің SWOT талдауы көрсетілген.

SWOT-талдау Қазақстанда жылжымалы жол өтпелерінің көлік кідірістерін азайтуда айтарлықтай әлеуеті бар екенін көрсетті, өйткені оларды тез орнатып, жөндеу кезінде қозғалысты тоқтатпай сақтауға болады. Алайда, олардың кең ауқымды енгізілуі әзірге нормативтердің, есептеу әдістемесінің және жергілікті өндірістің болмауымен шектелуде. Сондықтан пилоттық жобаларды іске асыру, кейін ұлттық стандарттар мен инженерлік есептеулерді әзірлеу – перспективалы бағыт.

Қазіргі ұсыныстар болса да, оларды практикалық қолдануды қиындататын техникалық және ұйымдастырушылық кемшіліктер сақталып отыр. Біріншіден, қолданыстағы жобаларда қарқынды көлік ағындары ескерілмей, қалалық магистральдардағы нақты жұмыс жағдайлары толық қамтылмайды. Екіншіден, динамикалық жүктемелер мен топырақтың біркелкі емес жұмысы нәтижесінде өтпелдің жылжуы мүмкін, бұл конструкцияның және қозғалыстың қауіпсіздігіне қауіп төндіреді. Үшіншіден, бұрынғы зерттеулер көбіне біржақты қозғалысқа арнал-

ған конструкцияларды қарастырған, бұл өткізу қабілетін төмендетіп, заманауи талаптарға сәйкес келмейді [7].

Сондай-ақ, топырақпен өзара әрекеттесуді нақты бағаламау тұрақтылық пен қызмет мерзіміне теріс әсер етуі мүмкін. Осылайша, мобильді жол өтпелерінің беріктігі мен сенімділігін кешенді бағалайтын жетілдірілген әдістеме қажеттілігі туындайды [8]. Бұл тәсіл олардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырып, Қазақстан жол инфрақұрылымында кең қолдануға ғылыми негіз қалыптастырады. Жобалауды жүйелеу үшін өтпелдің беріктігі мен жұмысқа қабілеттілігін тексеру ретін сипаттайтын алгоритмдік блок-схема ұсынылды. Есептеу әдістемесі 5-суретте көрсетілген.

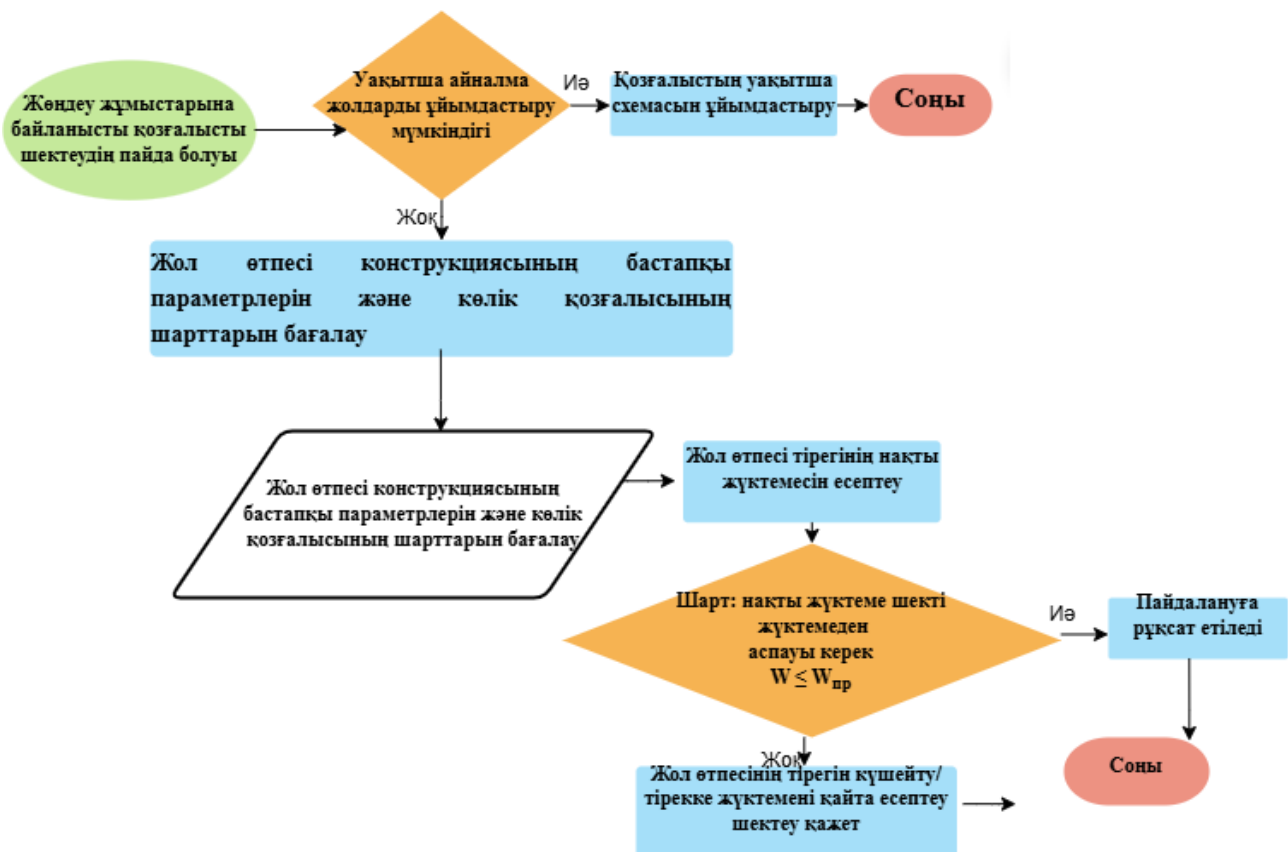
Ұсынылған блок-схема мобильді жол өтпесін бағалаудың толық инженерлік циклін, бастапқы деректерді жинаудан бастап қауіпсіз пайдалану туралы шешім қабылдауға дейін жүйелейді. Осы алгоритм негізінде беріктікке, тұрақтылыққа және нормативтік талаптарға сәйкестікке бағытталған есептеу әдістемесі әзірленеді. Әдістеменің басты қағидасы – конструкция элементтерінің жұмыс жүктемелері әсерінде серпімді деформация шегінен аспауы. Бұл көп мәрте қайталанатын көлік жүктемелері кезінде өтпенің ұзақ мерзімді беріктігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді, ал талап бұзылған жағдайда қалдық деформациялар мен қаттылықтың төмендеуі орын алады. Бұл шарт мобильді жол өтпесін жобалаудың негізгі критерийлерінің бірі болып табылады және оның кернеулі-деформацияланған күйін модельдеу кезінде басты шектеу ретінде қолданылады.

Қорытынды

Мақалада коммуналдық және жөндеу жұмыстары кезінде көліктік тоқтап қалуды азайту және қозғалыс тұрақтылығын арт-

<p>Күшті жақтары</p> <ul style="list-style-type: none"> - жолдың толық жабылуынсыз қозғалыстың үздіксіздігін қамтамасыз ету; - көліктің тоқтап қалуын айтарлықтай азайтады; - жылдам орнату және бөлшектеу; - тоқтап қалудан және бос жүруден болатын экономикалық шығындарды азайту; - әртүрлі учаскелерде бірнеше рет пайдалану мүмкіндігі. 	<p>Әлсіз жақтары</p> <ul style="list-style-type: none"> - ҚР-да ұлттық стандарттар мен нормативтер жоқ; - жоғары бастапқы шығындар және логистикалық шығындар; - дайындалған инженерлік кадрлардың жетіспеушілігі; - сенімді емес негізде құрылымның құлау қаупі; - динамикалық жүктемелер мен қарқындылық бойынша зерттеулердің болмауы.
<p>Мүмкіндіктер</p> <ul style="list-style-type: none"> - ірі қалаларда пилоттық жоба ретінде енгізу; - Қазақстанда модульдік конструкциялар өндірісін оқшаулау (металл+құрастыру); - төтенше жағдайлар саласында пайдалану (су тасқыны, құлау, уақытша айналма жолдар); - сесптеу әдістемесі мен пайдалану нормативтерін әзірлеу. 	<p>Қауіптер</p> <ul style="list-style-type: none"> - климаттық факторлар: аяз, температураының өзгеруі, көктайғақ; - жол өтпесіне жүктеме артқан кезде құрылымның шамадан тыс жүктелу қаупі; - дұрыс орнатпау, апат қаупі, заңды жауапкершілік; - қолданудың төмен жиілігі экономикалық тиімділікті төмендетеді.

4-сурет – Мобильді жол өтпелінің SWOT анализі



5-сурет – Мобильді жол өтпелін есептеу блок-схемасы

тыруға бағытталған инженерлік шешімдер негізделді. Факторлық талдау негізгі себептердің өткізу қабілеттілігінің төмендеуі мен қызметтер арасындағы үйлестірудің жеткіліксіздігі екенін көрсетті. Әлемдік тәжірибе ішінде Қазақстан үшін ең тиімді шешім ретінде жөндеу кезінде қозғалысты сақтай алатын жылжымалы жол өтпелері айқындалды. SWOT-талдау олардың артықшылықтарын, шектеулерін және жетілдіру бағыттарын анықтады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – динамикалық жүктемелер мен негізбен өзара әрекеттесуді ескеретін есептеу тәсілін ұсыну және құрылымның серпімді жұмысын қамтамасыз ететін беріктік критерийін анықтау.

Осылайша, алға қойылған мақсатқа қол жеткізілді, ал зерттеу нәтижелері Қазақстанның көлік техникасы мен технологияларында жылжымалы жол өтпелерінің конструкцияларын жетілдіру бағытын одан әрі дамытудың орындылығын растайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. World Road Association (PIARC). Temporary Bridges and Detours: Technical Report. – Paris, 2021.
2. Lee J., Park S. Modular temporary bridge systems for urban construction logistics // Journal of Bridge Engineering. – 2021. – Vol. 26. – Pp. 1-12.
3. Комитет по статистике Республики Казахстан. Транспорт и связь Казахстана. Статистический ежегодник 2019-2024 гг. – Астана, 2024.
4. Numbeo Global Traffic Index. Traffic Time and Congestion Data for Almaty and Astana. – 2024. – URL: <https://numbeo.com/traffic>
5. TomTom International. Traffic Congestion Report 2024 (Kazakhstan section + global comparison). – Amsterdam, 2024.
6. Смагулов А.Ж. Влияние коммунальных работ на пропускную способность улично-дорожной сети крупных городов // Вестник КазАТК. – 2023. – № 4. – С. 45.
7. Балабекова К.Г. Мобильді жол өтпесі құрылымының жұмысын зерттеу және негіздеу: дисс. на соискание докт. фил. Phd. – Караганда, 2018. – 156 с.
8. Кадыров А.С., Балабекова К.Г. Мобильді көпір өтпесінің жетілген модулінің сәйкестірілген элементтерін есептеу және конструкторлық шешу // ПМУ хабаршысы. Энергетикалық серия. – Павлодар: ПМУ, 2016. – № 3. – Б. 41-52.

Формирование теоретической и методической основ для дальнейшей разработки инженерных решений мобильного путепровода

¹***АХМЕТОВА Анель Жанатовна**, докторант, anelya_97_03@mail.ru,

²**ВАРГУЛА Лукаш**, PhD, профессор,

¹Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, Караганда, Казахстан,

²Познаньский технический университет, Познань, Польша,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Рассмотрены проблемы транспортной системы, возникающие при снижении пропускной способности улично-дорожной сети и увеличении транспортных задержек в период проведения коммунальных и ремонтных работ. Проанализирован международный опыт снижения транспортных издержек, включая временные объездные дороги, интеллектуальные системы управления и модульные мосты. Особое внимание уделено мобильным дорожным переходам как перспективному решению, позволяющему обеспечивать движение без полного перекрытия дороги. Выявлены технические ограничения существующих инженерных решений и предложен алгоритм выбора и расчёта мобильных дорожных переходов, включающий определение нагрузок, проверку на прочность

и возможность корректировки параметров конструкции при необходимости. Результаты исследования могут служить основой для разработки методики проектирования мобильных дорожных переходов, адаптированной к условиям транспортной инфраструктуры Казахстана.

Ключевые слова: транспортная техника, мобильный путепровод, ремонт дорог, простой транспорта, блок-схема расчёта.

Formation of Theoretical and Methodological Foundations for the Further Development of Engineering Solutions for a Mobile Overpass

¹***AKHMETOVA Anel**, Doctoral Student, anelya_97_03@mail.ru,

²**WARGULA Lukasz**, PhD, Professor,

¹Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan,

²Poznan University of Technology, Poznan, Poland,

*corresponding author.

Abstract. The problems of the transportation system issues arising from reduced capacity of the street and road network and increased traffic delays during utility and maintenance works are considered. International experience in reducing transport losses is analyzed, including temporary detour roads, intelligent traffic management systems, and modular bridges. Special attention is given to mobile road crossings as a promising solution that ensures traffic flow without complete road closure. The technical limitations of existing engineering solutions are identified, and an algorithm for selecting and designing mobile road crossings is proposed. The algorithm includes load determination, strength verification, and the possibility of adjusting structural parameters when necessary. The research results provide a basis for developing a methodology for designing mobile road crossings adapted to the conditions of Kazakhstan's transport infrastructure.

Keywords: transport machinery, mobile overpass, road maintenance, transport downtime, calculation flowchart.

REFERENCES

1. World Road Association (PIARC). Temporary Bridges and Detours: Technical Report. – Paris, 2021.
2. Lee J., Park S. Modular temporary bridge systems for urban construction logistics. Journal of Bridge Engineering. – 2021. – Vol. 26. – Pp. 1-12.
3. Komitet po statistike Respubliki Kazahstan. Transport i svjaz' Kazahstana. Statisticheskij ezhegodnik 2019-2024 gg. – Astana, 2024.
4. Numbeo Global Traffic Index. Traffic Time and Congestion Data for Al-maty and Astana. – 2024. – URL: <https://numbeo.com/traffic>
5. TomTom International. Traffic Congestion Report 2024 (Kazakhstan section + global comparison). – Amsterdam, 2024.
6. Smagulov A.Zh. Vliyanie kommunal'nyh rabot na propusknuju spo-sobnost' ulichno-dorozhnoj seti krupnyh gorodov. Vestnik KazATK. – 2023. – № 4. – P. 45.
7. Balabekova K.G. Mobil'di zhol otpesi qurylymynyn zhymysyn zertteu zhane negizdeu: diss. na soiskanie dokt. fil. Phd. – Karaganda, 2018. – P. 156.
8. Kadyrov A.S., Balabekova K.G. Mobil'di kopir otpesinih zhetilgen modulinih sajkestirilgen jelementterin esep-teu zhane konstruktorlyq sheshu. PMU habarshysy. Jenergetikalyq serija. – Pavlodar: PMU, 2016. – № 3. – Pp. 41-52.