КЕАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті»

ӘОЖ 629.46 (574)=512.122

Қолжазба ретінде

БАЙГОЖИНА ПЕРИЗАТ УВАЛИЕВНА

Жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігін болжау негізінде оларды пайдалану тиімділігін арттыру әдісін әзірлеу

8D071 – Инженерия және инженерлік іс
8D07102 – Көлік, көлік техникасы және технологиялар

Философия докторы (PhD) дәрежесін
алу үшін ұсынылатын диссертация

Отандық ғылыми кеңесшілер:
т.ғ.д., профессор-зерттеуші
Кадыров А.С.,
т.ғ.к., профессор Кабикенов С.Ж.
Шетелдік ғылыми кеңесші:
PhD, ассоц.проф. Вечорек Б.

Қазақстан Республикасы
Қарағанды, 2026

МАЗМҰНЫ

	НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	4
	БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	5
	КІРІСПЕ	6
1	**МӘСЕЛЕНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІН ҚОЮ**	10
1.1	Қазақстандағы жүк вагондарының ағымдағы жай-күйіне аналитикалық шолу	10
1.2	Вагон паркінің операторларының құрылымын және ақаулық классификаторын талдау	22
1.3	Қазақстан Республикасында вагондарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу	28
1.4	Жүк вагондарының жай-күйін тексеру әдістері	37
1.5	Жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен жұмыс қабілеттілігін болжау әдістерін талдау	44
1.6	Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері	47
	Бірінші тарау бойынша қорытынды	48
2	**ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ АҚАУЛАРЫНА СТАТИСТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ (Қарағанды жол бөлімшесінің мысалында)**	49
2.1	Қарағанды пайдалану вагон депосының (ВЧД-13) зерттеу полигоны мен вагон шаруашылығы инфрақұрылымының сипаттамасы	49
2.2	Жүк вагондарының құрылымдық ерекшеліктерін талдау және оларға тән ақауларының жіктелуі	53
2.3	Жүк вагондарының тораптары бойынша статистикалық ақпаратты талдау	72
	Екінші тарау бойынша қорытынды	89
3	**ЖҮК ВАГОНДАРЫН ПАЙДАЛАНУ МЕН ОЛАРҒА ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРАТЫН ЫҚТИМАЛДЫҚ МОДЕЛДІ ӘЗІРЛЕУ**	90
3.1	Жүк вагондарын одан әрі пайдалану туралы шешімді таңдау бойынша оңтайлылық өлшемшарттарын негіздеу	90
3.2	Жүк вагондарын одан әрі пайдалану үшін оңтайлы шешімді таңдау алгоритмі	92
3.3	Жүк вагондарын одан әрі пайдалану шешімдерінің тиімділігін сенімділік көрсеткіштері негізінде бағалаудың математикалық моделі	105
	Үшінші тарау бойынша қорытынды	110
4	**ҚАРАҒАНДЫ ЖОЛ БӨЛІМШЕСІНІҢ МЫСАЛЫНДА ҚОЙМА ҚОРЛАРЫН БӨЛУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ**	112
4.1	Теміржол станцияларындағы қосалқы бөлшектер қорларын басқару әдістерін талдау	112

4.2 Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП қосалқы бөлшектерді сақтау жүйесінің жай-күйін талдау 117
4.3 Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу тиімділігін бағалаудың математикалық моделі 118
4.4 ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша шешім қабылдау алгоритмі 122
Төртінші тарау бойынша қорытынды 124
5 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ІСКЕ АСЫРУ 126
5.1 Жүк вагондарын пайдалану бойынша оңтайлы шешімді таңдауды есептеу 126
5.2 Жүк вагонының анықталған ақауларын жоюдың технологиялық реттілігі 134
5.3 Шешім қабылдау тиімділігін бағдарламалық іске асыру және бағалау 140
5.4 Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша көлік-қойма есебін шешу мысалы 142
5.5 Зерттеу нәтижелерін енгізудің экономикалық тиімділігін есептеу 156
Бесінші тарау бойынша қорытынды 160
ҚОРЫТЫНДЫ 161
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ 163
ҚОСЫМША А 177
ҚОСЫМША Ә 178
ҚОСЫМША Б 181
ҚОСЫМША В 182
ҚОСЫМША Г 183
ҚОСЫМША Д 186

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы диссертацияда келесі нормативтік құжаттарға сілтемелер пайдаланылды:

«Теміржол көлігі туралы» Қазақстан Республикасының 2001 жылғы 8 желтоқсандағы № 266-II Заңы.

КО ТР Кеден одағының техникалық регламенті 001/2011 «Теміржол жылжымалы құрамының қауіпсіздігі туралы».

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрінің бұйрығымен бекітілген темір жол көлігімен жүктерді тасымалдау қағидалары.

Пайдаланудағы вагондарға техникалық қызмет көрсету жөніндегі Нұсқаулық (Нұсқаулық 808-2022).

Қазақстан Республикасының темір жолдарын техникалық пайдалану қағидалары.

«Жүк вагондарының негізгі ақаулары» жіктеуіші ҚЖА 2005 04.

МЕМСТ 22235-2010 «1520 мм калибрлі магистральдық теміржолдардың жүк вагондары. тиеу-түсіру және маневрлік жұмыстарды жүргізу кезінде сақталуын қамтамасыз ету бойынша жалпы талаптар».

МЕМСТ 9246-2013 (немесе қолданылатын редакция МЕМСТ 9246-2020) «1520 мм калибрлі темір жол жүк вагондарының екі осьті үш элементті арбалары. Жалпы техникалық шарттар».

МЕМСТ 33211-2014 «Жүк вагондары. Беріктік пен динамикалық қасиеттерге қойылатын талаптар».

МЕМСТ 20334-81 «Техникалық диагностика. Терминдер мен анықтамалар».

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ТҚКП – техникалық қызмет тексеру пункті

ТҚКжЖ – техникалық қызмет көрсету және жөндеу

«ҚТЖ» ҰК» АҚ – «Қазақстан Темір Жолы» Ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамы

ТӘЖ – теміржол әкімшіліктерінің жіктеуіші

КЖА 2005 04 – «Жүк вагондарының негізгі ақауларының» жіктеуіші

КО ТР 001/2011 – Кеден одағының «Теміржол жылжымалы құрамының қауіпсіздігі туралы» техникалық регламенті

ҚазОТҚ – Қазақстандық вагондар (контейнерлер) операторлары мен тасымалдаушылар қауымдастығы

UIC – Халықаралық теміржол одағы

ТПЕ – Жылжымалы құрамды техникалық пайдалану, қызмет көрсету және жөндеу ережесі

ЕАЭО – Еуразиялық экономикалық одақ

АДБ ПВ – Вагондар паркінің автоматтандырылған деректер банкі

АСОУП – тасымалдауды жедел басқарудың автоматтандырылған жүйесі

ВЧД – вагон пайдалану депосы

ВУ-31 – Ақаулы вагондарды есепке алу кітабы

(ВЧД-13) – «ҚТЖ» ҰК» АҚ Қарағанды пайдалану вагон депосы

ААЖ – ағымдағы ағытпалы жөндеу

КІРІСПЕ

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Диссертация Қазақстан Республикасының көлік-логистикалық әлеуетін дамытудың 2030 жылға дейінгі тқжырымдамасын іске асыру шеңберінде, сондай-ақ Қазақстан Республикасының теміржол көлігін дамытудың 2029 жылға дейінгі тұжырымдамасының міндеттеріне сәйкес, 8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» даярлау бағытының 8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» токторантура білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін орындалған.

Теміржол көлігі Қазақстан Республикасында жүк тасымалын қамтамасыз етуде маңызды рөл ақарады. Тасымал көлемінің өсуі және вагон паркіне түсетін жүктеменің артуы жағдайында жүк вагондарының техникалық жай-күйін уақытылы бағалаудың, оларды одан әрі пайдалану жөнінде негізделген шешімдер қабылдаудың және вагон шаруашылығының қолда бар ресурстарын ұтымды пайдаланудың маңызы арта түседі.

Пайдалану процесінде жүк вагондарының ақаулары көбінесе техникалық қызмет көрсету пункттерінде анықталады. Қолданыстағы нормативтік құжаттардың және техникалық қызмет көрсету нәтижелері негізінде вагондарды одан әрі пайдалану немесе ақаулықтар анықталған жағдайда жөндеуге жіберу туралы шешім қабылданады. Қазіргі таңда бар тәсілдер әрқашан жеке тораптардың нақты техникалық жағдайын және қабылданған шешімнің экономикалық орындылығын жан-жақты қарастыруға мүмкіндік бермейді.

Сонымен қатар, техникалық қызмет көрсету пункттерінде қажетті қосалқы бөлшектердің болуын қамтамасыз ету маңызды мәселе болып табылады. Станциялар арасындағы қорлардың теңгерімсіздігі кейбір станцияларда артық қорлардың пайда болуына, ал басқаларында тапшылықтың пайда болуына, жөндеуді күту уақыты мен пайдалану шығындарының артуына әкелуі мүмкін.

Жүк вагондарының техникалық жағдайын бақылаудың қолданыстағы әдістері және нормативтік база қозғалыс қауіпсіздігі талаптарының сақталуын қамтамасыз етеді. Дегенмен, олардың техникалық жағдайын ескере отырып, вагондарды одан әрі пайдалану бойынша негізделген шешімдер қабылдау, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу мәселелері одан әрі жетілдіруді талап етеді. Осыған байланысты жүк вагондарын одан әрі пайдалану бойынша шешім қабылдау алгоритмін және техникалық қызмет пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу өзекті болып табылады.

Зерттеудің гипотезасы жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау негізінде оларды одан әрі пайдалану жөніндегі шешім қабылдау процестерін жетілдіру және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу арқылы оларды пайдалану тиімділігін арттыру мүмкіндігі туралы болжам.

Зерттеудің мақсаты жүк вагондарын техникалық жағдайын бағалау мен техникалық қызмет көрсету пункттерінде қосалқы бөлшектерді басқаруды

жетілдіруді ескере отырып, вагондарды одан әрі пайдалану бойынша шешімдер қабылдау алгоритмін әзірлеу негізінде жүк вагондарын пайдаланудың тиімділігін арттыру.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

- Қазақстан Республикасы жүк вагондарының ағымдағы жағдайына талдау жүргізілді;
- жүк вагондарын пайдалану, сапасын бақылау және оларға техникалық қызмет көрсету жұмыстарына сыни талдау жүргізілді;
- зерттеу полигонын таңдау негізделіп, жүк вагондарының жұмысқа қабілеттілігі бойынша статистикалық ақпаратқа талдау жүргізілді;
- жүк вагондарын пайдалану шешімін таңдаудың оңтайлылық критерийі негізделді;
- жүк вагондарын пайдалану мен техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыру үшін ықтималдық-детерминделген математикалық модель әзірленді;
- Қарағанды теміржол бөлімшесі мысалында қойма қорларын бөлу оңтайландырылды;
- зерттеу нәтижелері іске асырылып, олардың тиімділігі бағаланды.

Жұмыста жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша өзара байланысты екі бағыт қарастырылды. Қарастырылған екі бағыт пайдалану жөніндегі негізделген шешімдерді қабылдау және қосалқы бөлшектерді ұтымды пайдалану арқылы жүк вагондар паркін пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған ортақ міндетпен біріктірілген.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста статистикалық талдау, ықтималдық теориясы, бақылау, математикалық модельдеу, көпкритерийлі бағалау әдістері қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы төмендегідей:

- Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарының ақаулары жөніндегі статистикалық деректерді талдау жүк вагондарының негізгі тораптарының істен шығу ықтималдығын анықтауға мүмкіндік берді;
- жүк вагондарын пайдалану жөнінде қабылданатын шешімдердің тиімділігін бағалауды білдіретін оңтайлылық критерийі негізделді;
- жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетудің әзірленген ықтималдық-детерминделген моделі жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін айқындауға мүмкіндік берді;
- алғаш рет жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігіне қарай экономикалық көрсеткіштер мен оларды пайдалануға жұмсалатын шығындар арасындағы детерминделген тәуелділік анықталды;
- Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялары арасында қажетті қосалқы бөлшектерді оңтайлы бөлуді айқындайтын тәуелділіктер алынды;
- алғаш рет Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялар тобы арасында қажетті қослақы бөлшектерді оңтайлы бөлудің математикалық моделі әзірленді;
- алғаш рет вагон тораптарының ескерілетін топтары бойынша істен шығудың жиынтық ықтималдығын анықтау әдісі ұсынылды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар:

- техникалық және экономикалық критерийлерді ескере отырып, вагонның негізгі тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі;
- станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі мен әдістемесі;
- сақтау және тасымалдау шығындарының, вагондардың бос тұру уақытының және қосалқы бөлшектерді пайдаланудың өзгерісін сипаттайтын, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын модельдеу нәтижелері;
- әзірленген шешімдерді қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау нәтижелері.

Автор қорғайды:

1. Вагонның негізгі тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін.
2. Тораптардың техникалық жай-күйі мен қабылданатын шешімнің экономикалық орындылығын салыстыруға негізделген жүк вагондарын одан әрі пайдалану стратегиясын таңдау тәсілін.
3. Жүк вагонын одан әрі пайдалану, жөндеу, ауыстыру немесе пайдаланудан шығару туралы шешім қабылдау үшін оның негізгі тораптарының техникалық жай-күйін бағалау әдістемесін.
4. Станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қордың болуын ескеріп, техникалық қызмет көрсету пункттері арасындағы қосалқы бөлшектерін қайта бөлу әдістемесін.
5. Жүк вагондарының одан әрі пайдалану бойынша шешімдер қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модульді.
6. Қосалқы бөлшектер қорын сақтау шығындарын төмендету және вагондардың тұрып қалу уақытын қысқарту нәтижелерін қамтитын әзірленген шешімдердің тиімділігін бағалау нәтижелерін.

Зерттеу объектісі – техникалық қызмет көрсету пункттерін қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етуді қоса алғанда, жүк вагондарын пайдалану және оларға техникалық қызмет көрсету процестері.

Зерттеу пәні – жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау негізінде оларды одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау әдістері мен алгоритмдері, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді оңтайландыру және қайта бөлу үдерістері.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген шешімдері жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру кезінде қолдану мүмкіндігімен айқындалады. Зерттеу шеңберінде:

- негізгі тораптар мен бөлшектердің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі әзірленді;

- жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модуль әзірленді;

- станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қослақы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі әзірленді.

Диссертациялық зерттеу нәтижелері Қарағанды теміржол бөлімшесінің ВЧД-13 депосына практикалық пайдалану үшін берілді (А қосымшасы) және 7М07104 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасының 1-курс магистранттары үшін «Өндірістік пайдалану. Әдістер мен модельдер» пәнінің оқу үдерісіне енгізілді (Ә қосымшасы).

Диссертация нәтижелерінің сенімділігі зерттеу міндеттерінің дұрыс қойылуымен, Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарын пайдалану жөніндегі статистикалық деректерді пайдаланумен, статистикалық талдау, математикалық модельдеу және қарастырылатын нұсқаларды салыстырмалы бағалау әдістерін қолданумен қамтамасыз етіледі. Әзірленген жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі мен қослақы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі есептік және практикалық мысалдарды тексерілді. Алынған нәтижелер қолданыстағы нормативтік талаптар мен теміржол көлігін пайдалану жағдайларына сәйкес келеді.

Диссертацияның барлық бөлімдері әдістемелік бірізділікпен орындалған. Диссертация бөлімдері өзара логикалық байланысқан және қойылған міндеттерді шешу кезеңдерін дәйекі түрде көрсетеді. Алынған ғылыми және практикалық нәтижелер зерттеудің мақсаты мен міндеттеріне сәйкес келеді.

Жұмыстың жариялануы және апробациясы. Диссертацияның негізгі тұжырымдары Scopus деректер базасына кіретін 2 мақалада (1 мақала - Communications - Scientific Letters of the University of Žilina, 47%, квартиль Q4, 2 мақала - Applied Sciences, 81%, Q2), Қазақстан Республикасы ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған 2 мақалада, авторлық құқық объектілеріне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы бір куәлікте (Б қосымшасы) және халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда жарияланған 2 тезисте баяндалған.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы: Диссертацияның құрылым мазмұнынан, нормативтік сілтемелер, қысқартулар мен белгілер тізімінен, кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытынды және 6 қосымшалардан тұрады. Диссертацияның баспа мәтіні 186 беттен, 74 суреттен және 52 кестеден тұрады, сондай-ақ, 174 дереккөз атауларымен библиографиялық тізім бар.

1 МӘСЕЛЕНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІН ҚОЮ

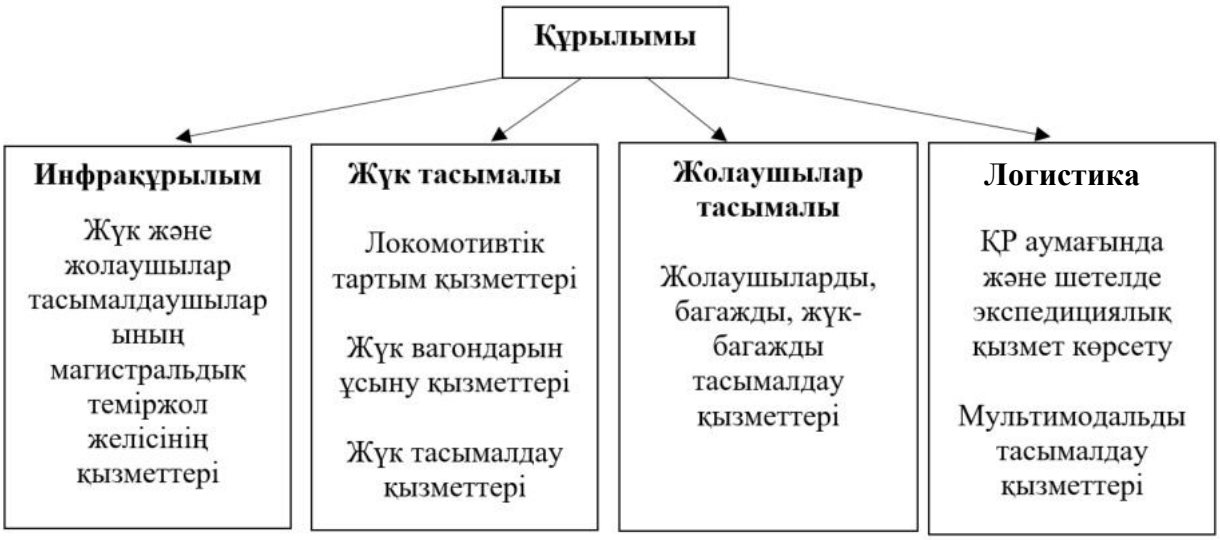
1.1 Қазақстандағы жүк вагондарының ағымдағы жай-күйіне аналитикалық шолу

Ұлттық экономиканың өсуі ішкі және халықаралық көлік қатынастары бағыттарында жүк және жолаушылар ағыны көлемінің айтарлықтай өсуіне әкеледі [1].

Қазақстанның геоэкономикалық орналасуы жүктер мен жолаушылардың қауіпсіз халықаралық тасымалын арттыру арқылы ел экономикасын нығайту үшін қолайлы мүмкіндіктер береді [2].

Теміржол көлігі инфрақұрылымның негізгі секторы ретінде Қазақстан экономикасында, әсіресе елдің шикізатпен қамтамасыз етілуіне байланысты шешуші рөл атқарады және оның елдің жүк айналымының жалпы көлеміндегі үлесі 50%-дан асады [3].

Теміржол көлігінің құрылымы – тасымалдау процесінің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ететін және әртүрлі қызмет көрсету аймақтарынан тұратын күрделі жүйе (1.1-сурет) [4].



Сурет 1.1 – Теміржол көлігінің қызмет көрсету бағыттары

Теміржол көлігі құрылымына инфрақұрылым, жүк және жолаушы тасымалдары, логистика жатады.

Қазақстан ТМД және Балтық елдері арасында ені 1520 мм теміржолдың ұзындығы бойынша 3-ші орында. Теміржол желісінің негізгі ұзындығы 21 мың км, ал пайдаланылатын ұзындығы 16 мың км (1.2-сурет) [5, 6].



Сурет 1.2 – Қазақстан теміржол желісінің картасы

Қазақстан Республикасының негізгі теміржол желісі мынадай ғимараттар мен құрылыстарды қамтиды (1.1-кесте) [7, 8]:

Кесте 1.1 Қазақстан Республикасының теміржол желісіндегі ғимараттар мен құрылыстары

№	Атауы	Көрсеткіштер
1	АҚ ҰҚ «ҚТЖ» жалпы ұзындығы	21 158,2 км
2	Вокзалдар	300 ғимараттар
3	Теміржол желісінің пайдалану ұзындығы, оның ішінде:	16 060,8 км
4	- қос жолды желілердің ұзындығы	5 007,0 км
5	- электрлендірілген учаскелердің ұзындығы	4 237,5 км
6	- түйіспесіз рельс жолдарының ұзындығы	13 839,9 км
7	Мемлекетаралық түйісу бекеттерінің саны	14
8	Станциялар саны	834
9	Магистральдық желі бөлімшелерінің саны	12
10	ПЧ саны (жол дистанциялары)	42
11	ЭЧ саны (электрмен жабдықтау дистанциялары)	25
12	ШЧ саны (сигнализация және байланыс дистанциялары)	36
13	ВЧДЭ саны (эксплуатациялық вагон деполары)	17

«Қазақстан Темір Жолы» Ұлттық Компаниясы» Акционерлік Қоғамының (бұдан әрі – «ҚТЖ» ҰК АҚ) 2025 жылы негізгі қызметтен табысы 31,5% - ға артты. Жүк тасымалдарынан түскен кірістер 32,2% - ға, жүк айналымы 7,4% - ға, ал тасымалданған жүктер көлемі 4% - ға артты. Аталған жылдағы «ҚТЖ» ҰК АҚ негізгі көрсеткіштері 1.2-кестеде келтірілген [10].

Кесте 1.2 - «ҚТЖ» ҰК АҚ-ның 2025 жылғы негізгі көрсеткіштері [11].

Негізгі көрсеткіштер	2025 жыл (болжам)	2024 жыл (нақты)	Абсолюттік мәні	%
Қаржылық көрсеткіштер				
Негізгі қызметтен түскен табыс, млрд тг.	2 748,0	2 089,7	658,3	31,5
Жүк тасымалынан түскен кіріс, млрд тг.	2 396,5	1 812,8	583,7	32,2
Жолаушылар тасымалынан түскен кіріс, млрд тг.	120,4	108,5	11,9	11,0
Операциялық көрсеткіштер				
Жолаушылар айналымы, млрд жолаушы-км	12,8	12,1	0,7	5,8
Тасымалданған жолаушылар саны, тыс.жолаушы	14 750	13 915	835	6,0
Жүкайналымы, млрд т-км	264,7	246,5	18,2	7,4
Тасымалданған жүк көлемі, млн тонн	287,9	276,8	11,1	4,0

Қазақстан Республикасы Ұлттық статистика бюросының деректеріне сәйкес, 2025 жылғы есепті кезеңде жүктерді тасымалдаудың орташа қашықтығының тұрақты оң динамикасы тіркелді, ол алдыңғы жылдың көрсеткіштерімен салыстырғанда 3,2% - ға ұлғайды. Абсолютті түрде тасымалдаудың орташа қашықтығы 2024 жылғы 890,5 км-ден 2025 жылы 919,4 км-ге дейін өсті. Орташа тасымалдау қашықтығының артуы транзиттік және экспорттық тасымалдардың үлес салмағының артуын көрсетеді [12].

Тасымалдау құрылымы мен көлеміндегі көрсетілген өзгерістер теміржол көлігінің техникалық қамтамасыз етілуіне тікелей әсер етеді. Осыған байланысты теміржолдардың жылжымалы құрамының құрамы мен сипаттамаларын талдау ерекше маңызға ие.

Жылжымалы құрамға локомотивтер, жүк вагондары, моторвагонды жылжымалы құрам, жолаушылар вагондары, арнайы теміржол жылжымалы құрамы жатады (1.3-кесте) [13].

Кесте 1.3 - 2022 жылдың соңына сәйкес жылжымалы құрам саны

	Жыл соңына жылжымалы құрамның болуы, бірлік	Оның ішінде дайындаушы зауыт шығарған сәттен бастап пайдалану мерзімі бойынша, жыл						Жалпы қуаты, мың кВт/ жалпы жолаушы-лар сыйымды-лығы, орын
		5 дейін	5-тен 10-ға дейін	10-нан 15-ке дейін	15-тен 20-ға дейін	20-дан 25-ке дейін	25 жоғары	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Локомотивтер, барлығы	1 730	215	167	372	26	х	948	6 668,6
электровоздар	583	71	72	35	х	-	х	3 564,9
тепловоздар	1 147	144	95	337	х	х	548	3 103,7
Автомотриса-лар, барлығы	374	-	75	22	10	-	267	74,0
электрлі	106	-	74	22	10	-	-	72,4

Кесте 1.3 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
дизельді	268	-	1	-	-	-	267	1,6
басқа	-	-	-	-	-	-	-	-
Жолаушылар вагоны, барлығы	2 560	330	735	135	213	8	1 139	79 402
СВ – вагоны	95	х	62	4	12	-	11	1 166
екіорнықдық купе вагоны	23	-	х	-	х	-	19	520
Төрторындық купе вагоны	1 234	106	485	94	130	4	415	35 388
плацкарт вагоны	728	198	85	28	44	4	369	38 720
жалпы вагоны	57	х	х	-	-	-	39	2 960
вагон-рестораны	75	х	40	4	11	-	16	-
басқа жолаушылар вагоны	348	х	55	5	14	-	270	648
Теміржол көлігі қызметтерін жеткізуші кәсіпорындарға тиесілі жүк вагондары, барлығы	53 873	2 412	3 838	25 781	9 721	3 859	8 262	3 805,9
жабық вагоны	7 360	-	х	4 756	698	-	1 904	499,0
вагон-платформа	6 829	900	х	2 231	х	2	2 946	534,0
ашық вагоны	х	х	х	х	х	х	х	х
цистерна	7 433	х	х	х	х	х	133	490,0
рефрижератор	1	-	-	-	-	-	1	0,1
басқа вагон	3 940	х	-	2 123	-	-	1 567	275,6

Шартты белгілер: «-» құбылыс жоқ, «0,0» – болмашы шама, «х» – деректер құпия, «...»-деректер жоқ.

Қазақстан Республикасы Ұлттық статистика бюросының ресми жарияланымдарына сәйкес, зерттеу жүргізілген кезеңде жүк вагондарының саны бойынша соңғы жаңартылған деректер 2022 жылға ұсынылды [12]. Осыған байланысты статистикалық талдау «Талдау» ақпараттық-талдау жүйесінде орналастырылған өзекті ресми деректер негізінде жүзеге асырылды [13].

Жүк вагондары – теміржол көлігімен жүктерді тасымалдауға арналған жылжымалы құрамның бірлігі. Жүк вагондары осьтер санына, шанақ

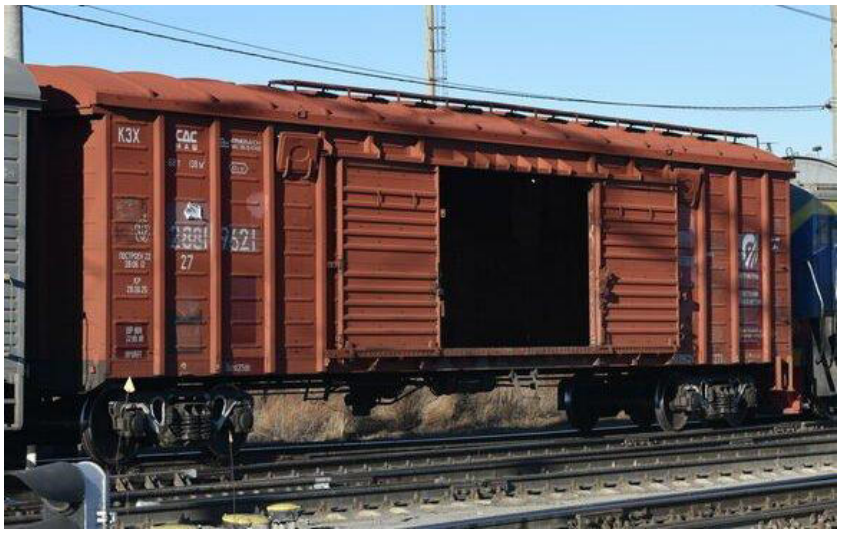
материалына, жүк көтергіштігіне және пайдалану мақсатына қарай жіктеледі (1.4-кесте) [14, 15].

Кесте 1.4 – Жүк жылжымалы құрамының жіктелуі [15]

№	Жылжымалы құрамның және арнайы жылжымалы құрамның атауы	Типі, маркасы
1	Жабық вагон	200, 201, 204, 206, 207, 208, 209, 211
2	Платформа	400, 404
3	Ашық жүк вагоны	600, 601, 602, 603, 608, 609
4	Цистерна	700, 702, 704, 706, 712, 713, 720, 721, 730, 731, 732, 748, 750, 760, 762, 764, 766, 768, 770, 772, 773, 774, 776, 778, 780, 794, 798
5	Изотермиялық вагон	800, 806, 808, 810, 814, 816, 824, 826, 830, 836, 838, 840
6	Басқа (думпкар, транспортер, цемент тасығыш вагон, окатыш тасушы, астық тасушы вагон, контейнер тасушы)	300, 302, 304, 320, 330, 350, 351, 362, 370, 374, 376, 372, 378, 380, 382, 383, 384, 902, 904, 906, 908, 912, 914, 916, 917, 918, 920, 926, 928, 930, 931, 936, 940, 942, 944, 946, 950, 962, 963, 964, 966, 967, 968, 970, 972, 3900-3981

Жүк вагондары тасымалданатын жүктің сиапатына, конструкциялық ерекшеліктеріне және пайдалану жағдайларына қарай бірнеше түрге бөлінеді. Олардың кең таралған түрлері 1.2-1.6 суреттерде көрсетілген.

Жабық вагондар – астықты, оралған және бағалы жүктерді, малды және ауа райынан қорғауды қажет ететін басқа да жүктерді тасымалдауға арналған (1.3-сурет) [16].



Сурет 1.3 – Жабық вагон [16]

Жартылай ашық жүк вагоны – кенді, көмірді ағашты және ауа-райынан қорғауды қажет етпейтін басқа жүктерді тасымалдауға арналған жылжымалы құрам (1.4-сурет).



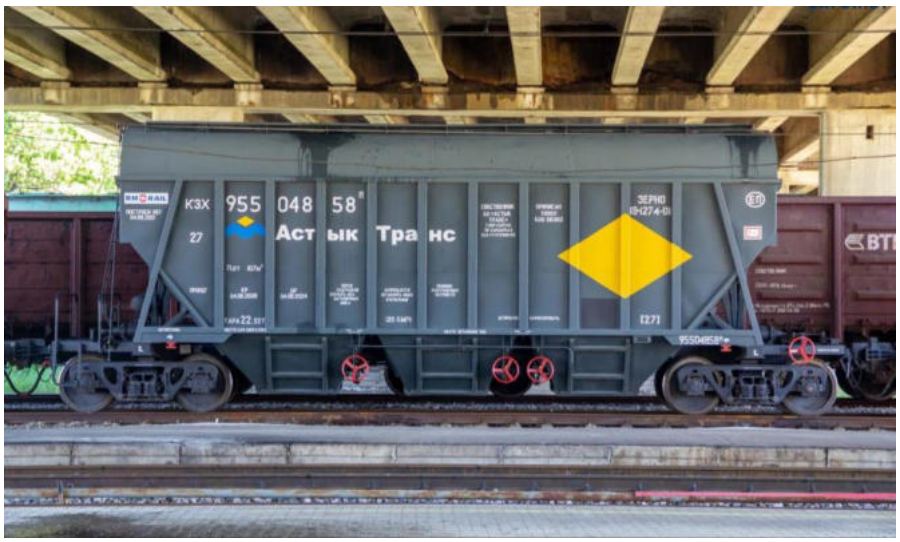
Сурет 1.4 – Жартылай ашық жүк вагоны [17]

Платформалар – ұзын және үлкен көлемді жүктерді, контейнерлерді, тіректерді, метал прокаттарын, шиналарды және ауа-райынан қорғауды талап етпейтін басқа жүктреді тасымалдауға арналған (1.5-сурет).



Сурет 1.5 – Платформа [18]

Хопперлер сусымалы, ұнтақ, кесек және жартылай сұйық жүктерді тасымалдайды (1.6-сурет).



Сурет 1.6 – Астық тасымалдайтын хоппер [18]

Цистерналар – сұйық жүктерді (мұнай өнімдері, қышқылдар, сұйытылған газдар), кейбір ұнтақты сусымалы жүктерді және т.б. тасымалдайтын жылжымалы құрам (1.7-сурет).

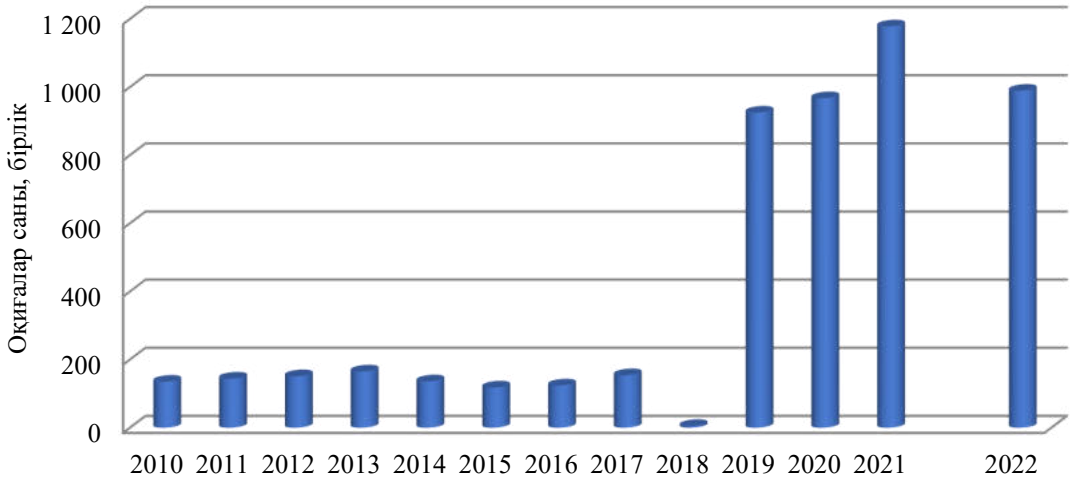


Сурет 1.7 – Цистерна [19]

Тасымалдау қауіпсіздігі адам өмірі мен денсаулығына қауіп төндіретін факторлар мен жағдайлардың болмауы ретінде анықталады. Жылжымалы құрамның ақаулары жосспардан тыс тоқтауларға себеп болып, материалдық шығындарға әкеледі. Ал аса күрделі жағдайларда апатты көлік оқиғаларының орын алу қаупін тудырады [20].

1.8-суретте 2010-2022 жылдар аралығындағы теміржол көлігіндегі оқиғалар статистикасы және зардап шеккен адамдардың саны келтірілген. Оқиғалар

санының күрт өсуі 2019-2021 жылдары байқалды. 2022 жылы оқиғалар саны 989-ға дейін төмендегенімен, бұл көрсеткіш әлі де жоғары деңгейде қалып отыр [20].



Сурет 1.8 – Оқиғалар саны

Жүк вагондарындағы ақаулардың уақытылы анықталмауы жылжымалы құрамның рельстен шығуына, теміржол инфрақұрылымының зақымдануына, поездар қозғалысының бұзылуына, сондай-ақ адам шығыны мен жарақаттарға әкелуі мүмкін. Қарағанды облысында 2022 жылы алдын ала себептері вагондардың техникалық ақауларымен байланысты болған екі рельстен шығу оқиғасы тіркелді.

17 қарашада Қарағанды-Сұрыптау – Ақадыр учаскесінің Қарабас – 767-разъезд аралығында жүк поезының 14 вагоны рельстен шықты. «ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның алдын ала ақпараты бойынша, оқиғаға жеке меншік иелеріне тиесілі вагондардың ақауы себеп болған, алайда нақты торап көрсетілмеген (1.9-сурет) [21].



Сурет 1.9 – Қарабас – 767-разъезд аралығында жүк поезының 14 вагоны рельстен шығуы [21]

Осы жылдың 28 желтоқсанында Қарағанды-Ақадыр учаскесінің Қарабас станциясында 19 вагон рельстен шықты. «ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның алдын ала деректері бойынша, оқиғаға жеке меншік иелеріне тиесілі бірінші астық тасығыш вагонның доңғалақ жұбының ақаулығы себеп болған (сурет 1.10) [22].



Сурет 1.10 - Қарағанды-Ақадыр учаскесінің Қарабас станциясында 19 вагон рельстен шығуы [22]

Жүк вагондарының рельстен шығу оқиғалары өнеркәсіптік кәсіпорындардың кірме жолдарында да орын алады. Мысалы, 2024 жылғы 3 қарашада Шұбаркөл станциясындағы кірме жолында үш жүк вагоны рельстен шықты (1.11-сурет) [23].

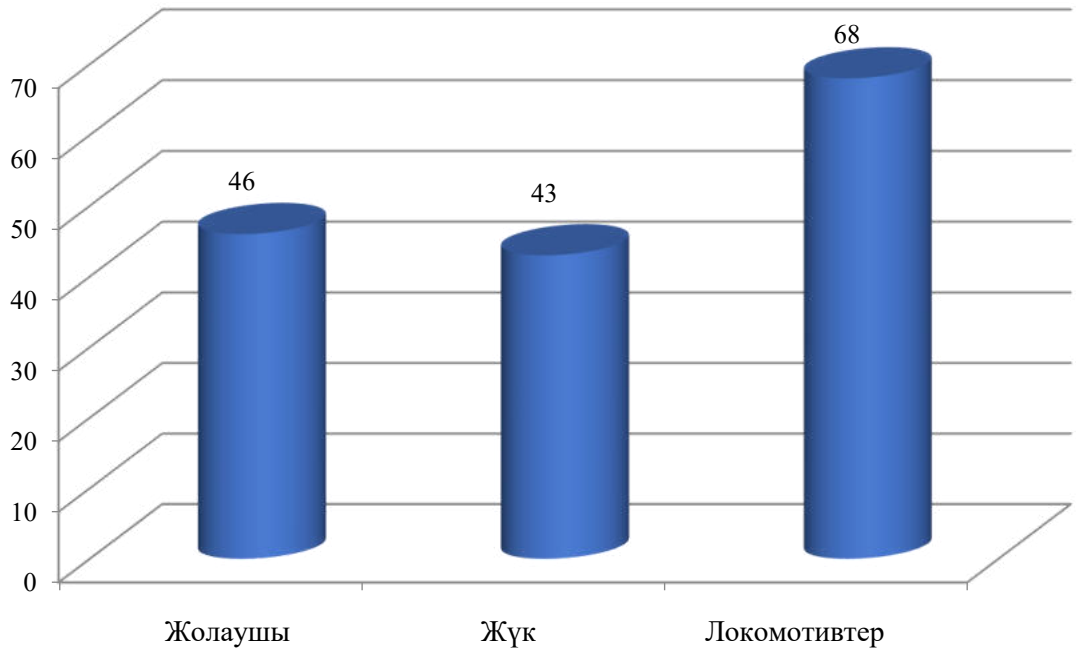


Сурет 1.11 – Шұбаркөл станциясындағы кірме жолында үш жүк вагоны рельстен шығуы [23]

Қазіргі уақытта теміржол көлігінде негізінен жылжымалы құрамның техникалық ескірген модельдері қолданылады. Саланың жыл сайынғы инвестицияларға қажеттілігі тек теміржол шаруашылығын жұмыс жағдайында ұстап тұру және қолданыстағы желілерді одан әрі дамыту үшін 120-130 млрд.теңгені құрайды [24].

Салалық жарияланымдар мен атқарушы билік өкілдерінің баяндамалары жылжымалы құрам паркінің қазіргі жай-күйін сипаттайды. Zakon.kz ақпараттық-құқықтық порталында жарияланған талдамалық материалға сәйкес, Қазақстан Республикасындағы жылжымалы құрамның жалпы паркі шамамен 139 мың бірлікті құрайды, бұл ретте оның тозуының орташа деңгейі 50% - дан асады. Атап айтқанда, 2024 жылдың қазан айындағы жағдай бойынша жылжымалы құрамның орташа тозуы шамамен 55 % деңгейінде бағаланды. Бұл локомотивтер мен жүк вагондарының тозуын көрсетіп, жылжымалы крам паркін жаңарту және жаңа техниканы өндіру көлемін ұлғайту қажеттілігін көрсетеді [25].

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің мәліметтері бойынша жолаушылар вагондарының тозу деңгейі жүк вагондарының 46% - ы шамамен 43% -, құрайды, ал локомотив паркінің тозуы 68% - ға жетеді, бұл тартқыш жылжымалы құрамның жай-күйінің маңыздылығын және оның Жүк вагон паркін пайдалану тиімділігіне тікелей әсерін көрсетеді (1.12-сурет) [3], [20], [26].



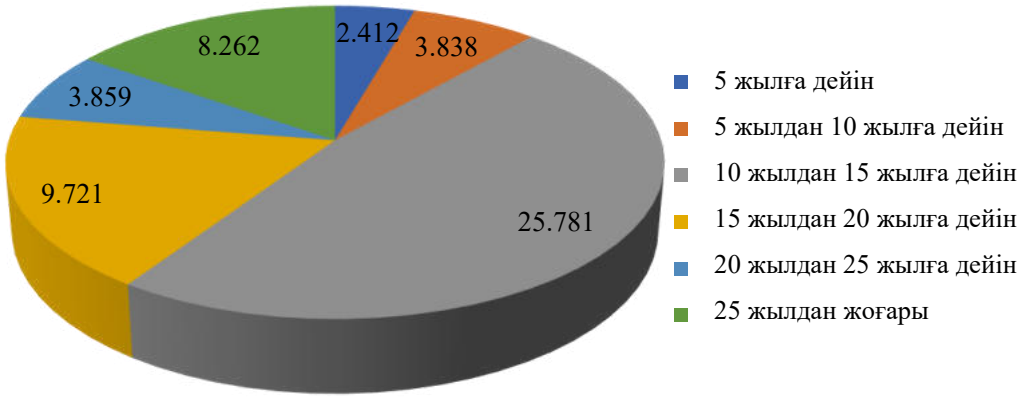
Сурет 1.12 – Жылжымалы құрамның тозуы

2030 жылға дейін негізінен пайдалану мерзімінің шекті деңгейіне жетуіне және жылжымалы құрамның техникалық жай-күйіне қойылатын талаптардың қатаңдалуына байланысты шамамен 14 мыңға жуық жүк вагонын пайдаланудан шығарылуы күтілуде [27]. Сонымен қатар, салалық талдамалық материалдарда

келтірілген бағалаулар мен мәлімдемелерге сәйкес, 2029 жылға дейін жылжымалы құрамның шамамен 1,2 мың бірлігін, ең алдымен жолаушылар вагондарын сатып алу жоспарлануда, бұл тиісті сегменттің тозу деңгейін 38% -ға дейін төмендетуді қамтамасыз етуі тиіс [27].

Теміржол көлігіндегі қозғалыс қауіпсіздігі тәуекелдерді азайту және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін кешенді тәсіл мен тұрақты бақылауды қажет етеді [20].

Жүк вагондары паркінің пайдалану мерзімі бойынша бөлінуі 1.13-суретте көрсетілген.

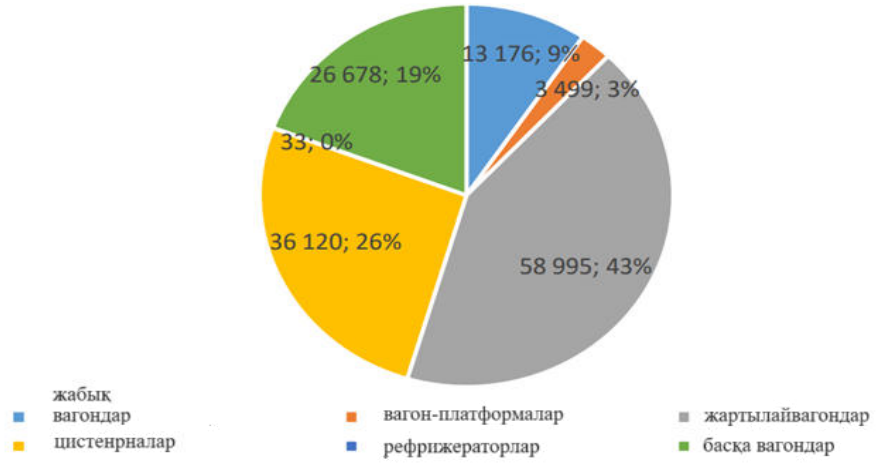


Сурет 1.13 - Жүк вагондарын пайдалану мерзімі бойынша бөлінуі, бірлік [28].

Вагондардың жалпы парк санының шамамен 48% 10 жылдан 15 жылға дейін жұмыс істейді. Бұл вагондар паркінің едәуір бөлігін құрайды, бірақ олардың пайдалану мерзімі техникалық тозу деңгейінің артуын және техникалық қызмет көрсетуді уақытылы жүргізу қажеттілігін көрсетеді.

Пайдалану мерзімі 15 жылдан асқан вагондар саны 21 842 бірлікті құрайды, бұл вагондардың жалпы санының шамамен 40% құрайды. Оның ішінде жалпы парктің шамамен 15% 25 жылдан астам уақыт бойы пайдаланылуда. Бұл деректер жылжымалы құрамды ауыстыруды немесе жаңартуды жоспарлаудың маңыздылығын көрсетеді, өйткені вагондардың едәуір бөлігі пайдалану мерзімінің соңына жеткен немесе жақындаған. Мұндай жағдай қозғалыс қауіпсіздігі мен тасымалдау процесінің сенімділігіне теріс әсер етуі мүмкін [20, 26].

Қазақстан өнеркәсібі дамыған мемлекет болғандықтан, тасымалданатын жүктердің басым бөлігін жаппай және құймалы жүктер құрайды. Осыған байланыстыы мұндай жүктерді тасымалдауға арналған жартылай ашық вагондар мен цистерналардың үлесі басым болып келеді. Мұны 1.14-суретте келтірілген талдау нәтижелері растайды.



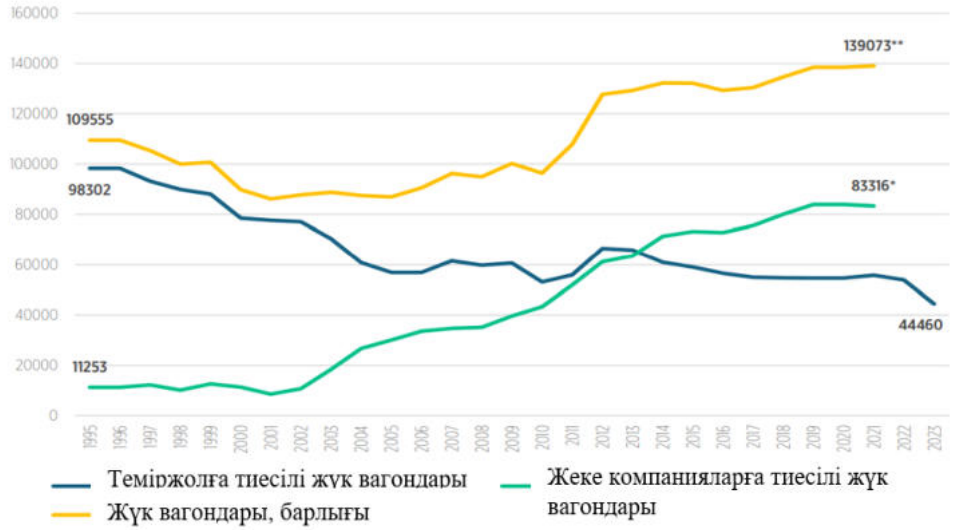
Дереккөз: «Қазақстан Республикасындағы теміржол көлігінің қызметі туралы 2020 жылы» бюллетенінің деректері негізінде есептік деректер, 2021 ж.

Сурет 1.14 – 2021 жылдың басындағы теміржол жылжымалы құрамының құрылымы [28]

2021 жылдың басындағы және қазіргі кездегі мәліметтер бойынша жүк вагондарының ішіндегі ең көп таралған түрі – жартылай ашық вагондар. Олар теміржол көлігі қызметін көрсетуші ұйымдарға тиесілі жылжымалы құрамның 43%-ын (58 995 бірлік), ал теміржол көлігі қызметін тұтынушы кәсіпорындарға тиесілі жүк вагондарының саны 83 917 бірлікті құрайды [20, 26].

Саны бойынша екінші орында цистерна вагондары орналасқан, олардың үлесі 26%-ды құрайды. Үшінші орында басқа типтегі вагондар орналасқан, олардың саны 26 678 бірлікке тең, бұл жалпы парктің 19%-ын құрайды [27].

1999 жылы пайдалану мерзімі 25 жылдан асатын вагондардың саны 19 205 бірлікті құрап, жалпы вагондар паркінің 21,8%-на тең болды (1.15-сурет).



Дереккөз: ҚР Ұлттық статистика бюросы. * - 2022-2023 жылдардағы жеке кәсіпорындарға тиесілі жүк вагондарының саны туралы деректер жоқ, ** - осыған байланысты аталған кезең үшін жүк вагондарының жалпы саны есептелмеген.

Сурет 1.15 – Жүк вагондары санының өзгеру динамикасы, бірлік [29]

2023 жылдың соңына қарай бұл көрсеткіш 5292 бірлікке дейін төмендеп, бұл жалпы саябақтың 11,9% құрайды. Сонымен қатар, пайдалану мерзімі 10 жылдан аз вагондардың үлесі 1999 жылы 7,7% (7,543 бірлік) болса, 2023 жылдың соңына қарай 11,3% - ға дейін өсті. Дегенмен, абсолюттік мәнде олардың саны 5 021 бірлікке дейін азайғаны байқалды [27].

Осылайша, жүк вагондары паркінің санының өзгеру динамикасы оның даму жалпы үрдістерін сипаттайды. Алайда, вагон шаруашылығының қазіргі жағдайын неғұрлым толық бағалау үшін жүк вагондары операторларының құрылымын қарастырып, жүк вагондарында жиі кездесетін ақауларарға талдау жүргізу қажет.

1.2 Вагон паркінің операторларының құрылымын және ақаулық классификаторын талдау

Нарықтық бәсекелестік модельге көшуі нәтижесінде еліміздегі вагон иелерінің құрылым өзгеріп, қазіргі уақытта оны мемлекеттік ұйымдарымен қатар ірі жеке операторлар да қалыптастырады. Қазіргі кезде жаңа және заманауи жылжымалы құрамды сатып алуға негізгі инвестицияларды дәл осы жеке операторлар жүзеге асыруда.

Қазақстанның жүк теміржол тасымалы нарығында вагондардың меншік иесі болып табылатын 500-ден астам компания жұмыс істейді. Оның ішінде жиырмаға жуық кәсіпорынның меншігінде әртүрлі типтегі 1000-нан астам жүк вагондары бар. Оның ішінде алты компания жартылай вагондар паркі 1000 бірліктен асады. Жылжымалы құрамның ірі иелері қатарына «Қазтеміртранс» АҚ, «Исткомтранс» ЖШС, «ТрансКом» ЖШС, «РТС Holding» ЖШС, «AI Log» ЖШС, «РТА-Транс» ЖШС және т.б. операторлар жатады [30].

Жылжымалы құрам операторларының әрқайсысы жүк тасымалдарының тиімділігі мен қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге жауапты. Қазақстандық вагондар (контейнерлер) операторлары мен тасымалдаушылар қауымдастығының (бұдан әрі – ҚазОТҚ) құрамына кіретін жылжымалы құрам операторларының ірі компанияларының тізімі 1.5-кестеде келтірілген.

Кесте 1.5 - ҚазОТҚ құрамына кіретін жылжымалы құрам операторларының тізімі

№	Жылжымалы құрам операторы компаниясының атауы
1	2
1	ЖШС «Транском»
2	ЖШС «Богатрыь Транс»
3	АҚ «ОЛЖА»
4	ЖШС «Tengiz Trans Group»
5	ЖШС «Исткомтранс»
6	ЖШС «Petroleum»

Кесте 1.5 жалғасы

1	2
7	ЖШС «Ирбис-1»
8	ЖШС «PRO TRANS Logistics»
9	ЖШС «Тексол Транс»
10	ЖШС «Евразия Транзит Групп»
11	АҚ «Казтемиртранс»
12	ЖШС «PTC Holding»
13	ЖШС «ТК «Алмалы»
14	ЖШС «IFC COLOS»
15	ЖШС «Atasu Logistics»
16	ЖШС «GE Logistic Group»
17	ЖШС «DAR Rail»
18	ЖШС «Транссистема ТЛК»
19	ЖШС «EXPERT D LOGISTIC»
20	ЖШС «Alto Logistics»

Жылжымалы құрам операторлары нарығының құрылымын неғұрлым толық талдау үшін вагондар паркінің көлемі мен олардың қызметінің мамандануы тұрғысынан ірі оператор-компанияларды қарастырған жөн (1.6-кесте).

Кесте 1.6 - ҚР жүк вагон паркінің ірі операторлары және олардың жылжымалы құрам көлемі

Компания атауы	Мәртебесі	Негізгі мамандануы/ ерекшеліктері	Вагондар паркі
1	2	3	4
АҚ «Қазтеміртранс»	«ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның еншілес компаниясы	Ірі оператор. Әмбебап паркі: жартылай ашық вагон, жабық вагон, платформа, цистерна.	~70 000+ [31]
ЖШС «Исткомтранс»	Жеке оператор	Жеке сектор көшбасшыларының бірі. Мұнай құю цистерналарымен, жартылай вагондармен және фитингтік платформалармен жұмыс істейді.	~11 000 – 12 000 [32]
ТОО «PTC Holding» (PTC Operator)	Жеке оператор	Мұнай құю жүктері мен мұнай химиясы сегментінде көшбасшы. Контейнерлік тасымалдауды және терминалдық желіні белсенді дамыту барысында.	~12 500 – 13 000 [33]
ГК «TEXOL» (ТексолТранс)	Жеке оператор	Сұйытылған газдар мен мұнайды тасымалдауға мамандану. Атырауда өзінің вагон жасау өндірісі бар.	~10 000+ [34]
ТОО «ТрансКом»	Жеке оператор	Тау-кен металлургиялық жүктердің (кен, көмір, металл) логистикасын қамтамасыз етеді.	~10 000+ [35]

Кесте 1.6 жалғасы

1	2	3	4
АҚ «Астык Транс»	Жеке (СП)	Астық тасымалдауға арналған вагондармен астық және ауыл шаруашылығы өнімдерін тасымалдауға маманданған жетекші оператор	~5 000 – 6 000 [36]
АҚ «Кедентранссервис»	«ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның еншілес компаниясы	ҚХР-мен шекарадағы (Достық/Алтынкөл) қайта тиеу кешендерін басқару және платформалар паркін пайдалану саласындағы жетекші оператор.	~3 000+ [37]

Жеке компаниялар санының көп болуы тасымалдаудың жекелеген бағыттарындағы бәсекелестіктің жоғары деңгейін көрсетеді. Сонымен қатар әлеуметтік маңызы бар жүктерді жаппай тасымалдауды қамтамасыз етудегі шешуші рөл ұлттық операторға әлі де бекітілген.

ҚазОТҚ мүшесі болып табылатын «Қазтеміртранс» АҚ ірі операторының жүк паркін жаңарту құрылымы мен динамикасын қарастырайық (1.7-кесте).

Кесте 1.7 - «Қазтеміртранс» АҚ жүк вагондар паркі [38]

№	Көрсеткіш	Мәні
1	2021 жылы сатып алынды	1000 вагон
2	2023 жылы сатып алынды	242 вагон
3	2024 жылдың қаңтарда сатып алынды	33 жартылай ашық вагон
4	10 жыл аралығында сатып алынды	25 000 астам вагон
5	Вагондардың жүккөтерімділгі	70 тонн

«Қазтеміртранс» АҚ жүк вагондары паркін жаңарту динамикасы 2023 жылы 2021 жылғы көрсеткіштермен салыстырғанда уақытша төмендегенін көрсетті. Соған қарамастан, кәсіпорын активтерді толықтыру бағдарламасын іске асыруды жалғастыруда, мұны 2024 жылғы қаңтарда жартылай ашық вагондар партиясының сатып алумен расталады. Соңғы онжылдықта компания жылжымалы құрамның 25 мыңнан астам бірлігін сатып алды, бұл салаға ауқымды инвестициялардың ауқымдылығын куәландырады. Бұл жүк вагондарының операторына ерекше назар аударылуының себебеі – «Қазтеміртранс» АҚ-ның үлесіне елдің жүк вагон паркінің жартысынан астамы (шамамен 55%) тиесілі екендігімен байланысты [38].

Әлемдік тәжірибеде жүк вагондарының көпшілігі ұзақ пайдалану мерзімімен сипатталады. Еуропалық комиссияның зерттеу нәтижелеріне сәйкес, зерттеуге қатысқан компаниялардағы жүк вагондарының орташа жасы шамамен 30 жылды құрайды [39].

«ҚР-ның 2030 жылға дейінгі көліктік-логистикалық әлеуетін дамыту тұжырымдамасы» салалық инфрақұрылымның бірқатар жүйелік проблемаларының бар екендігін ресми түрде атап көрсетілген. Солардың

негізгілері жылжымалы құрамның тапшылығы мен жоғары тозу деңгейі айқындалған [26]. Тозған вагондар көбінесе заманауи техникалық стандарттарға сәйкес келмейді, бұл ақаулардың көбеюіне және жоспарланбаған жолдарда тоқтап қалуға әкеледі. Жаңғырту жұмыстарының жеткіліксіз немесе уақытылы қаржыландырылмауы жағдайында вагондарды жаңарту кейінге қалдырылып, бұл өз кезегінде теміржол желілерінің жалпы өткізу қабілетіне жинақталған теріс әсер етеді [40].

Сонымен қатар, техникалық қауіпсіздік талаптарына сәйкес келмеу салдарынан тозған вагондарда оларды халықаралық тасымалдарда қолдану мүмкіндігінде қатаң шектеулер болады, сондай-ақ жоспардан тыс жөндеу жұмыстарын жүргізу ықтималдығын бірнеше есе арттырады. МЕМСТ 22235-2010 [41] және ТР КО 001/2011 [42] талаптарына сәйкес вагондар құрылымның беріктігі, тежегіш жүйесі мен автотіркегіш құрылғылардың сенімділігі бойынша нормаларға қатаң сәйкес келуі тиіс. Алайда, аймақта жұмыс істейтін Вагон паркінің едәуір бөлігі моральдық тұрғыдан ескірген және қазіргі цифрлық және экологиялық критерийлерге бейімделмеген. 1.8-кестеде ТМД, Еуропалық Одақ және АҚШ елдеріндегі жүк вагондарына қойылатын техникалық талаптарды реттейтін нормативтік стандарттар келтірілген.

Кесте 1.8 - ТМД, Еуропалық Одақ және АҚШ елдеріндегі жүк вагондарына қойылатын техникалық талаптарды реттейтін нормативтік стандарттар

№	Аймақ /ел	Негізгі нормативтік құжаттар	Негізгі талаптар мен ерекшеліктер
1	ТМД (Ресей, Қазақстан және т.б.)	МЕМСТ 22235-2010 – Жүк вагондары. Жалпы техникалық шарттар [41] ТР КО 001/2011 – Теміржол жылжымалы құрамының қауіпсіздігі туралы [42] МЕМСТ 9246-2013 [43], МЕМСТ 32884-2014 [44]	Конструкцияға, габариттарға, беріктікке, тежеу жүйелеріне және автотіркегіш құрылғыларына қойылатын талаптар.
2	Европалық одақ	TSI WAG – Technical Specifications for Interoperability for Freight Wagons [45] BS EN 12663-2:2010+A1:2023 [46]	Негізгі назар қауіпсіздікке, тораптар мен бөлшектерді оңай ауыстыруға, вагондарды Еуропалық Одақ елдерінде пайдалануға, сондай-ақ автоматтандырылған бақылау жүйелері мен электрондық құрылғыларды қолдануға қойылатын талаптарға аударылады.
3	АҚШ	AAR Manual of Standards and Recommended Practices [47]	Конструкцияның беріктігіне, апаттық жағдайлардан қорғауға, автотіркегіш құрылғылары мен вагон арбашаларына жоғары талаптар қойылады. Техникалық жай-күйді бақылау және ықтимал ақауларды ерте анықтау бойынша талдау жүргізіледі.

Теміржол саласындағы парктің техникалық жағдайын тиімді басқару үшін жүк вагондарының негізгі ақауларының бірыңғай жіктеуіші қолданылады [48].

Бұл құжат Теміржол әкімшіліктерінің ақпараттық-есептеу орталығы тарапынан әзірленіп, Теміржол көлігі жөніндегі кеңестің вагон шаруашылығы саласындағы уәкілетті мамандар комиссияның шешеімімен бекітілген (2004 жылғы 23-25 наурыздағы Хаттама, 2005 және 2006 жылдардағы өзгерістермен).

Классификатор 1520 мм табанды теміржолдарда жалпы пайдаланудағы жолдарда пайдаланылатын жүк вагондарының негізгі ақауларын кодтауға арналған. Ол ТМД елдерінде, сондай-ақ Латвия, Литва және Эстония мемлекеттерінде қолданылады. Аталған нормативтік құжатты өолдану 1520 мм табанды теміржол кеңістігінде ақауларды тіркеу мен есепке алуды біріздендіруге мүмкіндік береді, бұл өалықаралық және транзиттік тасымалдардың үздіксіз әрі қауіпсіз ұйысдастырылуы үшін маңызды.

Классификатор бір бөлімнен тұрады және жүк вагондарының ақаулары туралы ақпаратты жүйелеу және біріздендіру мақсатында құрылымдалған.

Классификатор үш негізгі блокты қамтиды:

1. Сәйкестендіру блогы;
2. Ақаулық атауы блогы;
3. Қосымша ақпарат блогы.

Сәйкестендіру блогы сериялық-реттік кодтау жүйесіне негізделген және үш таңбалы сандық кодтан тұрады. Код келесі құрылым төмендегідей:

Бірінші сан ақау тиесілі жүк вагонынның ірілендірілген торабын білдіреді. Ірілендірілген тораптардың кодтары 1.9-кестеде келтірілген.

Кесте 1.9 – Жүк вагондарының негізгі ақауларының жіктелу топтары [48]

№ р/н	Жүк вагондарының негізгі ақауларының жіктелу топтарының №	Жүк вагондарының негізгі ақауларының жіктелу топтарының атауы
1	1	Доңғалақ жұбының ақаулары
2	2	Вагон арбашасының ақаулары
3	3	Автотіркегіш жабдығының ақаулары
4	4	Автотежеуіш жабдығының ақаулары
5	5	Шанақтың ақаулары
6	6	Вагон рамасының ақаулары
7	8	Вагонды инвентарлық парктен шығаруға алып келетін шанақ ақаулары
8	9	Вагонның техникалық жай-күйіне байланысты емес ақаулар

Екінші және үшінші сандар түйіннің белгілі бір элементіндегі ақаулықтың реттік нөміріне сәйкес келеді.

Ақау атауының блогында ақаулық атауы келтіріледі, бұл туындаған мәселені оңай сәйкестендіруге және жіктеуге мүмкіндік береді.

Қосымша ақпарат блогы ақау туралы мәліметтер беріледі. Оларға ақаудың сипаты, жөндеу бойынша ұсынымдар және басқа да маңызды ақпарат жатуы мүмкін.

Құжат құрылымының мысалы ретінде В қосымшасында дөңгелек жұпатры мен букса тораптарының ақауларының жіктелуінің үзінділері келтірілген (классификатордың 4-бөліміне сәйкес).

Арнайы классификаторды қолдану анықталған әрбір ақауды оның пайда болған конструкциялық торабына байланысты бірегей цифрлық код беру арқылы формаға келтіруге мүмкіндік береді. Жүк вагонының функционалдық тораптары бойынша бөлінген негізгі ақаулар тораптарының жіктелуі 1.10-кестеде келтірілген.

Кесте 1.10 – Жүк вагондарының негізгі ақаулар топтарының жіктелуі

Код тобы	Түйін атауы	Негізгі ақаулардыың түрлері (мысал)	Қозғалыс қауіпсіздігі мен пайдалануға әсері
100–199	Доңғалақ жұптары	Доңғалақ қырының жұқаруы (102), сырғанау ойығы/ойық (107), металдың үгітілуі (117)	Доңғалақ пен рельстің өзара әрекеттесуінің бқзылуына байланысты рельстен шығып кету қаупі жоғары.
200–299	Вагона арбашасы (құйма бөлшектер)	Бүйір рамасының жарығы (202), серіпкеүсті арқалығы (203), фрикциялық планкалардың тозуы	Критическая угроза излома конструкции под динамической нагрузкой.
300–399	Букса тораптары	Буксаның қызуы (301), роликті мойынтіректің істен шығуы	Доңғалақ жұбының кептелу немесе ось мойнының сыну қаупі.
400–499	Тежеу жабдығы	Ауа таратқыш ақауы (402), тежегіш қалыптарының тозуы (408)	Тежеу тиімділігінің төмендеуі, поездың өздігінен қозғалып кету немесе соқтығысу қаупі.
500–599	Автотіркегіш құрылғысы	Автотіркегіштің үзілуі (501), соққы сіңіргіш аппараттың ақауы	Поездың өздігінен ажырауы, бойлық динамикалық соққылар.
600–699	Вагон шанағы мен рамасы	Вагонның жоталық арқалығының жарығы (601), шанақтың кеңеюі (618)	Жүктің сақталуына қауіп төндіреді және тиеу габаритінің бұзылуына себепші болады.

Жіктеуіш «Басқа мемлекеттердің меншігіндегі жүк вагондарын пайдалану, нөмірлік есепке алу және пайдаланғаны үшін есеп айырысу қағидалары», «Вагондарды тексерушіге нұсқаулықтар» және жүк вагондарын бірлесіп пайдалану туралы келісім шеңберінде қолданылатын басқа да нормативтік-техникалық құжаттар негізінде әзірленген. Оны құру мен келісуді темір жол әкімшіліктерінің вагон шаруашылығы мамандарының қатысуымен темір жол көлігі жөніндегі Кеңес комиссиясы жүзеге асырылған.

Жіктеу техникалық қызмет көрсету пункттерінде (бұдан әрі - ТҚКП) бастапқы деректерді қалыптастыру үшін негіз болады. Көрсетілген топтар бойынша ақаулықтарды жүйелеу ақауларды жедел жоюға ғана емес, сонымен қатар жылжымалы құрамның неғұрлым «істен шыққан» тораптарын анықтау үшін деректер қорын жинақтауға мүмкіндік береді.

Дәл осы ақауларды кеңістік пен уақытта (нақты станциялар мен жол учаскелері деңгейінде) бөлуді талдау пайдаланудың жүйелі мәселелерін анықтауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл вагондардың техникалық жай-күйін кейінгі статистикалық зерттеу үшін объективті деректер қорын қалыптастырады, бұл диссертациялық жұмыстың келесі кезеңдеріндегі міндеттерінің бірі болып табылады [20].

1.3 Қазақстан Республикасындағы вагондарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу

«Теміржол жылжымалы құрамының қауіпсіздігі туралы» Кеден одағының техникалық регламентіне (КО ТР 001/2011) сәйкес пайдалану кезіндегі вагон паркі мен оның негізгі компоненттерінің қауіпсіздігі келесі негізгі бағыттар бойынша қамтамасыз етілуі тиіс [42]:

- белгіленген кезеңділікпен техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүргізу, сондай-ақ өнімнің белгіленген қызмет ету мерзімдері мен ресурстарын сақтау;
- сынақтан өткізілген ғылыми әдістемелерге негізделген беріктік және жүрістік қасиеттері бойынша есептеулер кешенін орындау;
- жылжымалы құрамның жауапты тораптары мен компоненттерінің тозуының шекті нормаларын және жұмыс қабілеттілігінің өлшемдерін белгілеу.

Отандық теміржолда «Жылжымалы құрамды техникалық пайдалану, қызмет көрсету және жөндеу ережелері» (бұдан әрі – ТПЕ) бойынша жылжымалы құрамды техникалық пайдалану тәртібі бар [49].

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігінің 2019 жылғы 27 маусымдағы № 444 бұйрығымен бекітілген «Жылжымалы құрамды техникалық пайдалану, оларға қызмет көрсету және оларды жөндеу қағидаларын бекіту туралы» заңына сәйкес вагондарға техникалық қызмет көрсету мен оларды жөндеудің кеелсідей түрлері қарастырылады (1.11-кесте) [49]:

Кесте 1.11 – Қазақстан Республикасындағы вагондарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу түрлері

№	Атауы	Анықтамасы	Стартегиясы	Аралығы (мерзімі/жүріс қашықтығы)
1	2	3	4	5
1	Вагонды ағымдағы ағытпалы жөндеу (бұдан әрі – АЖ): АЖ-1 – тасымалдауға дайындық кезінде; АЖ-2 – жүру жолында	жекелеген құрамдас бөліктерін ауыстыру немесе қалпына келтіру, вагондар құрамынан немесе тобынан ағыту, жұмыс істемейтін паркке ауыстыру және мамандандырылған жолдарға беру арқылы вагонның жұмыс қабілеттілігін қамтамасыз ету немесе қалпына келтіру үшін орындалатын жөндеу	Жоспардан тыс жөндеу	Ақаулықтарды анықтау фактісі бойынша (белгіленген кезеңділіксіз)
2	Вагонды күрделі жөндеу (бұдан әрі – КЖ)	вагон ресурсын толық немесе толық қалпына келтіруге жақын, оның кез келген бөліктерін ауыстыра немесе қалпына келтіре отырып, оның жарамдылығын қалпына келтіру үшін орындалатын жөндеу	Жоспарлы	8-10 жыл пайдаланғаннан кейін немесе шекті ресурсқа жеткеннен кейін
3	Деполық жөндеу (бұдан әрі - ДЖ)	жекелеген құрамдас бөліктерін ауыстыру немесе жөндеу, сондай-ақ жекелеген тораптарды жаңғырту арқылы олардың жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру үшін жоспарлы жөндеу	Жоспарлы	Жасалғаннан кейін: 3 жыл немесе 210 мың км.; кейіннен – әрбір 2 жыл сайын немесе 110-160 мың км сайын
4	Күрделі жөндеу (бұдан әрі – КЖ-1)	тозған және зақымдалған тораптар мен бөлшектерді ауыстыру немесе жөндеу, сондай-ақ оларды жаңғырту жолымен вагондардың жарамдылығы мен ресурсын қалпына келтіру үшін вагондарды жоспарлы жөндеу	Жоспарлы	Пайдалануға берілгеннен 8-10 жылдан кейін
5	Күрделі жөндеу (бұдан әрі – КЖ-2)	вагондардың жарамдылығын және ресурсын қалпына келтіру үшін шанақты ішінара ашумен металға дейін жылу оқшаулағыш пен электр сымдарын ауыстыра отырып жоспарлы жөндеу.	Жоспарлы	Пайдаланудың кейінгі кезеңдерінде (КЖ-1 кейін, пайдалану ресурсына қарай)

Кесте 1.11 жалғасы

1	2	3	4	5
		Қажет болған жағдайда базалық жүйелерді, конструкциялар элементтерін ауыстыру және негізгі тораптарды жаңғырту		
6	Қызмет ету мерзімін ұзарту арқылы жүргізілетін күрделі жөндеу (бұдан әрі – ҚКҰКЖ)	Вагон конструкциясының барлық жүк көтергіш элементтерінің техникалық жай-күйін бақылау, олардың тағайындалған ресурсын қалпына келтіру, кез келген құрмадас бөліктерін ауыстыру немесе қалпына келтіру және жаңа қызмет ету мерзімін тағайындау	Жоспарлы	Нормативтік қызмет мерзімі аяқталғаннан кейін; қызмет ету мерзімін 5-15 жылға ұзарту

Жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету [49]:

- құрастырылған поезд құрамдарындағы, транзиттік поездардағы вагондардың, сондай-ақ бос вагондарды құрамнан немесе вагондар тобынан ағытпай тасымалдауға дайындау кезінде олардың техникалық жай-күйін бақылау;

- ақауларды анықтау;

- қозғалыс қауіпсіздігін, өрт қауіпсіздігін, тасымалданатын жүктердің сақталуын қамтамасыз ететін қажетті жөндеу жұмыстарын орындау.

Вагондарға техникалық қызмет көрсету кезінде:

- вагондардың бөлшектері мен тораптарының болуы және олардың белгіленген нормативтерге сәйкестігі;

- жөндеу мерзімдері, ал жолаушылар вагондарында, бұдан басқа, бірыңғай техникалық тексерудің жүргізілу мерзімдері;

- автотіркегіш құрылғысының, тежегіш жабдығының, буферлік құрылғылардың, өтпелі алаңдардың, арнайы басқыштар мен тұтқалардың, арбалардың, доңғалақ жұптардың, букса тораптардың, серіппелі аспасының, генератор жетегінің, аккумуляторлық батареялардың, ішкі жабдықтың, климаттық қондырғының жарамдылығы және жұмыс істеуі, бөлшектер мен вагон астындағы жабдықтың жолға құлауынан сақтайтын құрылғылардың болуы және жарамдылығы;

- вагон шанағы элементтерінің жарамдылығы.

ТҚКП қызметкерлері технологиялық процеске сәйкес техникалық қызмет көрсетуді уақтылы орындауға тиіс және вагондардың поездардан ағытылмай кепілді учаске шегінде қауіпсіз жүріп өтуі үшін, ал жолаушылар поездары үшін - қалыптастыру пунктінен айналым пунктіне дейін және кері қарай бүкіл рейс бойында жауапты болады.

Кепілдік учаске – техникалық қызмет көрсету пункттерімен шектелген учаске, оның ұзындығы вагондардың поезд құрамында ақаусыз жай-күйде

қауіпсіз жүруі қажеттігіне қарай айқындалады. Бұл учаскеде вагондарды тексерушілер поезд құрамында вагондардың апатсыз жүріп өтуі үшін жауапты болады.

Кепілдік учаскелердің ұзартылуының негізгі себептерінің бірі ретінде теміржолдарда жүк вагондарының техникалық жай-күйін автоматтандырылған бақылаудың жаңа әдістерін енгізу көрсетіледі [50]. Бұл жүйелер вагон қараушылардың функцияларын ішінара қайталай отырып, адам факторының әсерін азайтады. Алайда, соған қарамастан, жылжымалы құрамдағы ақаулардың анықталуына байланысты поездардың кідіріс саны жоғары деңгейде сақталуда.

Қазақстан Республикасында жүк вагондарын деполық жөндеудің жөндеуаралық мерзімдерін реттеу үшін жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету және жөндеу кезінде пайдаланылатын нормативтік-техникалық құжаттама қолданылады (Г қосымшасы).

Жылжымалы құрамға техникалық қызмет көрсету кезінде тораптар мен бөлшектердің болуы және олардың нормативтік талаптарға сәйкестігі, сондай-ақ жоспарлы жөндеу мерзімдері мен кезеңділігінің сақталуы міндетті түрде тексеріледі [51].

Қазақстан Республикасында пайдаланатын ТПЕ ТМД-ға қатысушы мемлекеттердің, Латвияның, Литваның және Эстонияның талаптарымен келісілген. Жолтабаны 1520 мм кеңістіктегі техникалық нормалардың бірлігі халықаралық қатынаста жүк вагондарын кедергісіз және қауіпсіз өткізу үшін қажет.

Көрсетілген нормативтік талаптарды іс жүзінде іске асыру вагон шаруашылығының мамандандырылған бөлімшелеріне жүктелген.

Сұрыптау станциялары мен учаскелік станцияларды ТҚКП сияқты бөлімшелер өздеріне бекітілген кепілді учаскелерде вагондарға қызмет көрсетуге жауап береді.

Бұл пункттердің қызметі регламенттелген сипатқа ие. Поездарды қалыптастыру және айналым пункттерінде, сондай-ақ Ұлттық инфрақұрылым операторы айқындаған аралық станцияларға ТҚКП-да әрбір вагон міндетті техникалық қызмет көрсетуден өтеді. Бұл үдеріс вагон тораптарын ТПЕ талаптарына толық сәйкестікке келтіру үшін жөндеу жұмыстарының қажетті көлемін қарауды (астынан қарап тексерумен) және орындауды қамтиды.

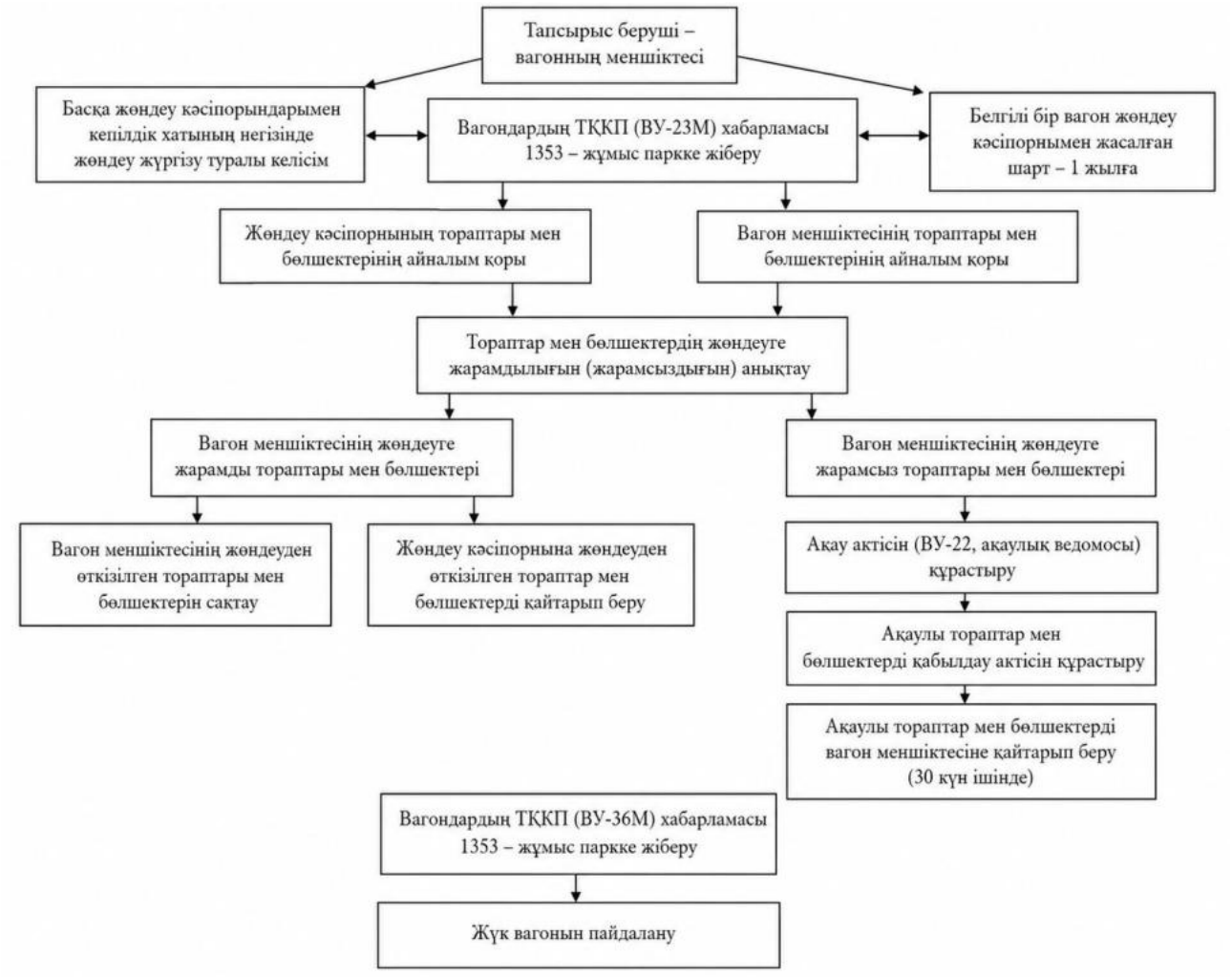
Поездарды техникалық қызмет көрсетуге ұсыну және олардың дайындығы туралы хабарлама, сондай-ақ вагондарға ТҚКП жоқ станцияларда вагондарды поезға қою алдында қарау және жөндеу тәртібі станция жұмысының технологиялық процесімен және станцияның техникалық-өкімдік актісімен белгіленеді.

Сервистік қызмет көрсету жүйесіне көшкеннен кейін тасымалдаушылардың, оның ішінде «ҚТЖ» ҰК» АҚ-ны міндетіне магитсральдық теміржол желісіне техникалық жарамды жылжымалы құрамның рейске жіберілуіне бақылау жүктеледі.

Қазақстанда жылжымалы құрамды жөндеу нарығы қалыптасқан. Бұд «ҚТЖ» ҰК» АҚ, «Қамқор Вагон» ЖШС және жеке кәсіпорындар жөндеудің барлық түрлерін орындайды.

Вагон паркінің едәуір бөлігі жеке меншік иелеріне тиесілі болғандықтан, жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру вагон иелері мен мамандандырылған жөндеу кәсіпорындары арасында шарттар жасасуды талап етеді. Жылжымалы құрамның техникалық жай-күйіне, қосалқы бөлшектердің сапасына және жөндеу жұмыстарының уақтылы жүргізілуіне негізгі жауапкершілік сервистік компанияларға жүктеледі [52, 53].

Вагондардың меншік иелері мен жөндеу кәсіпорындары арасындағы техникалық қызмет көрсету және жөндеу кезінде өзара іс-қимылды көрнекі түсіну үшін шарттар жасасу, тораптар мен бөлшектердің жөндеуге жарамдылығын анықтау, ақаулы компоненттермен жұмыс істеу тәртібін, сондай-ақ жөнделген элементтерді сақтау және беру тәртібін көрсететін сызба (1.16-сурет) ұсынылған.



Сурет 1.16 – Техникалық қызмет көрсету және жөндеу барысында вагон иесі мен жөндеу кәсіпорны арасыындағы өзара іс-қимыл тәртібі

Сызба кепілдік хатты алудан және ақаулықтарды анықтаудан бастап, тораптар мен бөлшектерді жөндеу, сақтау немесе кәдеге жаратуға дейінгі іс-қимылдар реттілігін көрсетеді. Үдеріс барлық қажетті жұмыстар аяқталғаннан кейін вагонды қайтадан берумен аяқталады.

Осылайша, ұсынылған сызба жөндеу үдерісіне қатысушылардың өзара іс-қимылының нақты циклін көрсетеді, бұл вагондардың басым бөлігі жеке меншікте болатын және жөндеу процесі шарттық міндеттемелер бойынша жүзеге асырылатын жағдайларда ерекше маңызды.

Қазақстан Республикасының теміржол көлігі нарығында жөндеу қызметін ұйымдастырудың мысалы ретінде жүк вагондарын жөндеу саласындағы жетекші кәсіпорындардың бірі болып табылатын «Қамқор Вагон» ЖШС қызметін қарастырамыз.

«Қамқор Вагон» ЖШС 2010 жылы құрылған және жүк вагондарын жөндеу бойынша қызмет көрсету бөлігінде Қазақстан Республикасының нарығында жетекші ұйымның бірі болып табылады, оның келесі қалаларда жеті өндірістік филиалдан тұратын филиалдары бар: Павлодар, Астана, Шалқар, Аягөз, Қазалы, Өскемен, Алматы, Қарағанды [54]. Компания қызметінің негізгі түрлеріне мыналар кіреді (1.12-кесте):

Кесте 1.12 – «Қамқор Вагон» ЖШС компаниясының негізгі қызмет түрлері

№	Жұмыс түрі	Сипаттамасы
1	2	3
1	Вагонды деполық және күрделі жөндеу	Вагонның жарамды техникалық жай-күйі мен пайдалану ресурсын ішінара қалпына келтіру үшін құрамдас бөліктердің шектеулі номенклатурасын ауыстыру немесе қалпына келтіру және олардың техникалық жай-күйін бақылау арқылы орындалатын жөндеу.
2	12-9920 және 12-9941 модельді вагондарға техникалық қызмет көрсету, ағымдағы, деполық және күрделі жөндеу	Қытай Халық Республикасында және «Қазақстан вагон жасау компаниясы» ЖШС-да жасалған 18-9996 үлгідегі арбада 12-9920 және 12-9941 үлгілерінің жақсартылған сипаттамалары бар ашық вагондарды жөндеу
3	Техникалық шарттар бойынша қызмет ету мерзімін ұзартумен жүк вагондарын күрделі жөндеу	Вагон консрукциясының барлық жүк көтергіш элементтерінің техникалық жай-күйін бақылау, тағайындалған пайдалану ресурсын қалпына келтіру, құрамдас бөліктерін ауыстыру немесе қалпына келтіру және жаңа қызмет ету мерзімін белгілеу.
4	Техникалық шешім сйкес қызмет ету мерзімін ұзартумен жүргізілетін жүк вагондарын деполық және күрделі жөндеу	Қызмет ету мерзімі аяқталған вагондарды деполық және күрделі жөндеу Техникалық шешімге сәйкес олардың техникалық жай-күйін диагностика дүргізілгеннен кейін жүзеге асырылады.
5	Жүк вагондарын ағытып алып ағымдағы жөндеу	Вагонның жұмысұа жарамдылығын қамтамасыз ету немесе қалпына келтіру мақсатында орындалатын, жекелеген құрамдас бөліктерін ауыстыруды немесе

Кесте 1.12 жалғасы

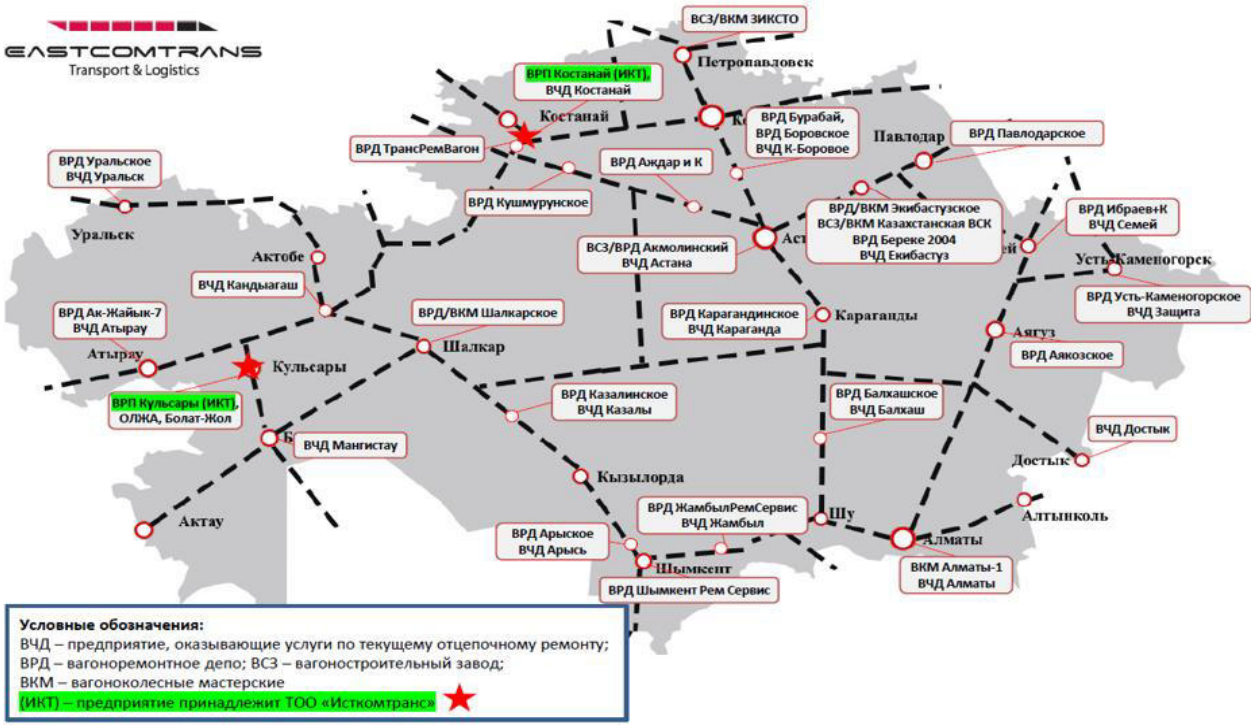
1	2	3
		қалпына келтіруді, вагонды поезд құрамынан немесе паркке ауыстыру және мамандырылған жолдарға беру арқылы орындалатын жөндеу.
6	Жүк вагондарына диагностикалау арқылы техникалық қызмет көрсету	Диагностикалық құралдарды пайдалана отырып, вагондарды жұмыс істемейтін паркке ауыстыру және мамандандырылған жолдарға беру арқылы вагонның құрамдас бөліктерінің техникалық жай-күйін аспаптық бақылау бойынша операциялар кешені
7	Barber үлгісіндегі 18-9810, 18-9855 үлгідегі арбаларға техникалық қызмет көрсететін және жөндейтін инновациялық вагондарды жөндеу	Barber үлгісіндегі 18-9810, 18-9855 үлгідегі арбаларға техникалық қызмет көрсететін және жөндейтін инновациялық вагондарды жөндеу жұмыстары
8	Жүк және жолаушылар вагондарының буксті тораптары бар доңғалақ жұптарын күрделі жөндеу	Негізгі бөліктерін ауыстыра немесе қалпына келтіре отырып, доңғалақ жұбының ресурсын толық немесе толық қалпына келтіруге жақын ақаусыздықты қалпына келтіру үшін орындалатын жөндеу.
9	Доңғалақ жұптарын жаңадан қалыптастыру	Жаңа элементтерден доңғаалақ жұбын қалыптастыру – дөңгелектерді престеу әдісімен оське орнатудың технологиялық процесі.
10	Жүк және жолаушылар вагондарының буксті тораптары бар доңғалақ жұптарын орташа және ағымдағы жөндеу	Доңғалақ жұптарын орташа жөндеу: Доңғалақ жұптарының ресурсын қалпына келтіру және ішінара қалпына келтіру үшін орындалатын жөндеу.
11	Контейнерлерді тасымалдауға арналған 13-401, 13-4012 үлгідегі әмбебап платформаларды жаңғырту	Қызмет ету мерзімін ұзарта отырып, жылжымалы темір жол құрамын жаңғырту: базалық конструкцияға өзгерістер енгізу жолымен қолданыстағы жылжымалы темір жол құрамының техникалық-экономикалық сипаттамаларын жақсарту жөніндегі жұмыстар кешені.
12	Жүк және жолаушылар вагонының автотежегіш жабдығын жөндеу	Жүк және жолаушылар вагонының автотежегіш жабдығын жөндеу белгіленген тәртіппен аттестатталған автотежегіштердің (АКП) бақылау пункттерінде жүргізіледі.
13	Жүк жылжымалы құрамының қосалқы бөлшектері мен бөлшектерін жөндеу	Вагондардың жекелеген тораптары мен бөлшектерін (автотіркегіш құрылғыларды, сіңіргіш аппараттарды, автотежегіш жабдықтарды және т.б.) жөндеуді қамтиды.
14	Кассеталық букса мойынтіректерін монтаждау демонтаждау жұмыстары	Timken, FAG, «ЕПК-Бренко Подшипник компаниясы» ЖШҚ кассеталық мойынтіректерінің техникалық жай-күйін бағалау.
16	Жүк вагондарын техникалық диагностикалау	Жүк вагондарын қызмет ету мерзімін ұзарту мақсатында техникалық диагностикалау. Вагондарды техникалық диагностикалау жұмыстарын жүргізуге құқық беретін куәлігі бар диагностикалаушы ұйыммен жүргізіледі.

Вагон депосына іргелес жатқан бұл учаскелер қызмет көрсету учаскелері деп аталады. Осы учаскелердің шекарасында орналасқан вагон шаруашылығының барлық объектілері сұрыптау және учаскелік станциялардың вагон деполарының басқаруында болады. Олардың негізгі міндеті – вагондарды ағымдағы күтіп ұстауды қамтамасыз ету үшін құрылымдық бөлімшелерді қажетті ресурстармен және техникалық құралдармен қамтамасыз ету болып табылады [55, 56].

Вагон шаруашылығы – жалпы вагон паркіне техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүзеге асырылатын, аумақтық жағынан бір-бірінен алшақ орналасқан желілік кәсіпорындар жүйесі. Вагон шаруашылығының инфрақұрылымы үш негізгі құрамдас бөліктен тұрады:

- материалдық-техникалық база;
- желілік кәсіпорындарды материалдық-техникалық қамтамасыз ету жүйесі;
- вагон шаруашылығының ақпараттық базасы және басқару жүйесі [55, 56].

«ҚТЖ-Жүк тасымалдары» ЖШС пайдалану вагон деполарының филиалдары 1.17-суретте көрсетілген [57].



Шартты белгілер:
ВЧД – вагон пайдалану депосы, ағымдағы жөндеу қызметтерін көрсететін кәсіпорын
ВРД – вагон жөндеу депосы; ВСЗ – вагонқұрылыс зауыты;
ВКМ – локотомив жөндеу шеберханасы;
ИКТ – «Исткомтранс» ЖШС кәсіпорындары

Сурет 1.17 – «ҚТЖ-Жүк тасымалдары» ЖШС пайдалану вагон деполарының филиалдары [57]

«ҚТЖ-Жүк тасымалдары» ЖШС пайдалану вагон деполарының тізімі 1.13-кестеде келтірілген.

Кесте 1.13 – Пайдалану вагон деполарының тізім

№	Пайдалану вагон деполарының тізімі
1	Атырау станциясы ВЧД-1
2	Орал станциясы ВЧД-3
3	Қандыағаш станциясы ВЧД-4
4	Қазалы станциясы ВЧД-6
5	Нұр-Сұлтан станциясы ВЧД-8
6	Қарағанды станциясы ВЧД-13
7	Балқаш станциясы ВЧД-14
8	Екібастұз станциясы ВЧД-16
9	Қостанай станциясы ВЧД-19
10	Семей станциясы ВЧД-23
11	Защита станциясы ВЧД-24
12	Алматы станциясы ВЧД-25
13	Достық станциясы ВЧД-26
14	Тараз станцисы ВЧД-27
15	Арыс станциясы ВЧД-30
16	Маңғыстау ВЧД-33
17	Курорт-Боровое станциясы ВЧД-34

Қазіргі уақытта жүк вагондарының жөндеу аралық циклдері мен қызмет ету мерзімдерін оңтайландыруға, жөндеу жұмыстарының сапасын арттыруға, өндірісті ұйымдастырудың жаңа нысандарын енгізуге және қолданыстағы нысандарын жетілдіруге ерекше назар аударылуда бөлінеді [55,56].

Ресейде қолданыстағы жүк вагондарына жоспарлы-алдын алу жөндеу жүйесі жоспарлы жөндеуді жүргізудің екі негізгі өлшеміне негізделген: күнтізбелік пайдалану мерзімінің шекті ұзақтығы – 2 жыл және шекті пайдалану ресурсы (орындалған жұмыс көлемі) – 160 мың км [57, 58].

Техникалық міндеттерді зерттеудің қазіргі заманғы математикалық аппараты ықтималдықтар теориясы, сенімділік теориясы және жүйелерді модельдеу әдістеріне негізделген. Оңтайлы басқару, ақпарат теориясы және статисткалық модельдеу сияқты қолданбалы ғылыми бағыттардың дамуы күрделі өндірістік міндеттерді шешуде математиканың мүмкіндіктерін едәуір кеңейтті.

АҚШ, Жапония, Қытай, Франция және Канада сияқты жетекші елдерде жүк вагондарының техникалық жай-күйін мониторингілеу жүйесі әрбір өңірдің технологиялық және логистикалық талаптарына сәйкес дамуда.

Францияда негізгі назар жылжымалы құрам мониторингін цифрландыруға және автоматтандыруға аударылған. Францяның Ұлттық теміржол қоғамы (Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF)) PRCI (инфрақұрылымды бағдарламалық басқару және диагностикалау) сияқты жүк вагондарының техникалық жай-күйін мониторингтеу жүйелерін белсенді түрде әзірлеп,

енгізуде. Компания сондай-ақ нақты уақытта теміржол инфрақұрылымның жай-күйін талдау үшін технологияларды пайдаланады [59, 60].

Ғылыми жарияланымдарға жүргізілген талдау жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету жүйесін жетілдірудің негізгі бағыттары қазіргі заманғы диагностикалық кешендерді енгізу, вагондардың аса жауапты тораптарының сенімділігін арттыру, жөндеудің жаңа материалдары мен технологияларын қолдану, сондай-ақ жылжымалы құрамның техникалық жай-күйі мониторингінің цифрлық әдістерін дамыту болып табылатынын көрсетеді.

Сонымен бірге, жүк вагондарының техникалық жай-күйін ескере отырып, оларды одан әрі пайдалану жөнінде негізделген шешімдер қабылдау, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу мәселелері жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Бұл жүк вагондарын пайдалану тиімділігін шешім қабылдау үдерістерін жетілдіру және қослақы бөлшектер қорын басқару арқылы арттыруға бағытталған осы диссертациялық зерттеудің өзектілігін растайды.

Қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жылжымалы құрамның техникалық жарамды жай-күйін ұстап тұру үшін оның техникалық жай-күйінің үздіксіз мониторинг жүргізудің маңызы зор. Сапаны бақылау вагонның өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде жүзеге асырылады: жол жүру барысында ақауларды жедел анықтаудан бастап, жөндеу аяқталғаннан кейін тораптар мен бөлшектердің кешенді тексеруге дейін жүзеге асырылады.

Келесі бөлімде жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау әдістері, оның ішінде арнайы өлшеуіш қалыптарды қолдану және бақылаудың автоматтандырылған жүйелері қарастырылады.

1.4 Жүк вагондарының жай-күйін тексеру әдістері

Техникалық қызмет көрсету жүйесінің тиімділігі жылжымалы құрамның жай-күйін бақылау әдістерінің дәлдігіне тікелей байланысты. Қазақстанның темір жол желісінде біріктірілген тәсіл қолданылады: нормативтік өлшеуіш қалыптарды пайдалана отырып жүргізілетін дәстүрлі аспаптық бақылау мен жанаспайтын диагностиканың заманауи автоматтандырылған кешендері қатар қолданылады.

Қазақстан Республикасы теміржол кешенінің жұмыс істеу тиімділігі жылжымалы құрамның конструкциялық жарамдылығы мен пайдалану сипаттамаларына тікелей тәуелді. Ұлттық тасымалдаушының операциялық шығындарының құрылымын ескере отырып, локомотив және вагон парктерін күтіп ұстау және пайдалану шығындары сала бюджетінің едәуір бөлігін құрайды [64]. Қаржылық есептілік деректеріне сәйкес техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындары жалпы пайдалану шығыстарының шамамен 20% -ын құрайды, бұл жөндеу циклін оңтайландыруды көліктің экономикалық тұрақтылығын арттыру үшін басым міндет етеді [65]. Осыған байланысты қолданыстағы нормативтік база мен технологиялық процестерді талдау қозғалыс

қауіпсіздігі мен жүктердің сақталуын қамтамасыз ету үшін қажетті шартқа айналуда.

Қолданыстағы регламенттерге сәйкес [42, 43, 44, 49, 51] тораптар мен бөлшектердің жай-күйіне мониторингті тұрақты негізде мамандандырылған мобильді бригадалар мен депо қызметкерлері жүзеге асыруы тиіс. Бақылау жұмыстары негізінен ТҚКП, жөндеу базаларында және вагон жөндеу зауыттарында жүзеге асырылады. Профилактикалық іс-шараларға ерекше назар аударылады, өйткені нормативтік талаптарға сәйкес техникалық жарамдылығы алдынала расталмаған жылжымалы құрамды тиеу жұмыстарына жіберуге тыйым салынады. Вагонның пайдалануға дайын екендігі мамандандырылған есептік құжаттамада (ВУ-14 нысаны) тіркеледі. Бұл құжат вагондарды техникалық қызмет көрсетуге ұсыну актісі және поезд құрамында жүруге дайындығы туралы хабарлама болып табылады [49, 51, 55]. ВУ-14 нысанындағы жазба тексеру толық көлемде жүргізілгенін, ал анықталған ақаулар жойылғанын ресми растайды.

Қазақстанның вагон шаруашылығында жүк вагондарының қауіпсіздігі мен тиімді пайдаланылуын қамтамасыз ету үшін техникалық диагностиканың әртүрлі құралдары қолданылады (1.14-кесте) [66, 67].

Кесте 1.14 – Вагон шаруашылығындағы диагностиканың негізгі жүйелері

Бақылау жүйесі	Сипаттамасы	Тағайындалуы
Вагондардың техникалық жай-күйін бақылаудың автоматтандырылған бақылау жүйелері [67]	Вагондардың тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін поезды тоқтатпай автоматты түрде диагностикалауды қамтамасыз ететін жүйелер.	Доңғалақ жұптарының, букса тораптарының, тежегіш жүйесінің және вагон шанағының ақауларын анықтау.
Жылу бақылау (тепловизиялық) кешендері [68]	Доңғалақ жұптарының, букса тораптарының температуралық режимін жансапай бақылауға арналған құрылғылар.	Букса тораптарының қызып кетуін уақытында анықтап, апаттардың алдын алу.
Акустикалық диагностикалау жүйелері [69]	Вагон қозғалысы кезінде пайда болатын акустикалық сигналдарды талдау арқылы техникалық ақауларды ерте кезеңде анықтайтын жүйелер.	Доңғалақ жұптары мен басқа тораптардың ақауларын анықтау
Доңғалақ жұптарына арналған дефетоскоптар [70]	Доңғалақ жұптарының техникалық жай-күйін бақылауға арналған ультрадыбыстық және магниттік дефектоскоптар.	Металдағы жарықтар мен басқа да ақауларды анықтау.

1.14-кестеде келтірілген диагностикалау құралдары теміржол желісінде кеңінен қолданылатын негізгі техникалық құралдар болып табылады. Ал осы құралдардың тиімділігі нақты кәсіпорындардың технологиялық процесіне енгізілуі мен қолданылу деңгейіне байланысты анықталады.

Жүк вагондарының техникалық жай-күйін бақылаудың заманауи әдістері кеңінен қолданылып, қарқынды дамып келе жатқанына қарамастан, олардың

тиімділігі мен сенімділігін төмендететін бірқатар маңызды мәселелер сақталуда. Бұл мәселелер жылжымалы құрамның қауіпсіз пайдаланылуын қамтамасыз ету және оны күтіп ұстауға жұмсалатын шығындарды азайту мүмкіндігін шектейді. Жүк вагондарының техникалық жай-күйін бақылаудың қолданыстағы әдістеріне тән негізгі мәселелер 1.15-кестеде келтірілген.

Кесте 1.15 – Жүк вагондарының жай-күйін бақылаудың қолданыстағы әдістерінің кемшіліктері.

Кемшілігі	Сипаттамасы
Диагностика дәлдігінің шектеулігі	Қолданыстағы диагностикалау әдістері күрделі конструкциялы тораптарды (арбаша рамасы, доңғалақ жұбының осі және басқа да элементтер) жасырын ақауларды әрдайым дәл анықтай алмайды. Сигналдың металдың ішкі құрылымында таралу ерекшеліктері мен алынған нәтижелерді талдаудың күрделілігі диагностикалау дәлдігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.
Жекелеген әдістердің функционалдық шектеулілігі	Жылулық бақылау жүйелері букса тораптарының қызып кетуін анықтағанымен, қызып кетудің ссебептерін (микрожарықтар, майлаудың бұзылуы, ішкі құрылымдық ақаулар және т.б.) анықтауға мүмкіндік бермейді. Сол себепті қосымша диагностикалау әдістерін қолдану қажет.
Диагностикалық деректерді біріктірудің жеткіліксіздігі	Әртүрлі диагностикалық жүйелерден (жылулық, акустикалық т.б.) алынатын мәліметтерді бірыңғай ақпараттық ортада кешенді өңдеу толық қамтамасыз етілмеген. Нітижесінде вагонның техникалық жай-күйін кешенді бағалау мүмкіндігі төмендейді.
Болжау мүмкіндігінің жеткіліксіздігі	Қазіргі диагностикалық кешендерді сатып алу, орнату және пайдалану едәуір қаржылық шығындарды талап етеді. Осыған байланысты олардың барлығы ТҚП бірдей қоланылмайды, бұл диагностикалау сапасының әркелкі болуына әсер етеді.
Шешім қабылдауды қолдау деңгейінің жеткіліксіздігі	Қолданыстағы диагностикалық жүйелер негізінен ақауларды анықтауға бағытталған. Олар вагонды әрі қарай пайдалану, жөндеуге жіберу немесе қосалқы бөлшектерді ТҚП арасында қайта бөлу бойынша негізделген басқарушылық автоматты түрде қалыптастырмайды.

Қазіргі заманғы технологиялар вагондар элементтерінің жай-күйі туралы толық түсінік алуға мүмкіндік бермейтін бірқатар шектеулерге ие, бұл пайдалану процесінде ақаулардың туындау ықтималдығын арттырады.

Бұл жөндеу немесе компоненттерді ауыстыру туралы шешімдерді қабылдау жеделдігінің төмендеуіне әкеледі және шығуға әкелуі мүмкін.

Бақылаудың қолданыстағы әдістерінің көпшілігі орын алған ақауларды анықтауға бағытталған.

Бірқатар зерттеулер вагондарға техникалық қызмет көрсету және бақылау жүйелерін жаңғыртудың маңыздылығын атап көрсетеді. В.В. Бурченковтың [71] еңбегінде қозғалыстағы вагондарға мониторинг жүргізуге мүмкіндік беретін КТСМ [72] сияқты диагностиканың автоматтандырылған жүйелерінің артықшылықтары қарастырылған. Автор әртүрлі диагностикалық жүйелерден алынған мәліметтердің бірыңғай ақпараттық жүйеде толық біріктірілмеуі техникалық жағдайды кешенді бағалау мүмкіндігін шектейтінін атап көрсетеді.

[73] жұмысында теміржол жылжымалы құрамына техникалық қызмет көрсету және оны жөндеу кезіндегі өндірістік міндеттерді шешуде анық емес логика әдістерін қолдану мүмкіндіктерін қарастырған.

Криворудченко В.Ф. және басқа авторлар [74] вагон тораптары мен бөлшектерін өндіру, жөндеу және пайдалану жағдайларында техникалық диагностикалау мәселелерін қарастырылып, диагностикалық құралдар мен бақылау технологиялары сипатталған.

Сонымен қатар, [75] зерттеуінде Заттар интернеті технологиясына негізделген көпроботты жүйелерді теміржол инфрақұрылымының техникалық жай-күйін бақылауда қолдану мүмкіндіктері көрсетілген. Ультрадыбыстық датчиктер мен машиналық оқыту алгоритмдеріне негізделген бұл технологиялар жоғары дәлдікпен жарықтар мен шөгулер сияқты ақауларды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер негізінен инфрақұрылымға бағдарланғанымен, олардың тәсілі вагондардың жай-күйін мониторингілеу үшін бейімделуі мүмкін.

Мұндай құралдарды пайдалану вагондардың техникалық жарамдылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, бірақ теміржолдағы апаттық жағдайлар мен жылжымалы құрамның рельстен шығып кету қаупін толық жоя алмайды.

Техникалық диагностика ақаулықтар белгілерін зерттеуге және оларды уақытылы анықтау әдістері мен технологияларын әзірлеуге бағытталған ғылыми сала. Оның негізгі мақсаты – техникалық жүйелердің дұрыс жұмыс істеуін тексеру және растау әдістерін жүйелеу. Өндіріс және пайдалану кезеңдерінде бөлшектер мен тораптардың жай-күйін мониторинг жүргізу жылжымалы құрамның сенімділігі мен ұзақ мерзімді пайдалануын қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылады [51].

Автоматтандырылған жүйелердің дамуына қарамастан, өлшеу құралдарының көмегімен тексеру негізгі әдістердің бірі болып қала береді.

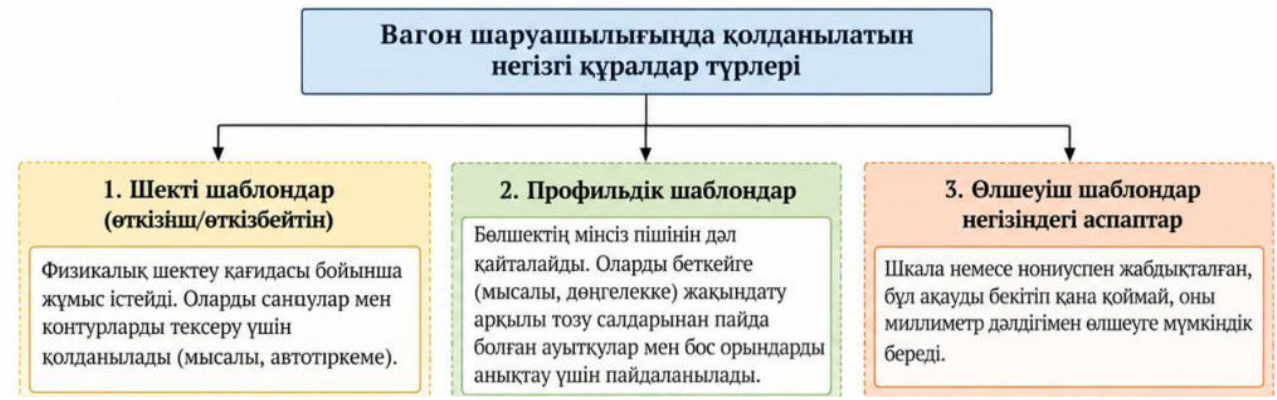
Жүк вагонының негізгі бөліктерінің критикалық параметрлерін бағалау үшін арнайы өлшеу аспаптары - шаблондар пайдаланылады [51].

Теміржол көлігіне техникалық қызмет көрсету жүйесінде шаблон белгіленген параметрлері бар мамандандырылған бақылау-өлшеу құрылғысы болып табылады. Әмбебап аспаптарға қарағанда (мысалы, қарапайым сызғыш) шаблон мемлекеттік стандартта немесе техникалық регламентте белгіленген нақты геометриялық өлшемді тексеруге арналған.

Шаблонмен тексеру – нақты бөлшектің өлшемдері мен пішінін эталондық өлшеммен салыстыру процесі болып табылады. Егер бөлшек шаблонның талаптарына сәйкес келмесе (мысалы, шаблон саңылауға артық кіріп кетсе

немесе керісінше мүлде кірмесе), бұл оның шекті тозғанын немесе техникалық талаптарға сәкес келмейтінін көрсетеді.

Вагон шаруашылығында өлшеу құралдарының үш негізгі түрі қолданылады. 1.18-сурет қозғалыс қауіпсіздігін бағалау кезінде маңызды болып табылатын негізгі өлшеу құралдары көрсетілген.



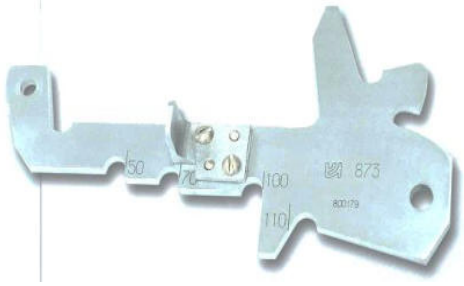
Сурет 1.18 – Вагон шарушылығында қолданылатын негізгі құралдар

Ұсынылған сызба вагон шаруашылығында қолданылатын негізгі өлшеу құралдарының жіктелуін көрнекі түрде көрсетеді және жылжымалы құрам элементтерінің техникалық жай-күйін бақылау әдістерін жүйелеуге мүмкіндік береді. Жұмыс істеу принципі мен өлшеу дәлдәгәне қарай шекті шаблондар, профильдік шаблондар және өлшеу шаблондары болып бөлінеді. Мұндай жіктеу бөлшектредің нормативтік талаптарға сәйкестігін сапалық тұрғыдан бағалауды және олардың тозу параметрлерін сандық тұрғыдан өлшеуді қамтитын кешенді диагностикалауды қамтамасыз етеді. Жылжымалы құрам элементтерінің техникалық жай-күйін бақылауда қолданылатын шекті, профильдік және өлшеу шаблондарының сипаттамасы 1.16-кестеде келтірілген.

Кесте 1.16 – Өлшеу құралдарының негізгі сипаттамалары [51]

Шаблонның атауы	Сыртқы көрінісі (сурет)	Тағайындалуы	Шекті мәні (жөндеуге негіз болатын көрсеткіш)
1	2	3	4
Абсолюттік шаблон (№950 үлгісі)		Доңғалақ қырының (гребень) қалыңдығы мен биіктігін өлшеу, тік тілікті анықтау	Доңғалақ қырының қалыңдығы 25 мм-ден немесе 33 мм-ден артық; қырдың биіктігі 28 мм-ден артық.

Кесте 1.16 жалғасы

1	2	3	4
№873 шаблон (өтпелі)		СА-3 автотіркегіштің кіші және үлкен тестерінің тартқыш және соққы беттерінің тозуын бақылау.	Егер шаблон тістер арасындағы саңылаудан еркін өтсе, автотіркегіш ақаулы деп есептеледі.
Доңғалақ құрсауының қалыңдығын өлшеуіш		Доңғалақ құрсауының қалыңдығын домалау шеңберінің орталық жазықтығында өлшеу.	Құрсау қалыңдығы 22 мм-ден кем
Саңылауларды тексеруге арналған шаблондар (қалыңдық қлшеуіштер)		Арбаша тораптарындағы саңылауларды бақылау.	Конструкциялық саңылаулардың мәнінен ауытқуы (мысалы, сырғанақтардағы саңылау 2-12 мм нормасынан тыс болуы)..

Шаблондардың әрбіреуі вагондардың техникалық бақылау жүйесінде белгілі бір қызмет атқарады және басқа бақылау әдістерін толықтырады. Шекті шаблондар геометриялық параметрлердің рұқсат етілмейтін ауытқуларын жедел анықтауға мүмкіндік береді, профильдік шаблондар тозудың сипаты мен орналасу аймағын көзбен бағалауды қамтамасыз етеді, ал №950 абсолюттік шаблоны сияқты өлшеу шаблондары ақаулардың тереңдігін сандық тұрғыдан анықтауға мүмкіндік береді. Осы құралдарды кешенді түрде қолдану жылжымалы құрам элементтерінің техникалық жай-күйін бағалаудың сенімділігін арттырады және оларды жоспарлы-алдыг алу жқндеу жүйесінде қолданудың маңыздылығын негіздейді.

Екінші тарауға арналған деректерді жинау аясында Қарағанды пайдалану вагон депосының Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚКП натурлық бақылаулар жүргізілді. Вагон қараушы-жөндеушілердің жетекшілігімен вагондардың ақауларын өлшеу және бағалау процесі қарастырылды (1.19-сурет).



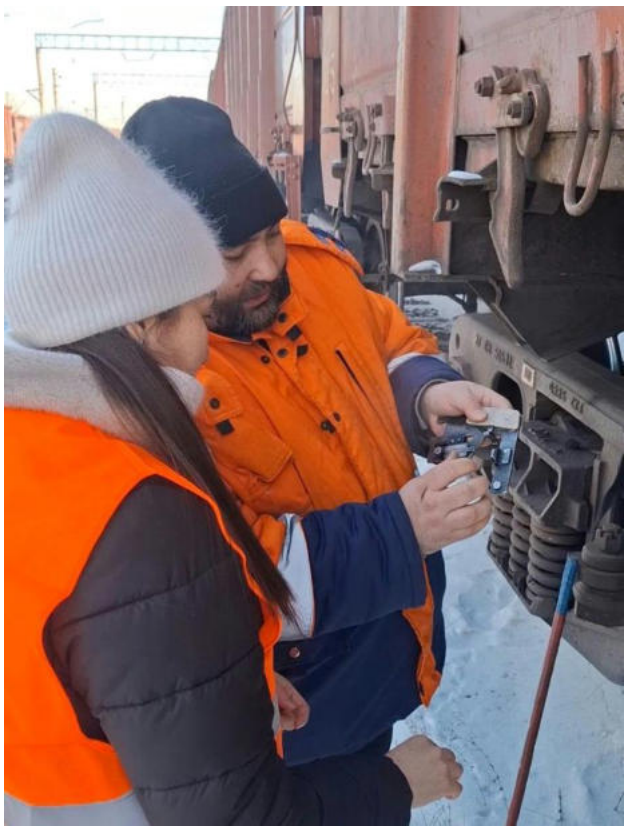
1 – абсолюттік шаблон №950, 2 - №873 , 3 – дөңгелек қырының қалыңдығын өлшеуге арналған шаблон, 4 – саңылауларды тексеруге арналған шаблон

Сурет 1.19 – Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚКП-де өлшеу құралдарымен және вагондардың техникалық параметрлерін бақылау процесімен танысуы

Қарағанды-Сұрыптау станциясының қабылдау паркінің жолдарында жүргізілген натурлық тексеру барысында өлшеу шаблонын доңғалақтың сырғанау бетіне орнату тәртібі және өлшеу көрсеткіштерін алу әдістемесі зерделенді. Практикалық бақылау өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бағалауға және диссертацияның келесі бөлімдерінде пайдаланылған статистикалық деректердің сенімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Өлшеу құралдарын қолдану көзбен шамалап бағалау ықтималдығын азайтып, маманның біліктілігіне немесе теміржол желісінің өңіріне қараматстан техникалық бақылау процесін біріздендіруге мүмкіндік береді.

Доңғалақ жұбының параметрдерін өлшеу процесі 1.20-суретте көрсетілген.



Сурет 1.20 – Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚП-да №950 абсолюттік шаблонын пайдалана отырып, доңғалақ жұбының параметрлерін өлшеу әдістемесімен танысу

Осылайша, жүргізілген талдау жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау және оларды одан әрі пайдалану жөнінде негізделген шешім қабылдау тәсілдерін жетілдіру қажеттігін көрсетті. Мұндай шешімдерді қабылдау кезінде анықталған ақаулармен қатар, тораптардың техникалық жай-күйінің ықтимал өзгерісін де ескеру қажет. Осыған байланысты жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен жұмыс қабілеттілігін болжаудың қолданыстағы әдістері қарастырылады.

1.5 Жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен жұмыс қабілеттілігін болжау әдістерін талдау

Жүк вагондарының пайдалану сенімділігі меен қозғалыс қауіпсіздігін арттыру мәселелері отандық ғалымдардың ғылыми зерттеулерінде кеңінен қарастырылған. Атап айтқанда, Ж.С.Мусаев, Ивановцева Н.В, Сүлеева Н.З. еңбегінде жүк вагондарының доңғалақ жұптарының жанасу шаршауына төзімділігін және тозу беріктігін арттыру жолдары зерттелген. Авторлар доңғалақ жұпатрын қалпына келтіру материалдары мен технологияларын жетілдіру олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға, істен шығу ықтималдығын

төмендетуге және пойыздар қозғалысының қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік беретінін атап көрсетеді [76].

Жылжымалы құрамға техникалық қызмет көрсету тиімділін автоматтандырылған диагностикалық бақылау жүйелерін қолдану арқылы арттыру мәселелері [77] еңбегінде қарастырылған. Авторлар автоматтандырылған кешенді бақылау жүйесін пайдалану жылжымалы құрамның ақауларын уақытылы анықтауға, ТҚК сапасын арттыруға және пайдалану процесінде істен шығу ықтыималдығын төмендетуге мүмкіндік беретінін атап көрсетеді.

Имашева Г., Абдуллаева С. және басқа авторлардың зерттеулері жүк вагондарының конструкциясын жетілдіруге және оларды Қазақстан темір жолдары желісінде пайдалану тиімділігін арттыруға арналған. Авторлар вагон паркі жұмысының тиімділігінің төмендеуіңнің негізгі себептерінің бірі жүріс бөлігінің тораптары мен бөлшектерінің істен шығуы екенін атап көрсетеді. Мұндай ақаулар қосымша пайдалану шығындарының артуына әкеліп, вагондарға техникалық қызмет көрсету жүйесін одан әрі жетілдіру қажеттілігін туындатады [78].

Қарастырылған еңбектер жүк вагондарының сенімділігін арттыруда конструкциялық шешімдерді жетілдіру мен техникалық диагностикалаудың маңызын көрсетеді. Сонымен бірге вагондарды одан әрі пайдалану жөнінде негізделген шешім қабылдау үшін олардың ағымдағы техникалық жай-күйін анықтаумен қатар, оның пайдалану баррысында өзгеруін де болжау қажет. Осыған байланысты істен шығулардың пайда болу заңдылықтарын, тораптардың қалдық ресурсын және тозу үдерістерін бағалау әдістерін қарастыру маңызды.

Теміржол желісінде пайдаланылатын жылжымалы құрамның техникалық жарамды болуы қозғалыс қауіпсіздігі үшін маңызды. Вагондарда ақаулардың пайда болуы кездейсоқ сипатқа ие. Олардың пайда болу заңдылықтары сенімділік теориясы мен жаппай қызмет көрсету теориясында қолданылатын ықтималдық әдістері негізінде зерттеледі.

Статистикалық және ықтималдық әдістерінің теориялық негіздері Чебышев П.Л., Ляпунов А.М., сондай-ақ шетелдік зерттеушілер Гальтон Ф., Писрон К., Фишер Р. және басқа да ғалымдардың еңбектерінде дамытылды [79-83].

Рожкова Е.А. зерттеуінде вагонның бірінші істен шығуға дейін және істен шығулар арасында вагонның істеу ұзақтығы туралы деректерге талдау жүргізілді. Істен шығулар арасындағы орташа жұмыс істеу ұзақтығы анықталды [60]. Зерттеу нәтижелері вагонның сенімділігінің графикалық моделін жасауға негіз болды. Сонымен қатар, вагондардың ірілендірілген ағымдағы жөндеуін жүргізу мерзімділігінің вагонның істен шығулар арасындағы орташа жұмыс істеу ұзақтығына тәуелділігі анықталды.

Жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау анықталған ақауларды тіркеумен шектелмейді, олардың пайдалану барысында өзгеруін болжауды да қажет етеді. Осыған байланысты теміржол жылжымалы құрамының техникалық жай-күйін болжауға және оны пайдалану жөнінде шешім қабылдауға арналған ғылыми еңбектер талданды.

Қарастырылған еңбектерде жүк вагондары мен олардың жекелеген тораптарының сенімділігін бағалау үшін пайдалану барысында жинақталған істен шығулар және ақаулар туралы статистикалық деректер қолданылады. Атап айтқанда, жүк вагондарының жөндеуаралық кезеңдегі істен шығулары [84], букса тораптарының [85, 86], доңғалақ жұптарының сенімділігі [87, 88], сондай-ақ жартылай вагондардың сенімділік көрсеткіштері зерттеледі [89]. Жекелеген еңбектер теміржол жылжымалы құрамының басқа түрлерінің сенімділігін және жүк вагонының теміржол жолы элементтері арқылы қауіпсіз өту ықтимылдығын бағалауға арналған [90, 91].

Сонымен қатар ғылыми зерттеулерде бөлшектердің, тораптар мен конструкциялардың қалдық ресурсын болжау мәселелері қарастырылады. Бұл олардың шекті техникалық күйге жеткенге дейінгі қалған ресурсын бағлауға мүмкіндік береді. Қарастырылған зерттеулерде қалдық ресурс негізінен теміржол жылжымалы құрамының жекелеген элементтері үшін анықталады: доңғалақ жұптары [92-94], мойынтіректер [95], арба рамалары [96], вагондардың көтергіш конструкциялары мен шанақтары [97, 98]. Қалдық ресурсты бағалау әдістері арнайы өздігінен жүретін жылжымалы құрамға да қолданылады [99]. Алынған нәтижелер жекелеген тораптар мен конструкциялардың қалған қызмет ету мерзімін немесе шекті күйге жеткенге дейін жүретін жолын болжауға, оларға ТҚК-ді жоспарлауға мүмкіндік береді.

Ғылыми еңбектерде теміржол жылжымалы құрамының бөлшектері мен тораптарының тозуын болжау мәселелері де қарастырылады. Зерттеулердің біраз бөлігі доңғалақ жұпатары мен гребеньдерінің тозуын болжауға арналған [100-103]. Доңғалақ профилінің жүрілген жол мен пайдалану жағдайларына байланысты өзгеруі зерттеліп, кейінгі кезеңдегі тозудың ықтимал дамуы бағаланады. Жекелеген зерттеулер тікелей ауыр салмақты жүк вагондарының доңғалақтарына жүргізілген [103]. Сондай-ақ тежегіш жүйесі элементтерінің [104] және жүк вагондары арбаларының үйкеліс элементтерінің [105] тозуын болдау мәселелері зерттелген.

Осылайша, тозуды болжау әдістері жылжымалы құрамның жекелеген бөлшектері мен тораптарының жай-күйінің өзгеру сипатын және одан әрі даму барысын бағалауға мүмкіндік береді.

Ғылыми зерттеулерде жылжымалы құрамға ТҚК жөнінде шешім қабылдау мәселелері де қарастырылады, яғни объектінің жай-күйі туралы алынған ақпаратты одан әрі орындалатын әрекеттерді таңдау үшін пайдаланылады [106-112].

ТМД елдеріндегі зерттеулерде жүк вагондарына қызмет көрсету және оларды жөндеу стратегиясын таңдау [111], ал қазақстандық еңбектерде анық емес логика әдістерін қолдану қарастырылды [112].

Жүргізілген талдау қолданыстағы әдістердің істен шығу ықтималдылығын, қалдық ресурсты және тозуды болжауға, сондай-ақ ТҚК стратегиясын таңдауға бағытталғанын көрсетті (1.17-кесте).

Кесте 1.17 – Техникалық жай-күйді болжау және пайдалану жөнінде шешім қабылдау әдістерін салыстырмалы талдау

Әдістер тобы	Дерек-көздер	Анықталады	Бағалау объектісі	Нәтижесі
Статистикалық және ықтималдылық	[84–89]	Істен шығу ықтималдығы мен қарқындылығы	Жекелеген тораптар	Істен шығу ықтималдығы
Қалдық ресурсты болжау	[90–99]	Қалдық ресурс	Жекелеген тораптар мен конструкциялар	Қалған қызмет ету мерзімі неемсе жүріс
Тозуды болжау	[100–105]	Тозу параметрлерінің өзгеруі	Доңғалақ, тежегіш элементтері, арба элементтері	Техникалық жай-күйдің өзгеруі
Шешім қабылдау әдістері	[106–112]	ТҚжЖ стратегиясын таңдау	Жекелеген тораптар, жылжымалы құрам	Техникалық қызмет көрсету туралы шешім

Алайда қарастырылған еңбектерде осы бағалау нәтижелерін жүк вагонын одан әрі пайдаланудың нақты нұсқасын таңдаумен байланыстыру мәселесі жеткілікті ашылмаған.

Осыған байланысты негізгі тораптардың техникалық жай-күйі мен экономикалық көрсеткіштерін ескеретін шешім қабылдау алгоритмін, сондай-ақ ТҚКП арасында қослақы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу қажеттілігі туындайды. Бұл вагонды одан әрі пайдаланудың негізделген нұсқасын таңдауға, станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, қослақы бөлшектерді ұтымды пайдалануға және жөндеуді күту уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

1.6 Зерттеудің мақсаттары мен міндеттері

Жүргізілген талдау жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау тәсілдерін және ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлуді жетілдіру қажеттігін көрсетті. Осыған сәйкес зерттеудің мақсаты мен міндеттері белгіленді.

Зерттеудің мақсаты жүк вагондарын техникалық жағдайын бағалау мен техникалық қызмет көрсету пункттерінде қосалқы бөлшектерді басқаруды жетілдіруді ескере отырып, вагондарды одан әрі пайдалану бойынша шешімдер қабылдау алгоритмін әзірлеу негізінде жүк вагондарын пайдаланудың тиімділігін арттыру.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін жұмыста келесі міндеттерді шешу қажет:

- Қазақстан Республикасы жүк вагондарының ағымдағы жағдайына талдау жүргізу;

- жүк вагондарын пайдалану, сапасын бақылау және оларға техникалық қызмет көрсету жұмыстарына сыни талдау жүргізу;

- зерттеу полигонын таңдау негізделіп, жүк вагондарының жұмысқа қабілеттілігі бойынша статистикалық ақпаратқа талдау жүргізу;

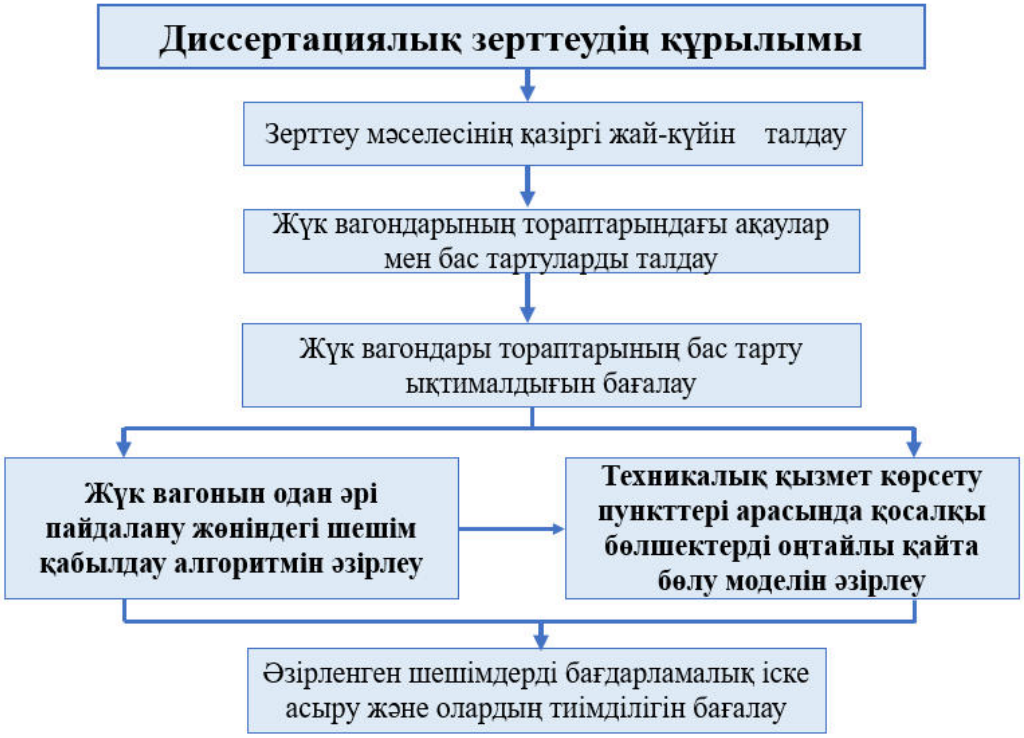
- жүк вагондарын пайдалану шешімін таңдаудың оңтайлылық критерийі негіздеу

- жүк вагондарын пайдалану мен техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыру үшін ықтималдық-детерминделген математикалық модель әзірлеу;

- Қарағанды теміржол бөлімшесі мысалында қойма қорларын бөлу оңтайландыру;

- зерттеу нәтижелері іске асырылып, олардың тиімділігі бағалау.

Диссертациялық зерттеуді орындаудың әдістемелік реттілігі 1.21-суретте көрсетілген.



Сурет 1.21 – Диссертациялық жұмысты орындау құрылымы

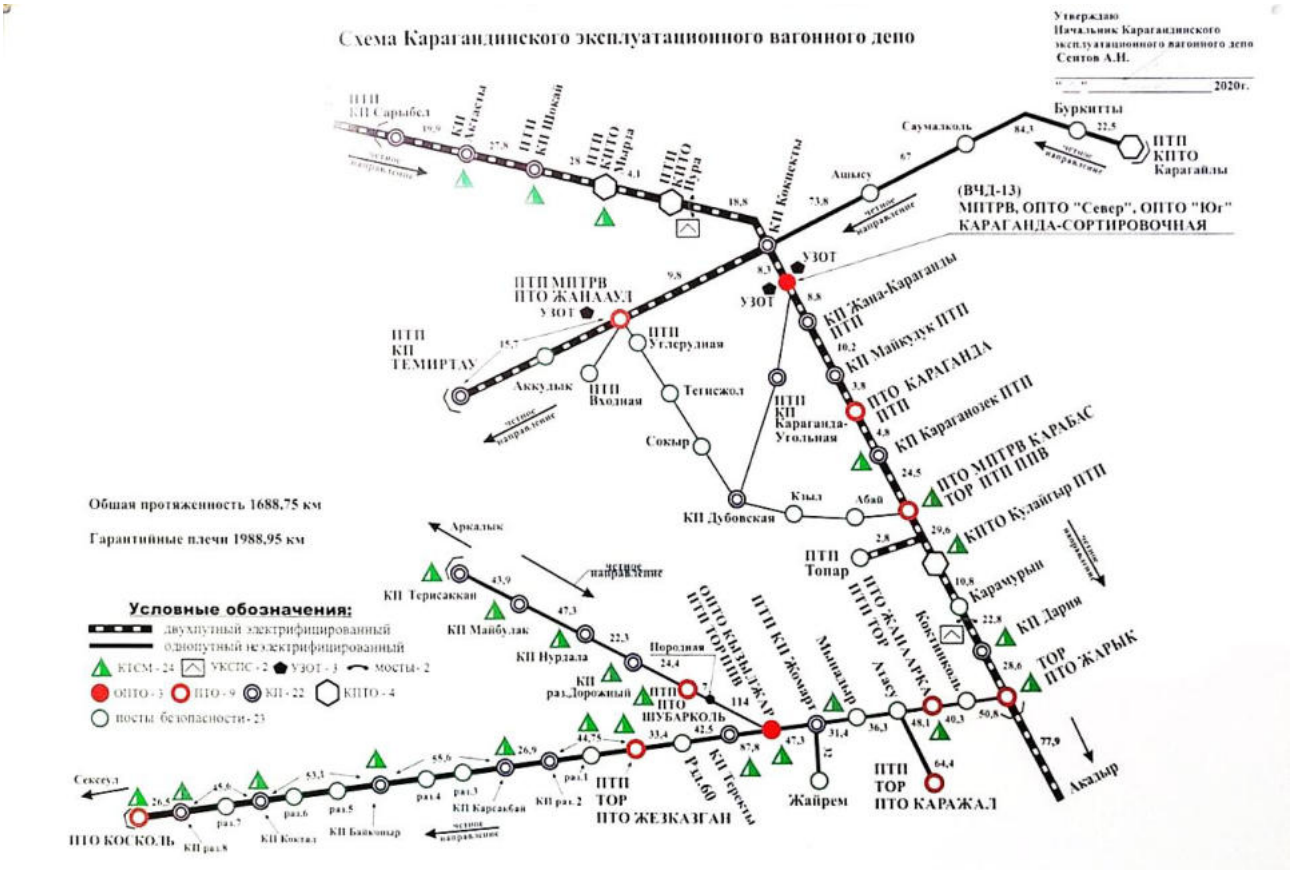
Бірінші тарау бойынша қорытынды

Қазақстан Республикасындағы жүк вагондары паркінің қазіргі жай-күйіне, оларды пайдалану, техникалық қызмет көрсету және сапаны бақылау жүйесіне жүргізілген талдау пайдалану тиімділігі мен қозғалыс қауіпсіздігіне әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар ТҚКП-ін қослақы бөлшектермне қамтамасыз ету кезінде станциялардың қажеттілігі мен бар қорларды ескеру маңызды. Осыған байланысты жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін және ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу қажеттілігі негізделеді. Талдау нәтижелері бойынша зертеудің мақсаты мен міндеттері айқындалды.

2 ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ АҚАУЛАРЫНА СТАТИСТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ (Қарағанды жол бөлімшесінің мысалында)

2.1 Қарағанды пайдалану вагон депосының (ВЧД-13) зерттеу полигоны мен вагон шаруашылығы инфрақұрылымының сипаттамасы

Осы жұмыстың практикалық зерттеу объектісі ретінде Қарағанды пайдалану вагон депосы (ВЧД-13). Жедел сызбаны (2.1-сурет) және кәсіпорынның 2025 жылға арналған техникалық құжаттамасын талдау нәтижелеріне сәйкес, аталған полигон Қазақстан Республикасы теміржол желісінің стратегиялық тораптарының бірі болып табылады.



Сурет 2.1 – Қарағанды пайдалану вагон депосының сызбасы

2.1-суретте келтірілген сызба қызмет көрсету полигонының ауқымын және географиялық тұрғыдан тармақталған құрылымын көрсетеді. Алайда талдаудың толықтығын қамтамасыз ету үшін кәсіпорынның материалдық-техникалық инфрақұрылымын қарастыру қажет.

2.1-кестеде 2025 жылғы жағдай бойынша ВЧД-13 инфрақұрылымының негізгі техникалық сипаттамалары келтірілген. Бұл көрсеткіштер кәсіпорынның жалпы өткізу қабілетін және қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету мүмкіндіктерін сипаттайды.

Кесте 2.1 – 2025 жылғы жағдай бойынша ВЧД-13 инфрақұрылымының жиынтық техникалық сипаттамалары

Инфрақұрылым объектілерінің категориясы	Өлшем бірлігі	Сандық көрсеткіш
Қызмет көрсету учаскелерінің жалпы ұзындығы	км	1688,75
Кепілдік қашықтығының жалпы ұзындығы	км	1988,95
Техникалық қызмет көрсету пункттері (ТҚКП)	бірл.	12
Қауіпсіздікті бақылау бекеттері	бірл.	22
Техникалық қызмет көрсетуді бақылау пункттері (ТҚБП)	бірл.	4
КТСМ-02 кешенімен жабдықталған бақылау пункттері	бірл.	24
КТСМ-02 құрылғыларының жалпы саны	бірл.	48
Ағытып жүргізілетін ағымдағы жөндеу учаскелері (ТОР / МВРП)	бірл.	9

Қарағанды теміржол торабы жүк вагондарының пайдалану ерекшеліктерін кешенді зерттеу үшін қолайлы зерттеу нысаны болып табылады. ВЧД-13 депосының жұмыс тәжірибесін Қазақстанның басқа теміржол бөлімшелеріне таратуға болады, өйткені бұл жерде вагондар климаттық жүктемеден бастап техникалық жүктемеге дейін барлық ықтимал жүктемелерге ұшырайды.

Депо «ҚТЖ «ҰК» АҚ Директорлар кеңесінің шешімі (2004 жылғы 18 мамырдағы № 11 хаттама) негізінде жұмыс істейді. Филиалдың негізгі міндеті ТҚП-гі, бақылау бекеттеріндегі поездардағы жүк және жолаушылар вагондарының жарамды техникалық жай-күйін қамтамасыз ету, сондай-ақ тасымалданатын жүктердің сақталуын қамтамасыз ету және оларды межелі пункттерге уақтылы жеткізу үшін ақауларды уақтылы анықтау және жою болып табылады.

ВЧД-13 қызмет көрсету полигонының қызмет көрсету учаскесінің жалпы ұзындығы 1688,75 км құрайды. ТҚ және Ж сенімділігін талдау және жоспарлау үшін кепілдік қашықтығы ерекше мәнге ие. «Кепілдік учаскелерінің шекаралары туралы» 2018 жылғы 13 желтоқсандағы № 958-ЦЗ бұйрыққа сәйкес олардың жалпы ұзақтығы 1988,95 км құрайды.

Қарағанды пайдалану вагон депосының қызмет көрсету полигоны бойынша негізгі бағыттары 2.2-кестеде келтірілген.

Кесте 2.2 – Қызмет көрсету учаскелері мен кепілдік қашықтығының құрылымы

Бағыт санаты	Жүру бағыты (учаске)	Ұзындығы, км
1	2	3
Қарабас – Қарағанды бағыттар	Қарабас – Қарағанды – Сұрыптау	60
	Қарабас – Абай	7
	Қарабас – Ақадыр	169,7
Жарық және Жаңаарқа бағыттары	Жарық – Жезқазған	424
	Жарық – Ақадыр	79
	Жарық – Мойынты	215

Кесте 2.2 жалғасы

1	2	3
	Жаңаарқа – Қызылжар	162
	Жаңаарқа – Қаражал	114
Жаңааууыл бағытттары	Жаңааууыл – Астана (ПТО ВЧД-8)	220
	Жаңааууыл – Құлайғыр	96
	Жаңааууыл – Қарағайлы	238
	Жаңааууыл – Углерудная	4,8
	Жаңааууыл – Ақадыр	246,9
Ұзақ қашықтықтағы магистральдық қашықтық	Қарағанды-Сұрыптау – Курорт-Бурабай (ВЧД-34)	434
	Қарағанды-Сұрыптау – Атбасар (ВЧД-8)	305
	Қарағанды-Сұрыптау – Екібастұз-1 (ВЧД-16)	402
	Карағанды-Пассажирская – Жезқазған	534
Өнеркәсіптік учаскелер	Шұбаркөл – Арқалық	215,1
	Коскөл – Саксаульская	272,8

Мұндақ қашықтық (кейбір учаскелерде аралық техникалық тексерусіз 500 км-ден артық) жол қашықтығының күрделілігімен және ауыр салмақты поездар қозғалысымен ерекшеленетін қарағанды өңірінің жағдайында вагондардың жүріс бөліктеріне жоғары пайдалану жүктемесін түсіреді.

ВЧД-13 қызмет көрсету полигонында тасымалдау процесінің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету мақстаында 12 ТҚКП-дан тұратын инфрақұрылым қалыптастырылған. Әрбір ТҚКП жүк ағындарының сипаты мен географиялық орналасуына қарай белгілі бір мамандануға ие. ТҚКП-ның жіктелуі мен функционалдық ерекшеліктері 2.3 кестеде келтірілген.

Кесте 2.3 – ВЧД-13 ТҚКП-нің жіктелуі мен мамандануы

ТҚКП санаты	Пункттердің атауы	Мамандануы және негізгі операциялары
Ірі тораптық ТҚП	Қарағанды-Сұрыптау («Оңтүстік» және «Солтүстік»)	Транзиттік поездарға техникалық қызмет көрсету, станцияда жасақталған поездарды техникалық бақылау, сұрыптау дөңестерінде жұмыстарды орындау.
Мамандандырылған (Өнеркәсіптік)	Жаңааууыл	Металлургиялық бағыттағы поездарды техникалық қызмет көрсету (Теміртау өнеркәсіп кәсіпорындарымен байланысты).
	Жезқазған, Жаңаарка, Қызылжар, Қаражал, Жарық	Тау-кен және көмір тасымалы бағыттарында поезд құрамдарын техникалық бақылау және оларды жөнелтуге дайындау
Магистральдық және аралық	Шұбаркөл, Қоскөл	Көмір тиеу қарқындылығы жоғары учаскелерде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Кесте 2.3 жалғасы

1	2	3
	Нұра, Мырза, Қарағанды-Пассажирская	Негізгі магистральдық желілер мен жолаушылар бағыттарындағы поездардың техникалық жай-күйін бақылау.

ТҚКП-ның ұсынылған құрылымы вагондардың барлық жүру жолында олардың техникалық жай-күйін көпсатылы бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл поездарды қалыптастыру кезеңінде де, олардың транзиттік қозғалысы процесінде де ақаулар туралы деректерді жинауға және талдауға мүмкіндік береді.

ТҚКП-дан басқа, депоның инфрақұрылымына вагондарды тиеуге дайындаудың пункті (Қарабас) және техникалық қызмет көрсетуді бақылаудың 4 пункті: Қарағайлы, Құлайғыр, Углерудная және ОП713 кіреді. Бұл пункттер вагондарды өңірдің ірі өнеркәсіптік кәсіпорындарына беру алдында олардың техникалық жай-күйін бақылауды қамтамасыз етеді.

Қозғалыс барысында жылжымалы құрамның техникалық жай-күйіне үздіксіз мониторингті қамтамасыз ету мақсатында депо 22 қауіпсіздік бақылау бекетімен жабдықталған. Оларға Қарағанөзек, Дария, Осакаровка, Шоқай, Жаңа Қарағанды, Дубовка, Жомарт, Майқұдық, Ақтасты, Көкпекті, Теректі, Майбұлақ, Нұрдала, Дорожный, Теміртау, Терісаққан, Байқоңыр және басқа да бақылау бекеттері кіреді.

Контактісіз диагностикалаудың тиімділігін арттыру және поезд қозғалысы барысында ақауларды уақытыл анықтау мақсатында полигон қазіргі заманғы автоматты бақылау құралдарымен жабдықталған. Негізгі құрал КТСМ-02 кешендері болып табылады. Қазіргі уақытта депода 24 бақылау пунктіне орналастырылған 48 құрылғы жұмыс істейді. Жылжымалы құрамды екі бағытта бақылауды қамтамасыз ету үшін жабдықтар жұптап орнатылған. КТСМ-02 кешендерінің станциялар бойынша орналасуы 2.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.4 - КТСМ-02 кешендерінің станциялар бойынша орналасуы

Бақылау пунктінің түрі мен атауы	Құрылғылар саны (бірлік)	Орналасу ерекшеліктері
Ақтасты БП, Қарағанөзек БП, Жарық ТҚП, Қарабас ТҚП, Құлайғыр БП	10	Тораптық станциялар мен поездарды қалыптастыру парктеріне кіреберістерде бақылауды қамтамасыз етеді.
Дария БП, Мырза БП, Шоқай БП, Жезқазған станциясы, Жомарт станциясы, Теректі станциясы	12	Жүк тасымалының қарқынды магистральдық учаскелерде вагондардың техникалық жай-күйін бақылауды жүзеге асырады.
Жаңаарқа станциясы, Қызылжар станциясы, Қоскөл ТҚП, Шұбаркөл ТҚП	8	букса тораптарының техникалық жай-күйіне мониторинг жүргізеді.
Нұрдала БП, Дорожный БП, Майбұлақ БП және т.б.	18	Транзиттік учаскелерде аралық бақылап, букса тораптарының қызу динамикасын анықтауға мүмкіндік береді.

КТСМ-02 құрылғыларының желісін пайдалану қауіпсіздік деңгейін едәуір арттыруға және қозғалыстағы апаттық тораптарды анықтау процесін автоматтандыруға мүмкіндік береді. Алайда, аспаптардың жоғары тығыздығына қарамастан, бақылау пункттері арасындағы ақаулардың динамикалық түрде дамуына, сондай-ақ төтенше температуралар кезінде датчиктердің жұмысындағы қателіктерге байланысты тәуекелдер сақталады.

Вагондардың жұмыс қабілеттілігін жедел қалпына келтіру үшін ВЧД-13 құрылымында ағымдағы ағытпалы жөндеудің (ААЖ) және МВРП-ның 9 учаскесі жұмыс істейді. Олар келесі станцияларда орналасқан:

- Қарабас, Жаңақауыл, Қарағанды-Сұрыптау;
- Жезқазған, Қызылжар, Қаражал, Жаңаарқа, Жарық.

ВЧД-13 қызмет көрсету полигонының инфрақұрылымын зерделегеннен кейін пайдаланудағы вагондар паркінің техникалық сипаттамаларын және пайдалану барысында туындайтын ақаулардың құрылымын қарастыру маңызды болып табылады. Бұл мәліметтер кейінгі есептеулер мен зерттеу нәтижелерін негіздеуге арналған бастапқы ақпараттық база ретінде қызмет етеді.

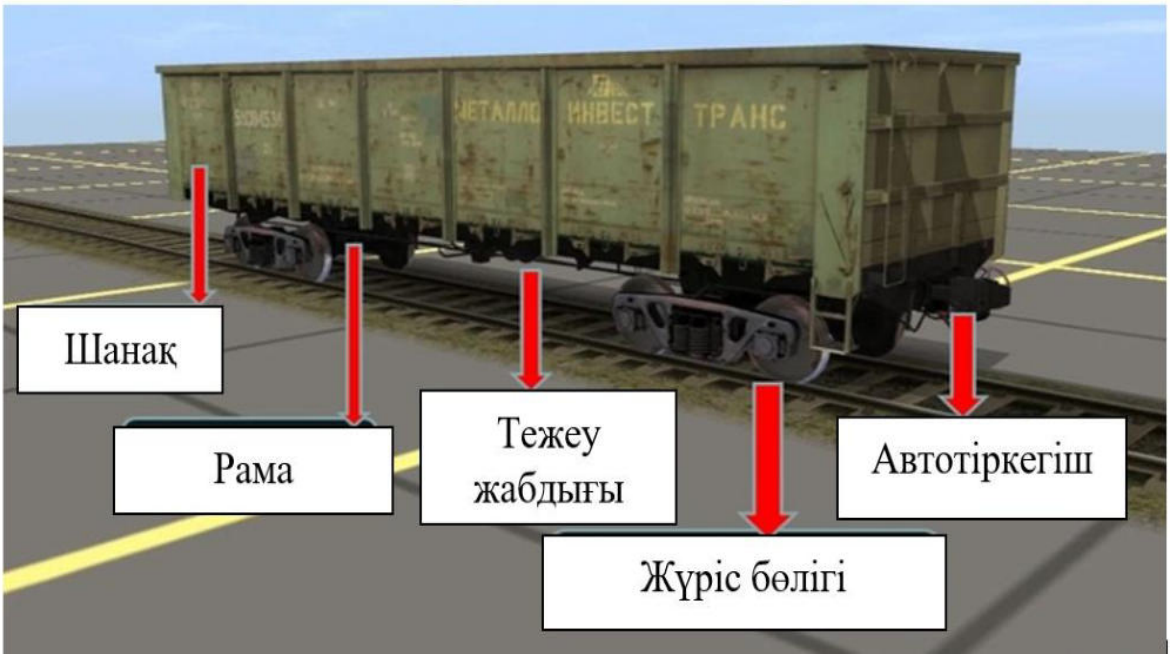
2.2 Жүк вагондарының құрылымдық ерекшеліктерін талдау және оларға тән ақауларының жіктелуі

Жүк вагонының конструкциясы функционалдық өзара байланысты тораптар мен бөлшектердің жиынтығынан тұрады. Тораптар мен бөлшектердің әрқайсысы жылжымалы құрамды пайдаланудың сенімділігін, қауіпсіздігін және тиімділігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады [114].

Вагонның негізгі тораптарын бөлу олардың тағайындалуын, конструкциялық маңыздылығын және оның өмірлік циклі процесінде вагонның жалпы жұмыс қабілеттілігіне әсерін ескере отырып жүргізіледі. Бірақ барлық вагондар олардың тағайындалуы мен конструкциясына қарамастан жүріс бөліктері, шанақ, рама, соққы-тарту құрылғылары (автотіркеу) және тежегіш жабдығы сияқты негізгі тораптардан тұрады.

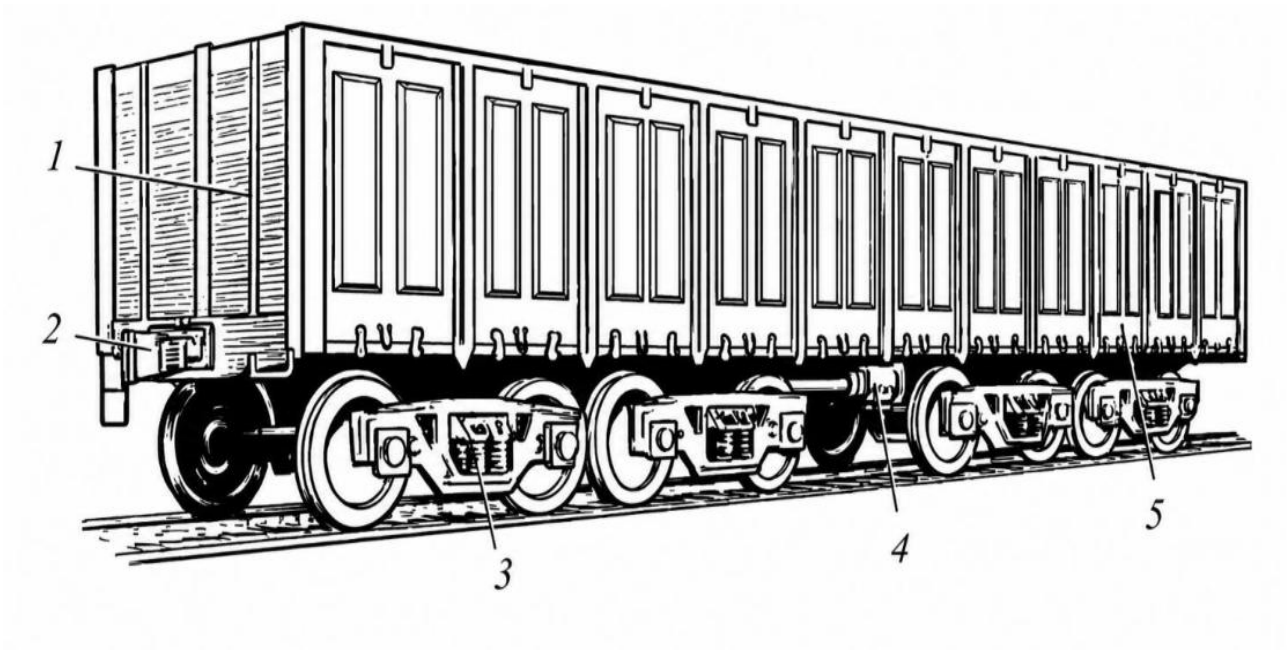
Вагонның негізгі тораптарын бөлу олардың тағайындалуы мен конструкциялық маңыздылығын ескере отырып жүргізіледі. Оларға мыналар жатады (2.2-сурет) [115]:

- жүріс бөліктері - вагонның салмағын қабылдайтын және оның рельс жолы бойынша бағытын қамтамасыз ететін арбалар;
- шанақ және рама - жүкті орналастыру және вагонның барлық жүйелерін бекіту үшін негізгі көтергіш конструкция;
- автотіркегіш құрылғы – вагондарды өзара тіркестіруге және тарту күштерін беруге арналған құрылғы;
- тежегіш жабдықтары вагонның қозғалыс жылдамдығын реттеу мен оны тоқтатуды қамтамасыз ететін жүйе.



Сурет 2.2 – Жүк вагондарының негізгі конструкциялық тораптары [114]

Вагон жасаудағы инженерлік шешімдер бұл тораптарды пайдалану мақсатына бейімдеуге, соның ішінде аса ауыр жүктерді тасымалдауға бейімдеуге мүмкіндік береді. 2.3-суретте мысал ретінде жүк көтергіштігі жоғары сегіз осьті жартылайашық вагонның схемасы берілген.



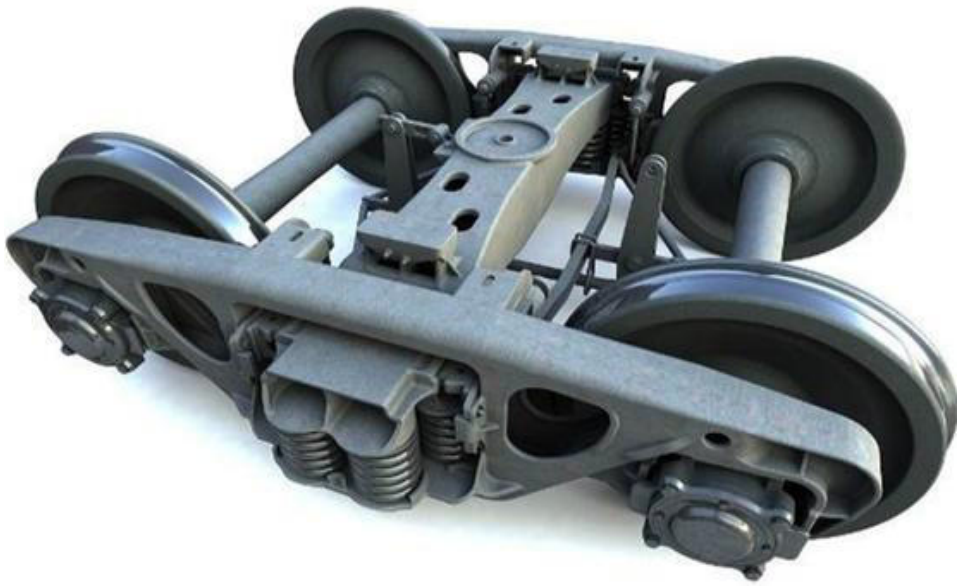
1-шанақ; 2-автотіркегіш құрылғы; 3-екіосьті арба, 4-тежегіш жабдығы; 5-шанақ рамасы

Сурет 2.3 – Жүккөтерімділігі 125 т сегізосьті жартылайашық вагон [116]

Жылжымалы құрам конструциясындағы маңызды рөл атқаратын және қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін әрбір негізгі тораптын жеке-жеке қарастырайық.

Жүріс бөліктеріне доңғалақ жұптарымен, тербелу мойынтіректі букстік тораптармен, сондай-ақ рессорлы аспа жүйесімен жасақталған арбалар жатады [117]. Жүріс бөліктері қажетті бірқалыпты жүрісін және қозғалысқа ең аз кедергімен вагонның рельс жолы бойынша қозғалысын қамтамасыз етуі тиіс. Вагонның динамикалық тұрақтылығы және жолдың жоғарғы құрылысының сақталуы олардың техникалық жай-күйіне тікелей байланысты.

2.4-суретте неғұрлым кең таралған жүк вагонының екі осьті арбасының жалпы түрі ұсынылған [117].

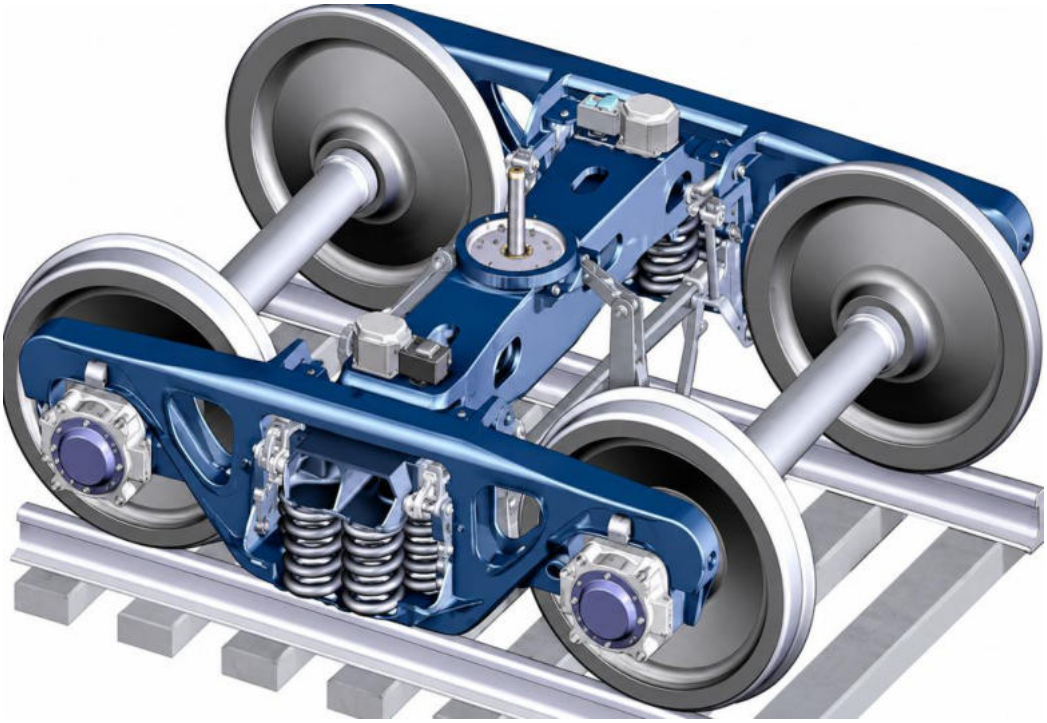


Сурет 2.4 – Вагон арбасының жалпы көрінісі [117]

Арбалар жолдың қисық учаскелерінде ұзын базалық вагондардың еркін өтуін, сондай-ақ қозғалысқа кедергіні бір мезгілде төмендету кезінде жүрістің қажетті бірқалыптылығын қамтамасыз етеді. Рессорлық жиынтық (серіппелер мен тербелісті сөндіргіштер) вагон жолдағы тегіс емес жерлерден және доңғалақтардың сырғанау бетіндегі ақаулардан берілетін соққы әсерін жұмсарту үшін қызмет етеді. Доңғалақ жұбын арбаның рамасымен немесе шанақпен байланыстыратын барлық серпінді элементтердің жиынтығы рессорлы аспа жүйесін құрайды.

Қазіргі заманғы вагон паркінде жүк вагондарының шанақтары астына 2, 3 және 4 осьті арбалар орнатылады. Қазіргі уақытта пайдалануда кең таралғаны – 18-100 модельді екі осьті арба және оның модификациясы болып табылады. Осы үлгі 4 осьті магистральдық вагондардың барлық түрлерінде қолданылады (изотермиялық вагондарды қоспағанда).

Вагон жасауды дамытудың маңызды кезеңдерінің бірі жақсартылған динамикалық сипаттамаларға ие жаңа буын арбаларының жасалуы болды. Осындай модельдердің бірі 18-100 классикалық моделі негізінде «Уралвагонзавод» ҰПК БАҰ әзірлеген 18-578 арбасы болып табылады (2.5-сурет) [118, 119].



Сурет 2.5 – 18-578 жүк вагондарының жаңа буын арбасы [119]

Конструкцияның күшейтілуіне, клиндерді дайындауда жоғары беріктікті шойынның және тозуға төзімді полимерлі қаптамалардың қолданылуына қарамастан, жүріс бөлігі әлі де «доңғалақ-рельс» жүйесіндегі ең жоғары жүктеме түсетін торап аймағы болып қалады. Соның салдарынан пайдалану барысында өзіне тән ақаулар пайда болады, сондықтан олардың техникалық жай-күйін тұрақты бақылау қажет.

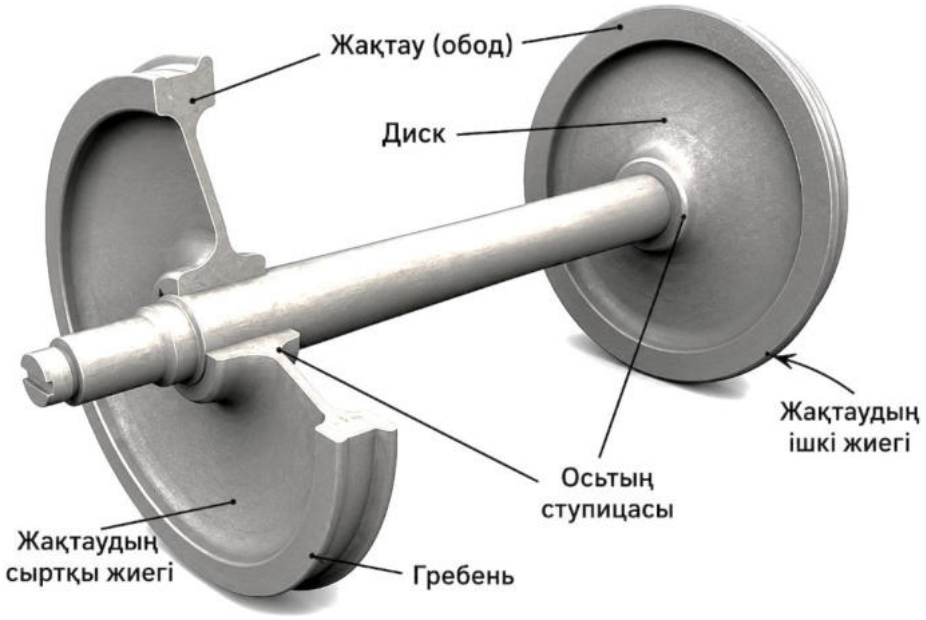
Қазіргі заманғы модельдерде тозуға төзімді элементтер мен күшейтілген құйма бөлшектерді пайдалануға қарамастан, жүріс бөліктері ең осал торап болып қалады. Пайдалану процесінде оған айнымалы динамикалық жүктемелер әсер етеді. Бұл жүктемелер табиғи тозумен ұштасып, ақаулардың пайда болуына себеп болады.

ТҚП жүргізілген техникалық тексерулердің нәтижесінде арбалардың құйылған бөлшектерінде жиі кездесетін ақаулар анықталды. Олардың ішінде бүйір рамалар мен рессорүсті аспаларындағы жарықтар қозғалыс қауіпсіздігі тұрғыснан аса қауіпті ақаулар болып саналады (2.6-сурет).



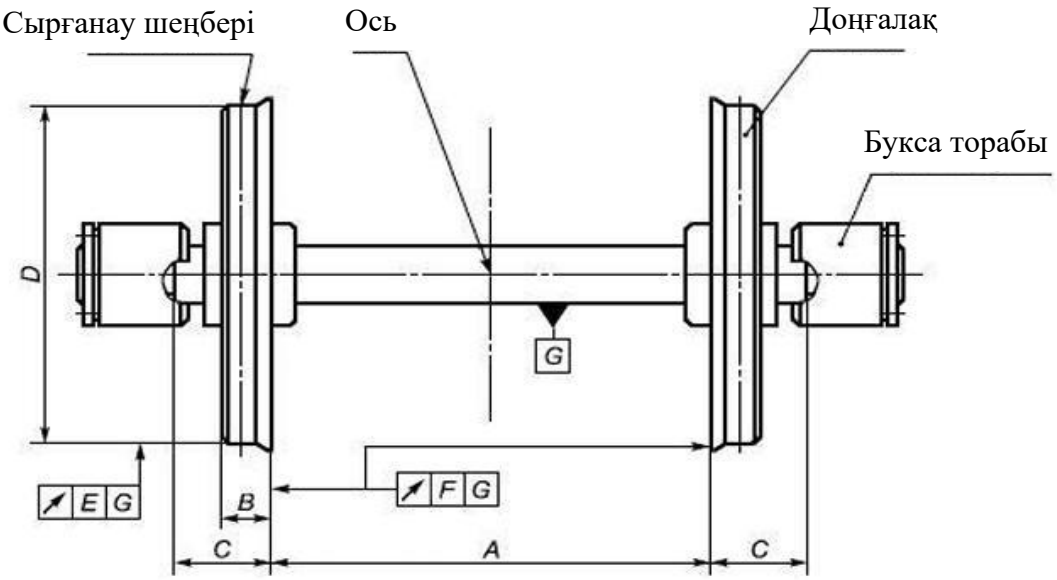
Сурет 2.6 – Букса ойығының ішкі радиустық өткеліндегі бүйірлік раманың сынуы

Жүріс бөлігінің құрылымындағы келесі маңызды торап доңғалақ жұбы болып табылады. Ол жылжымалы құрамның рельс жолымен тікелей өзара әрекеттесуін және поездың тұрақты қозғалысын қамтамасыз етеді. Доңғалақ жұбының негізгі элементтері ось пен оған берік бекітілген екі тұтас илектелген доңғалақтан тұрады (2.7-сурет).



Сурет 2.7 – Доңғалақ жұбының элементтері [120]

Доңғалақ жұбының функционалдық мақсаты жылжымалы құрамның салмағын рельстерге беру, тарту және тежеу күштерін іске асыруды, сондай-ақ тұрақтылық пен бірқалыптылықты қамтамасыз етуді қамтиды (2.8-сурет).



Сурет 2.8 – Доңғалақ жұбының сызбасы [120]

Жүк вагондарының доңғалақ жұптарында жиі кездесетін ақаулардың негізгі түрлері, олардың сипаттамасы, пайдалану кезіндегі қауіптілік деңгейі және оларды жою бойынша қабылданатын шаралар 2.5-кестеде келтірілген.

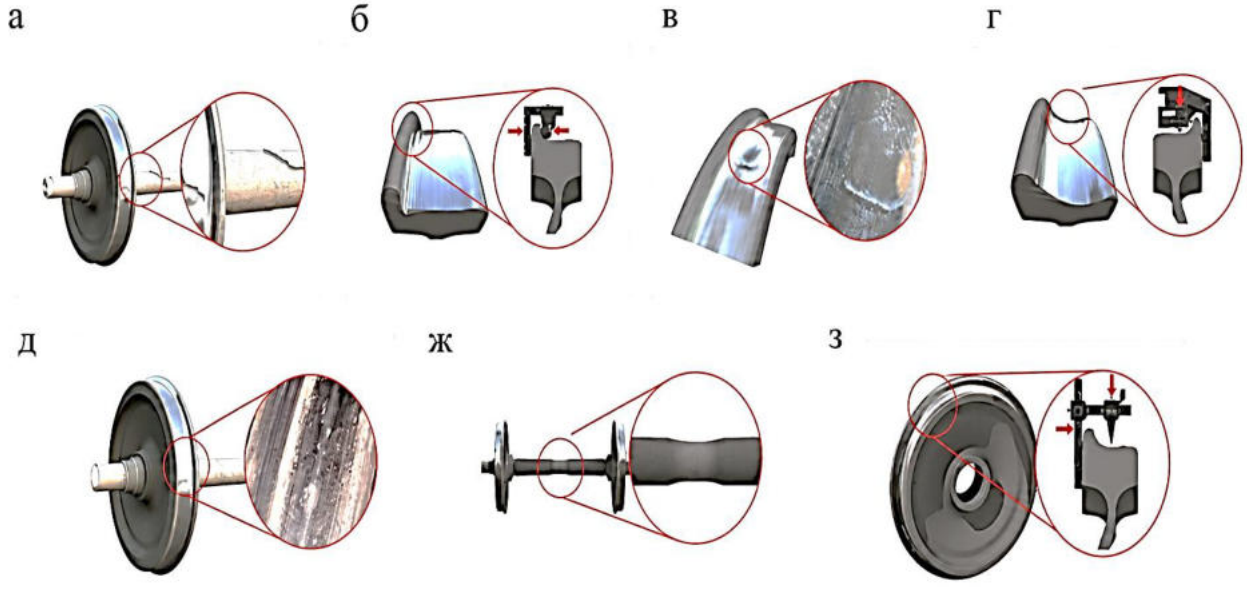
Кесте 2.5 – Жүк вагондарының доңғалақ жұптарында жиі кездесетін ақаулардың сипаттамасы [114, 115]

№	Ақаудың атауы	Доңғалақ жұбының элементі	Ақаудың қысқаша сипаттамасы	Пайдалану кезіндегі қауіптілігі	Қабылдана-тын шара
1	2	3	4	5	6
1	Доңғалақ жұбы осіндегі жарықтар	Доңғалақ жұбының осі	Әдетте кернеу шоғырланған аймақтарда ось металының тұтастығының бұзылуы	Өте жоғары, осьтің сыну қаупі	Пайдаланудан дереу шығару
2	Гребеньнің тік ойылуы	Доңғалақ гребені	Гребень пішінінің өзгеруі және тік ойықтың пайда болуы	Өте жоғары, вагонның рельстен шығып кету қаупі	Пайдаланудан шығару, қайта жону немесе ауыстыру
3	Ползундар	Доңғалақтың сырғанау беті	Сырғанау бетіндк жазық учаскелердің пайда болуы	Жоғары, динамикалық соққы жүктемелерін тудырады	Пайдалануды шектеу немесе ауыстыру
4	Сырғанау шеңбері бойынша тозу	Доңғалақтың сырғанау беті	Сырғанау шеңбері бойымен біркелкі немесе біркелкі емес тозу	Орташа-жоғары	Бақылау, қайта жону

Кесте 2.5 жалғасы

1	2	3	4	5	6
5	Электродпен жанасу іздері	Доңғалақ, ось	Металл бетінің термиялық зақымдануы	Жоғары, жарықтардың пайда болу қаупі	Пайдаланудан шығару
6	Ойықтар, майысулар және қажалулар	Осьтің ортаңғы бөлігі	Ось бетінің механикалық зақымдануы	Жоғары, жарықтардың пайда болу ошақтары	Пайдалануға жарамдылығын бағалау немесе ауыстыру
7	Жұқарған жақтау	Доңғалақ жиегі	Жақтау қалыңдығының белгіленген нормадан төмендеуі	Өте жоғары	Доңғалақты ауыстыру

2.5-кестеде көрсетілген доңғалақтардың ақаулықтары жүк вагондарының аса қауіпті ақауларының қатарына жатады, өйткені поездар қозғалысының қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Осьтің жарықтары, гребеньнің тік қимасы және доңғалақтың жұқа жиегі вагонды пайдаланудан шығару үшін сөзсіз негіз болып табылады [121]. Мұндай ақаулар техникалық байқау кезінде міндетті түрде анықтауды және дереу пайдалану шешімдерін қабылдауды талап етеді (2.9-сурет) [122].



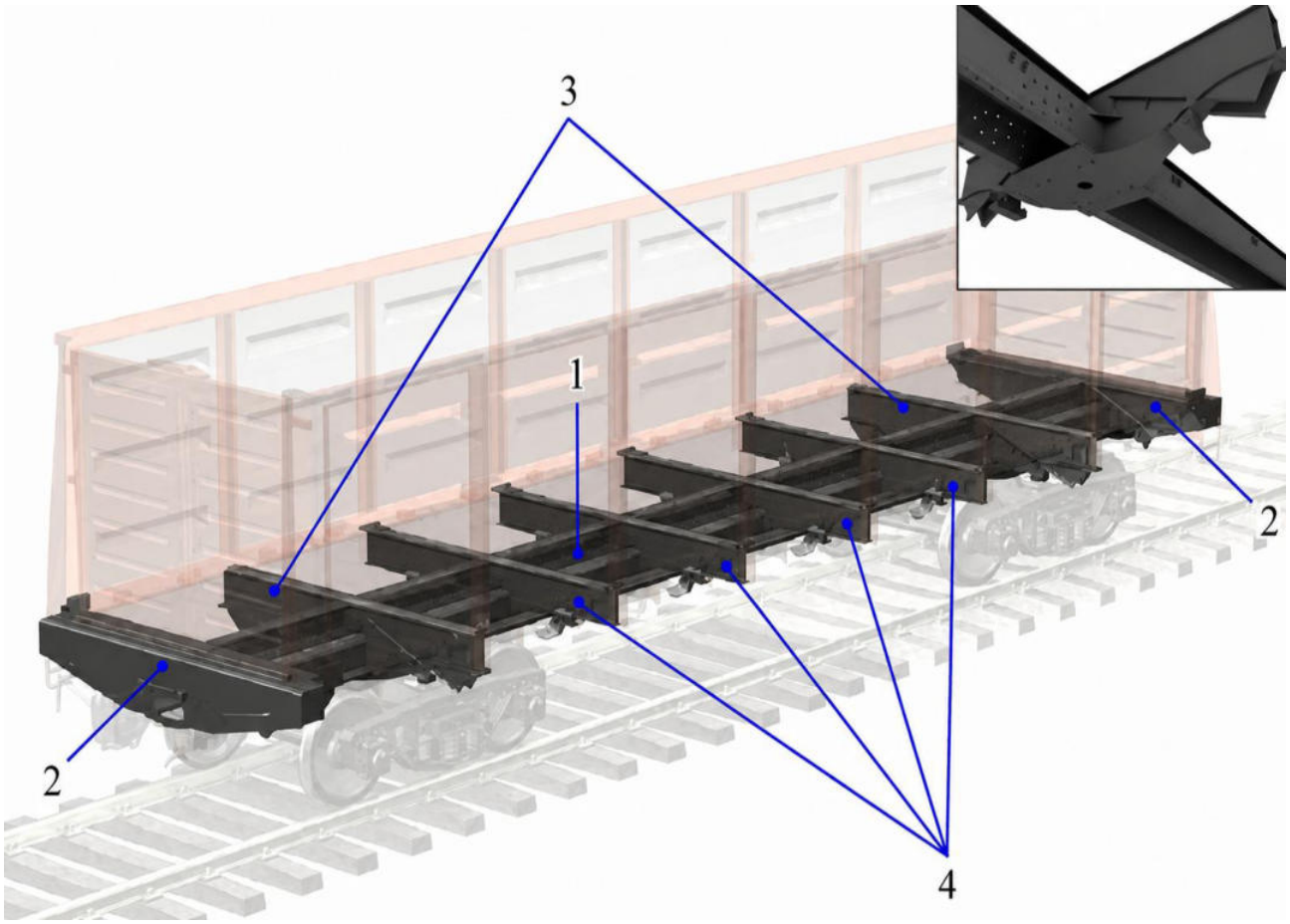
а - доңғалақ жұбындағы жарықтар; б - гребеньніңтік қимасы; в - сырғымалар; г - сырғанау шеңбері бойынша прокат; д - электродпен жанасу іздері; е - осьтің ортаңғы бөлігіндегі кенжарлар мен майысулар; ж - жіңішке жақтау.

Сурет 2.9 – Жүк вагондарының доңғалақ жұптарының сипатты ақаулары [122]

Осылайша, доңғалақ жұптарының техникалық жай-күйі вагонның жол жүру барысында сенімділігін тікелей анықтайды. Олардың зақымдану себептерінің

әртүрлілігі мен сыни сипаты қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін вагондарды тексерушілер тарапынан үздіксіз назар аударуды талап етеді.

Вагон рамасы шанақтың негізі болып табылады және өзара берік біріктірілген бойлық және көлденең арқалықтардан тұрады. Рамаға шанақ, соққы-тарту құрылғылары, автоматты және қол тежегіштерінің бөліктері, ал жолаушылар вагондарында – электр жабдығы, ауаны баптау жүйесінің тораптары бекітіледі. Рамалар вагонның конструкциясы мен мақсатына байланысты бір-бірінен ерекшеленеді, бірақ олардың барлығы жеткілікті түрде берік, шанақтан түсетін жүктемелерді, тартымдық, соққы, тежегіш күштерді, жел қысымын және вагонның қозғалысы кезінде туындайтын басқа да жүктемелерді (тік және көлденең) қабылдауға қабілетті болуы тиіс. Тұтасметалл вагондарда рама бірыңғай көтергіш конструкцияны құрайтын шанақтың негізгі элементтерінің бірі болып табылады (2.10-сурет) [123].

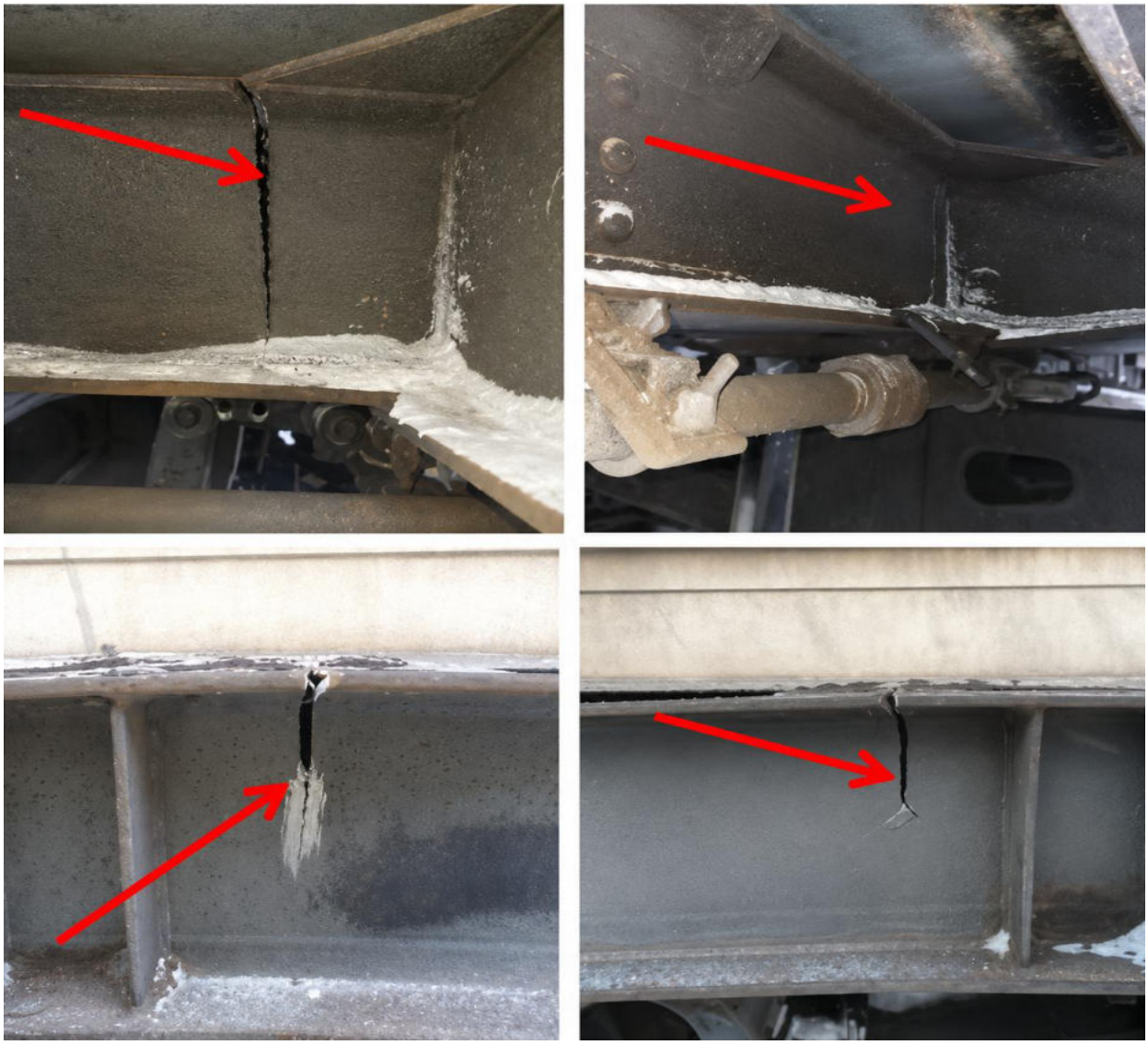


1-жоталық арқалық, 2-екі шеткі арқалық, 3-екі шкворень арқалығы, 4-төрт көлденең арқалық

Сурет 2.10 – Вагонның рамасы

Алайда, конструкциясының жоғары мен беріктігіне қарамастан, нақты пайдалану жағдайларында рама элементтерінде қауіпті зақымданулар пайда

болуы мүмкін. 2.11-суретте рама элементтерінің (орталық және көлденең арқалықтардың) сынуы түріндегі аса қауіпті ақаулардың мысалдары келтірілген.



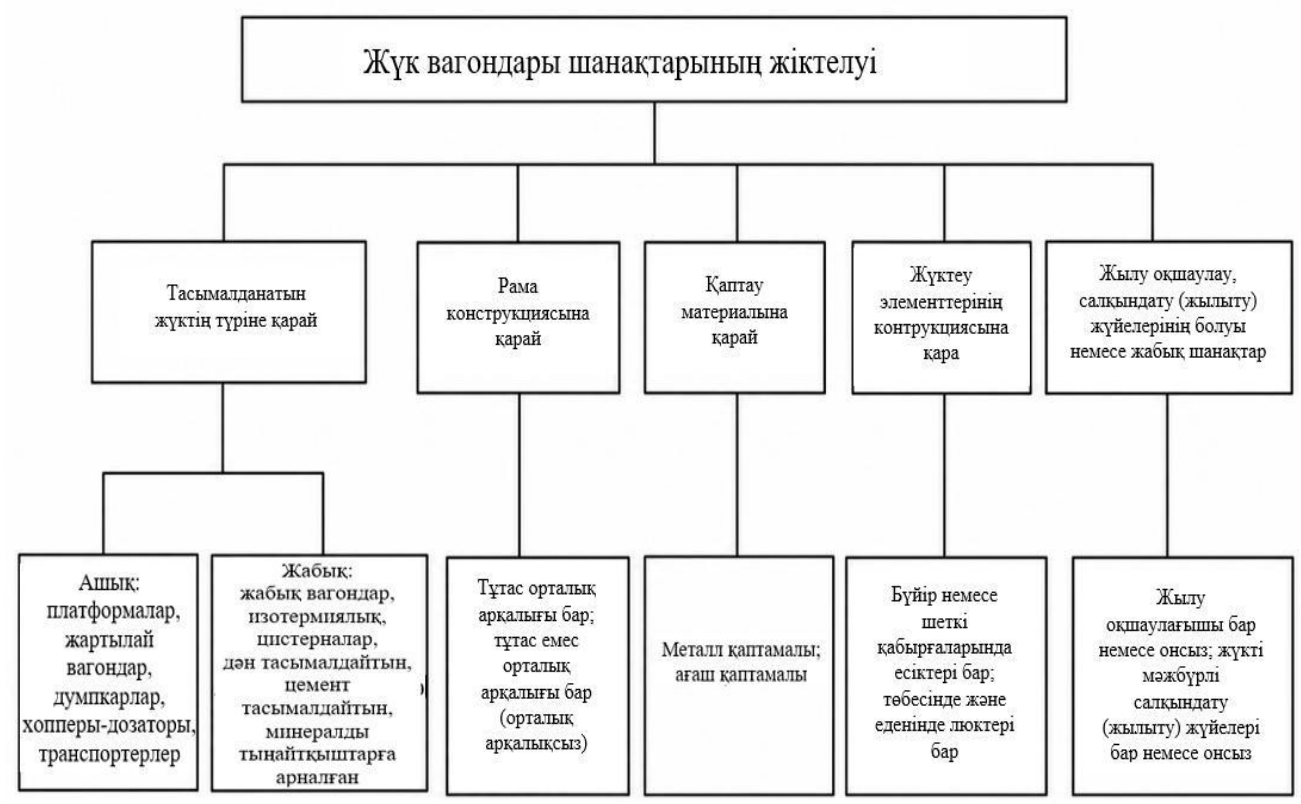
Сурет 2.11 – Вагон рамасы элементтерінің сынуы

Келтірілген ақаулар көбінесе металлда шаршаудан туындайтын кернеулердің жинақталуы және маневрлік жұмыстарды орындау немесе ауыр салмақты поездардың қозғалысы кезінде динамикалық жүктемелердің артуы нәтижесінде пайда болады [124].

Жжарықтар мен сынықтардың болуы раманы оның көтергіш қабілеті жоғалтуына әкеледі. Соның салдарынан вагонды одан әрі пайдалануға жол берілмейді және оны күрделі жөндеуге қоюды талап етеді.

Шанақ вагонның негізгі тораптарының бірі болып табылады, оның конструкциясы тасымалданатын жүктің түріне байланысты анықталады [125]. Пайдалану барысында шанаққа барлық әсер етуші жүктемелер түседі. Шанақ әртүрлі климаттық әсерлерге ұшырайды, сондай-ақ олардың жұмысқа қабілеттілігі жүктің сипаттамасы мен тиеу-түсіру механизмдерінің жұмыс

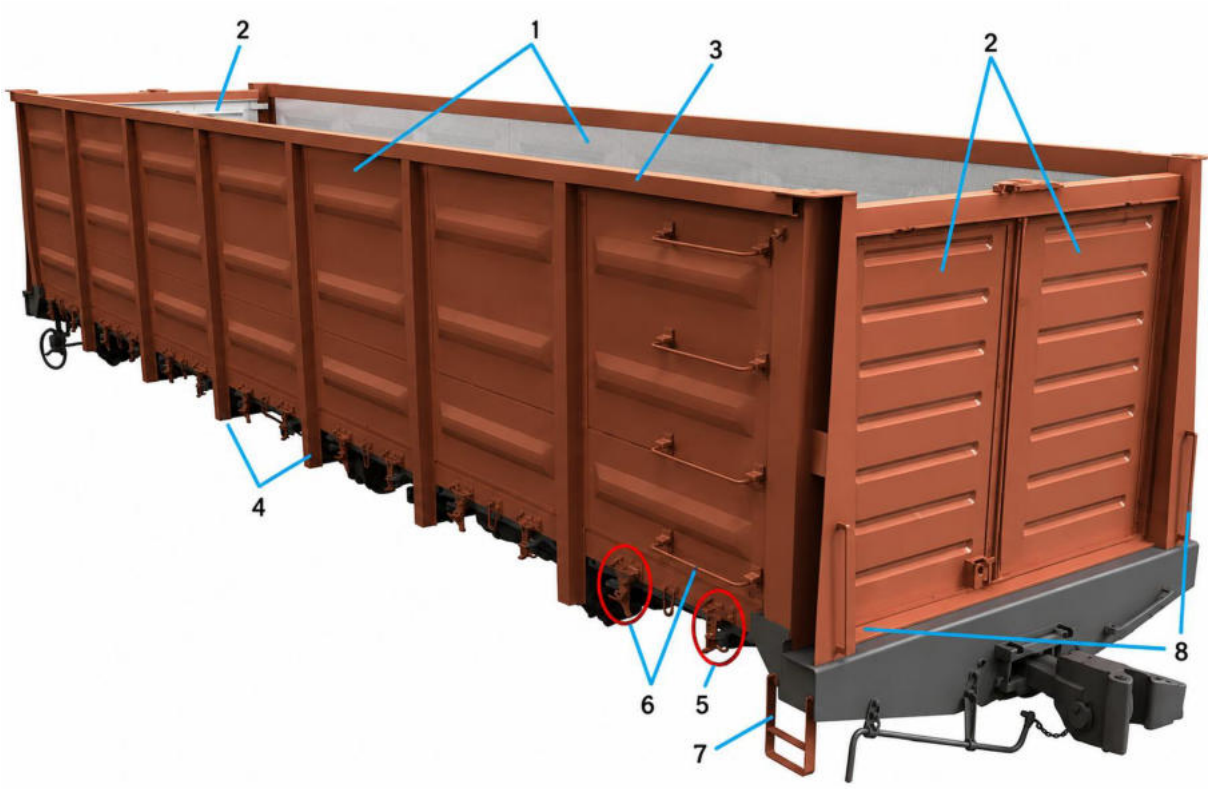
жағдайына тәуелді болады. Шанақ конструкцияларының әртүрлілігі тасымалданатын жүктердің әртүрлі санаттарының, яғни сусымалы материалдардан бастап жауын-шашыннан қорғауды талап ететін даналық жүктерге дейін сақталуын қамтамасыз ету қажеттілігіне негізделген. 2.12-суретте жүк вагондары шанақтарының жіктелуі көрсетілген [126].



Сурет 2.12 – Жүк вагондары шанақтары бойынша жіктелуі

Вагон шанағы деп раманың үстінде орналасқан және жүктерді немесе жолаушыларды орналастыруға арналған вагон бөлігін айтады. Жабық жүк және жолаушылар вагондары шанақ бүйірлік және шеткі қабырғалардан, еденнен және шатырдан, үсті ашық вагондар - бүйір, шеткі қабырғалардан (немесе есіктерден) және еденнен, ал платформалар - борттар мен еденнен тұрады. Цистерналарда шанақ қызметін қазандық деп аталатын цилиндр пішінді резервуар атқарады [127].

Вагонның шанағы рамаға бекітіледі немесе бірыңғай көтергіш жүйені құра отырып, онымен біртұтас болады. Шанақтардың конструктивтік ерекшеліктері жылжымалы құрамның мамандануына байланысты, бұл жіктемеде 2.13-суретте көрнекі түрде көрсетілген.



1-бүйір қабырғалар; 2-шеткі қабырғалар, бүйір есігі; 3-жоғарғы белдеу; 4-тіректер; 5-бекіту құралдары; 6-сыртқы баспалдақ; 7-аяқбасқыш; 8-тұтқалар

Сурет 2.13 – Ашық вагонның негізі конструкциялық элементтері [128]

Конструкцияның жоғары беріктігіне қарамастан, вагон шанағы пайдалану барысында сыртқы факторлар мен тиеу-түсіру техникасының әсеріне ұшырайтын элементтердің бірі болып табылады. Жүк вагондары паркінің техникалық жай-күйін талдау шанақтың зақымдануы ақаулардың жалпы санының едәуір үлесін құрайтынын көрсетеді.

Техникалық тексеру барысында анықталатын шанақтың негізгі ақауларына келесілер жатады:

- шанақтың кеңеюі (қабырғалардың сыртқа майысуы): сусымалы жүктердің қысымынан және тіректердің беріктігінің әлсіреуінен туындайды;
- механикалық зақымданулар: қаптама табақтарының тесілуі, грейферлердің соғуы салдарынан немесе вагон аударғыштарда түсіру кезінде жоғарғы белдеу мен тік тіректердің деформациясы;
- коррозиялық тозу: ылғалдың және агрессивті жүктер қалдықтарының жиналуынан еден мен қабырғалардың төменгі бөліктерінде өтпелі коррозияның пайда болуы;
- есік және люк бекіштіктерінің ақаулары: люк қақпақтарының деформациялануы салдарынан олардың олардың тығыз жабылмауы.

Аталған ақаулар жүктің сақталуына қауіп төндіріп қана қомай, жылжымалы құрамның габариттік өлшемдерінің бұзылуына да себеп болуы мүмкін. Бұл өз кезегінде поездар қозғалысының қауіпсіздігіне тікелей қауіп төндіреді.

2.14-суретте шанақ элементтерінің зақымдану сатылары келтірілген.



а-бұрыштық тіректің үзілуі; б-шеткі арқалықтың сынуы; в-есік бекітпесінің үзілуі г-бүйір қабырғаның тесіліп зақымдануы; д-дәнекерлеу жігінің үзілуі; ж-шанақтың кеңеюі; з-люк қақпағының болмауы;и-люк қақпағы бекіткішінің ақауы

Сурет 2.14 - Ашық вагон шанағының ақаулары [129]

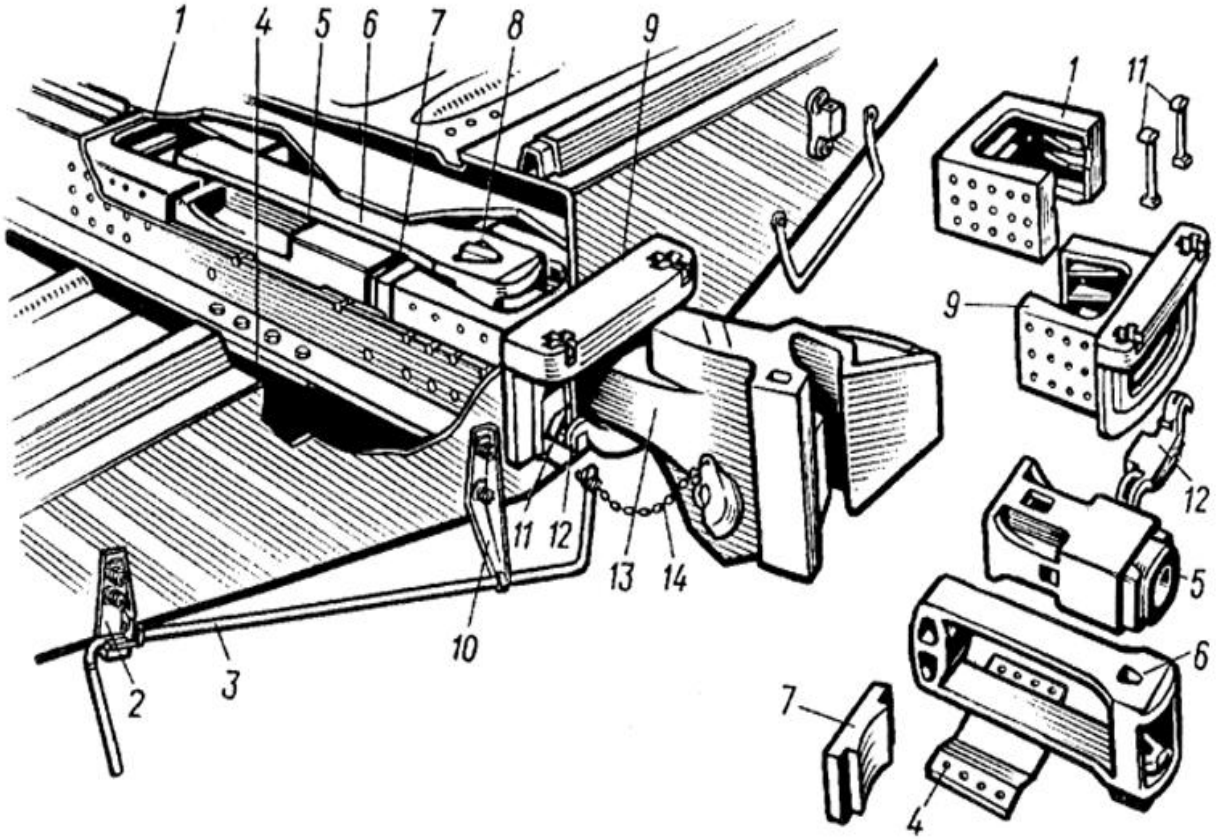
Атап айтқанда, бүйір қабырғаның жергілікті тесіліп зақымдауынан бастап, қаңқаның күрделі деформацияларына (бұрыштық тіректің үзілуі, шеткі арқалықтың сынуы) дейінгі ақаулар көрсетілген. Мұндай зақымданулар вагонды одан әрі пайдалануға жарамсыз етеді.

Вагондар конструкциясының келесі негізгі элементі автотіркегіш құрылғылары болып табылады.

Соққы-тарту құрылғылары вагондар арасында және вагон мен локомотив арасында тарту және тежеу күштерін беру үшін, сондай-ақ поезд қозғалысы кезінде туындайтын бойлық соққы-динамикалық күштерді азайту үшін қызмет етеді [130].

Автотіркегіш құрылғысы - теміржол жылжымалы құрамының бірліктерін автоматты түрде тіркеуге (механикалық қосуға), бойлық күштерді беруге және амортизациялауға арналған құрастыру бірліктері мен бөлшектерінің жиынтығы [131].

Автотіркегіш құрылғысы соққы-тарту құрылғыларының барлық функцияларын біріктіретін кешенді құрылғы болып табылады (2.15-сурет).



1-артқы тірек; 2-бекіткіш кронштейн; 3-ажырату тұтқасы;4-тіреуіш планка; 5-сіңіргіш аппарат, 6-тартқыш қамыт; 7-тірек тақтасы; 8-клин; 9-алдыңғы тірек және соққы розеткасы; 10-бекіткіш кронштейн; 11-маятникті аспалар; 12-орталықтандырушы арқалық; 14-шынжыр

Сурет 2.15 – Төрт осьті вагонның автотіркегіш құрылғысы [132]

Әрбір вагонда автотіркегіш құрылғысының екі жиынтығы орнатылады, олар вагон рамасының екі шетінде орналасады. Автотіркегіш құрылғылары өзара әрекеттесу тәсіліне қарай қатты емес, қатты және жартылай қатты болып үш түрге бөлінеді. Қосылу тәсілі бойынша автотіркегіштер механикалық және бірыңғайланған болып жіктеледі.

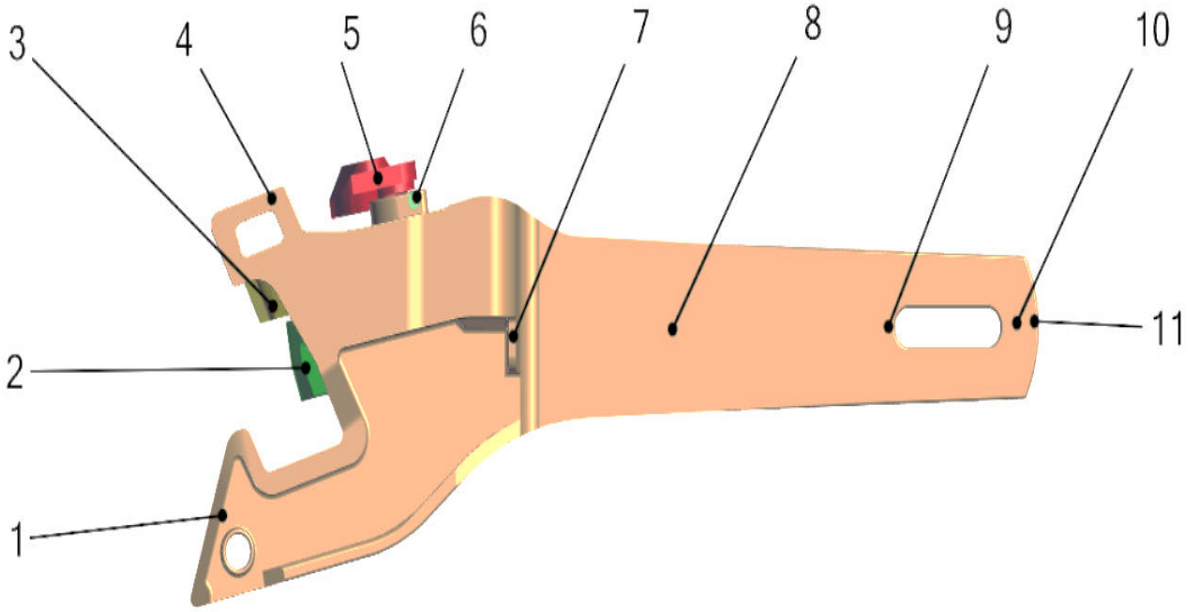
Вагондарды механикалық қосуға арналған құрылғылардың жіктелуі 2.16-суретте көрсетілген [130].



Сурет 2.16 - Механикалық қосуға арналған құрылғылардың жіктелуі

Қазіргі таңда жылжымалы құрамда кеңінен СА-3 типтік қатты емес автотіркегіштері қолданылады. Кейбір алты және сегіз осьті жүк вагондарында, сондай-ақ жолаушылар вагондарында жартылай қатайтылған жаңғыртылған автотіркегіштер СА-3М орнатылады, мұндағы М әрпі «модернизацияланған» дегенді білдіреді.

СА-3 автотіркегіш құрылғысы және корпустың конструкциясы төменде 2.17-суретте берілген.



1-үлкен тіс; 2-құлып ұстағыш; 3-құлып; 4-кіші тіс; 5-көтергіш валигі; 6-бекіту болты; 7-тірек; 8-құйрықша; 9-тарқыш қамыт орнатуға арналған тетік; 10-аралық қабырға; 11-шеткі беті.

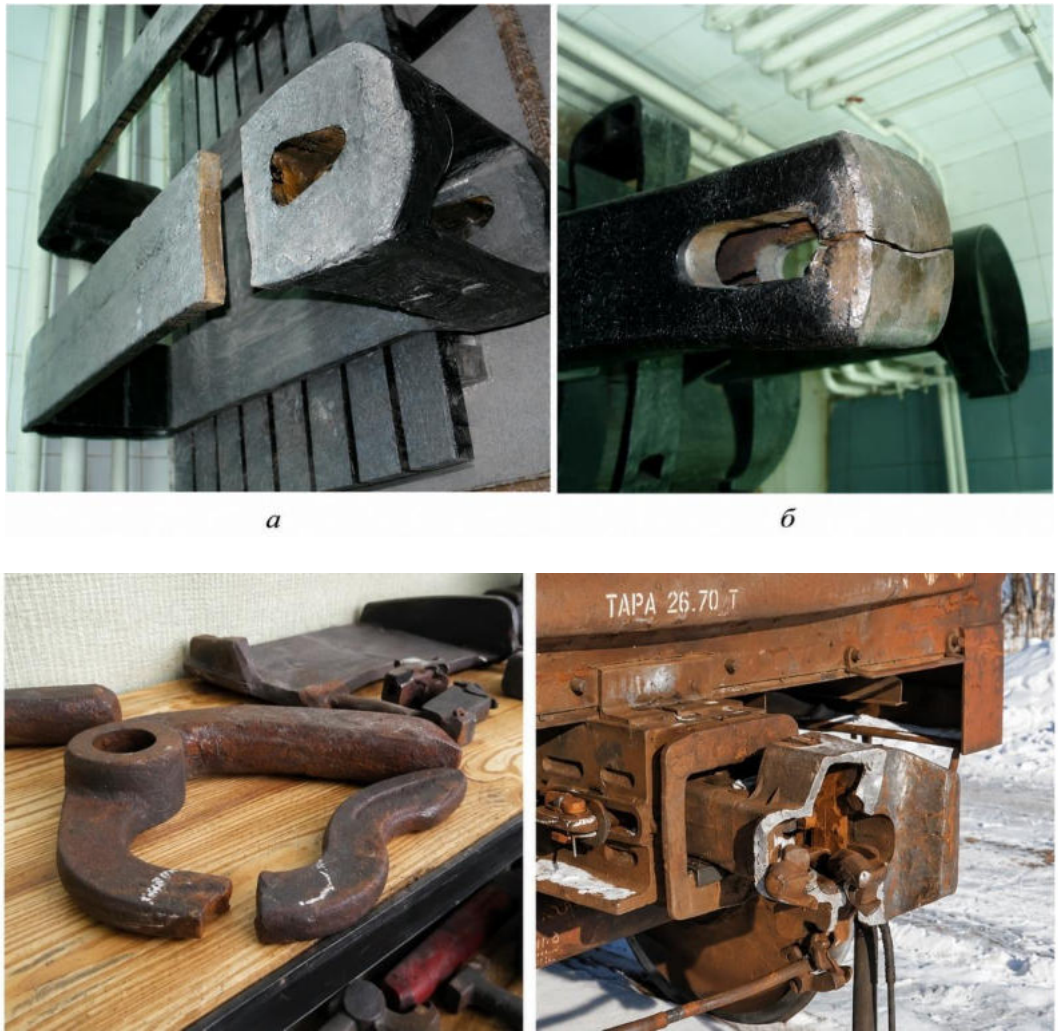
Сурет 2.17 – СА-3 автотіркегіш құрылғысының конструкциясы [130]

СА-3 конструкциясының сенімділігіне қарамастан, пайдалану үдерісінде автотіркегіш құрылғының бөлшектері қарқынды тозуға және үлкен соққы жүктемелеріне ұшырайды. Жедел түрде жоюды талап ететін негізгі ақауларға мыналар жатады:

- тіркесу контурының тозуы: тіркескен вагондар арасындағы саңылаулардың ұлғаюына әкеледі, бұл тежеу және қозғалу кезінде динамикалық соққыны күшейтеді;
- корпустағы және тартқыш қамытындағы жарықтардың пайда болуы: металдың шаршауының салдары болып табылады және құрамның ажырауына себеп болуы мүмкін;
- ағыту жетегінің ақаулары: жүру жолында вагондардың өздігінен ағытылуына себеп болуы мүмкін;
- сіңіргіш аппарат серіппелерінің шөгуі немесе сынуы: бойлық күштерді сіңіру тиімділігін төмендетіп, нәтижесінде вагон рамасының зақымдануына әкеледі.

Арнайы шаблондарды қолдана отырып автотіркегіш құрылғысының техникалық жай-күйін бақылау (1.3-бөлім, 1.16-кесте) поездарды қалыптастыру және тарату станцияларында вагондарды техникалық байқаудың міндетті кезеңі болып табылады.

Автотіркегіш құрылғы элементтеріне тән күрделі ақаулардың түрлері 2.18-суретте келтірілген.



а б в г

а-тартқыш қамыттың сынуы; б-автотіркегіштің құйрықшасының жарығы; в-құлып сақтандырғышының сынуы; г-үлкен тістің сынуы

Сурет 2.18 – Автотіркегіш құрылғы элементтерінің күрделі ақаулары

2.17-суретте тартқыш қамыттың, автотіркегіштің үлкен тісінің және құлып сақтандырғышының сынуы, сондай-ақ автотіркегіштің құйрықшасындағы жарықтар сияқты аса қауіпті зақымданулар көрсетілген. Мұндай ақаулар рұқсат етілген бойлық күштердің шамадан тыс әсер етуінен және металда ұзақ уақыт бойы жүретін жасырын шаршау үдерістерінің нәтижесінде пайда болады.

Поезд қозғалысының қауіпсіздігін қамтамасыз ететеін және оның жылдамдығын реттеуге мүмкіндік беретін соңғы негізгі торап – тежеу жабдықтары болып табылады. Тежеу жабдықтары поезды тоқтату немесе оны орнында ұстап тұру мақсатында қозғалысқа жасанды кедергі жасауға арналған құрылғылар кешенінен тұрады.

Тежегіш – поезды тоқтату немесе оның қозғалыс жылдамдығын реттеу үшін поездың немесе жеке вагонның қозғалысына кедергі жасайтын жылжымалы құрамға орантылған құрылғы.

Тежеу күші доңғалақ жұбының айналуына қарама-қарсы бағытқа бағытталған. Егер тежеу күші доңғалақтың рельспен ілінісу күшінен асып кетсе (соңғысы доңғалақ жұбынан рельстерге түсетін жүктememен және доңғалақтың рельстермен ілінісу коэффициентімен анықталады), юз, яғни бұғатталған доғалақ жұбының рельс бойымен сырғанауы пайда болады. Бұл тежеу тиімділігін төмендетеді, сондай-ақ доңғалақтардың домалау бетінде сырғымалардың пайда болуына әкеледі. Сондықтан тежегіш күшін тым ұлғайтуға болмайды. Доңғалақ жұптарына тежеу қалыптарының қысым күшінің рұқсат етілген ең жоғары мәнін арттыру үшін тежеу жүйесінің тиімділігін жоғарылатудың басқа да мүмкіндіктерін пайдалану орынды. Теміржол көлігінде тежеудің келесі түрлері қолданылады (2.6-кесте) [133,134].

Кесте 2.6 – Теміржол көлігіндегі тежеудің түрлері

№	Түрі	Сипаттамасы
1	Фрикциялық тежеу	Айналып тұрған доңғалақтардың жиектеріне немесе аранйы тежеу дискісіне қысылатын тежеу қалыптарының үйекеліс күшін пайдаланады.
2	Электродинамикалық (реверсивті) тежеу	Электр машиналарының қайтымдылық приницпіне негізделеді. Бұл жағдайда электр қозғалтқыштары ток генераторы режиміне ауыстырылып, жүктемеге жұмыс істеді, нәтижесінде олардың білітерінде айналу бағытына қарама-қарсы бағытталған күш пайда болады.
3	Электромагниттік тежеу	Электромагниттік құрылғылардың рельстерге әсер ету принципіне негізделеді. Бқл тежеу түрі жоғары жылдамдықты поездарды тиімді қолданылады, өйткені пайда болатын тежеу күші доңғалақтардың рельстермен ілінісу жағдайларымен шектелмейді.

Тежеудің негізгі түі – фрикциялық тежеу. Оның жұмыс істеу принципі айналып тұрған доңғалақтардың домалау бетіне тежеу қалыптарының (қалыптық тежегіш) немесе арнайы тежеу дисілерінің (дискілі тежегіш) қысылуы нәтижесінде пайда болатын үйкеліс күштеріне негізделген. Соның әсерінен айналып тұрған доңғалақ жұбының кинетикалық энергиясы жылу энергиясына айналып, қоршаған ортаға таралады.

Вагондардың көпшілігі шойын немесе композициялық (металл емес) тежеу қалыптарымен жабдықталған. Композициялық тежеу қалыптарының үйкеліс коэффициенті жоғары болады және ол поезд қозғалысының жылдамдығына аз тәуелді. Сондықтан мұндай қалыптарды қолданған кезде тежеу жолы шойын тежеу қалыптарына қарағанда қысқа болады [133].

Тежегіштер қолмен басқарылатын және автоматты юолып бөлінеді. Жүк және жолаушылар вагондары автоматты тежегіштермен жабдықталған.

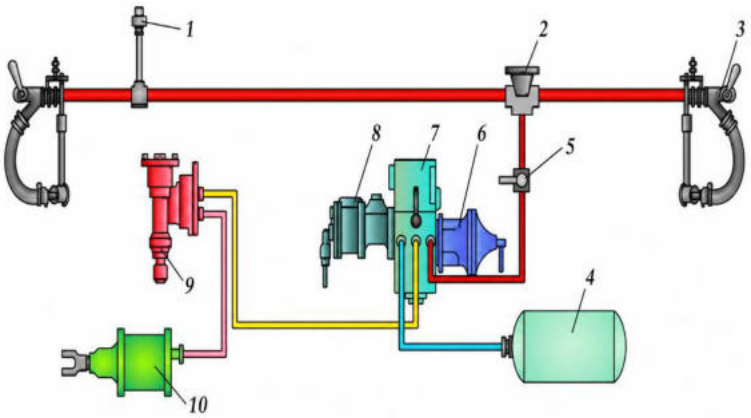
Сонымен қатар барлық жолаушылар вагондары мен жүк вагондарының бір бөлігі қосымша қол тежегіштермен жабдықталады (2.19 сурет).



Сурет 2.19 – Вагонның тежеу жабдығы

Жүк вагондарында сығылған ауамен іске қосылатын пневматикалық тежегіш жабдығы қолданылады. Тежегіш магистралі зақымданған (оның ішінде поезд үзілген кезде) және одан ауа атмосфераға шыққан жағдайда ауа таратушы қосалқы резервуарды тежегіш цилиндрмен тікелей қосады. Бұл жағдайда шұғыл тежеу болады - ауа цилиндрге ең жоғары қысыммен түседі, соның арқасында ең жоғары тежеу күші іске асырылады. Пневматикалық тежегіштің негізгі кемшілігі ауа толқынының таралу жылдамдығы, демек құрам бойынша тежегіштердің іске қосылуы дыбыс жылдамдығына (331 м/с) тең болуында. Пневматикалық тежегіштердің жұмысын тексеру үшін поездарды қалыптастыру аяқталғаннан кейін оларды толық сынап көруді жүргізеді. Бұл ретте құрамдағы барлық вагондардың тежегіштерінің әрекеті, сондай-ақ тежегіш магистралінен ауаның ағу жылдамдығы тексеріледі [135].

2.20-суретте жүк вагонының атотежегіш жабдығының сызбасы келтірілген [135].



1-тоқтату краны; 2-тройник; 3-шеткі крнадар; 4-қосалқы резервуар; 5-ажыратқыш кран; 6-магистральдық бөлік; 7-екікамералы резервуар; 8-негізгі бөлік; 9-авторежим; 10-тежеу цилиндрі

Сурет 2.20 – Жүк вагонының атотежегіш жабдығының сызбасы

Тежегіш жүйесі жұмысының тиімділігі пневматикалық желінің герметикалығына және механикалық рычагты берілістің жарамдылығына тікелей байланысты. ТҚКП-да пайдалану және техникалық қызмет көрсету барысында мынадай ақаулар жиі анықталады:

- магистральдың герметикалығы мен тұтастығының бұзылуы: жалғағыш жеңдердің үзілуі, шеткі кран корпусының сынуы, бұл тежегіш желісін зарядтаудың мүмкін болмауына әкеледі;

- рычагты беріліс элементтерінің деформациясы: авторежимнің дұрыс жұмыс істемеуі немесе шамадан тыс жүктемелер әсерінен триангель мен тартқыштардың майысуы;

- аспа тораптарының зақымдануы: сақтандырғыш қапсырмалардың, аспа біліктелерінің болмауы немесе резеңке втулкалардың тозуы, бұл бөлшектердің теміржол жолына құлап кетуіне әкелуі мүмкін;

- тежегіш қалыптарының тозуы немесе сынуы: қалыңдық нормаларының бұзылуы немесе қалыптың доңғалақ жиегінің шегінен сырғуы.

Тексеру барысында тіркелген тежегіш жабдығының көрсетілген ақауларының визуалды мысалдары 2.21-суретте берілген.



а б



в г





д ж

а-сақтандырғыш қапсырмасының болмауы, аспа резеңке втулкаларының шығып кетуі; б-тежеу жабдығының аспа білігінің болмауы; в-триангельдің майысуы; г-триангельдің майысуы; д-жалғағыш жеңнің үзілуі, соңғы кранның үзілуі; ж-соңғы кран корпусының сынып кетуі

Сурет 2.21 – Тежеу жабдықтары мен рычагты берілісте жиі кездесетін ақаулар

2.20 - суретте ауа таратқыш пен крандардың механикалық зақымдануынан бастап, рычагты беріліс элементтерінің қауіпті майысуларына дейінгі негізгі ақаулар көрстетілген. Мұндай ақауларды уақытылы анықтау поездың басқарылуын қамтамасыз етуге, сондай-ақ доңғалақ жұптарының тұрып қалуының алдын алуға мүмкіндік береді.

Осылайша, жүк вагондарының негізгі тораптарының конструкциясы мен ақауларына жүргізілген талдау олардың күрделі құрылымға ие екенін және өзара тығыз байланыста екенін көрсетті. Бір тораптағы ақау басқа тораптардың жедел тозуына әкеледі, бұл 2.11, 2.13, 2.18 және 2.20-суреттерде көрсетілген. Анықталған ақаулардың көптүрлілігі мен олардың қауіпті сипаты вагон паркін ағымдағы күтіп ұстау жұмыстарының тиімділігі жеткіліксіз екенін және тек пайда болға ақауларды жоюмен шектелмей, оларды жүйелі түрде талдаудың қажеттігін көрсетеді. Осыған байланысты жұмыстың келесі бөлімінде Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша вагон паркінің ақауларына статистикалық талдау жүргізіледі.

2.3 Жүк вагондарының тораптары бойынша статистикалық ақпаратты талдау

Зерттеу жұмыстарын орындау барысында 2020 - 2023 жылдар аралығындағы кезеңдегі деректер негізінде жүк вагондарының ақаулықтары бойынша статистикалық ақпаратты жинақтау жүргізілді. Ақпараттың негізгі көздері

вагондар паркінің автоматтандырылған дерекқоры (АДБ ПВ), жол деңгейінде тасымалдауды жедел басқарудың автоматтандырылған жүйесі (АСОУП), жүк паркінің ақаулы вагондарының болуын және жөнделуін есепке алу кітабы (Вагондық есепке алу нысаны-31 (Ф.ВУ-31) пайдаланылады.

АДБ ПВ - жылжымалы құрамның «техникалық паспорттарын» орталықтандырылған электрондық деректер базасы. Жүйе әрбір вагонның толық техникалық тарихын (моделі, шығарылған жылы, дайындаушы зауыт, тораптардың параметрлері) және жалпы пайдалану жолдарында оның заңдылығы туралы деректерді жинақтайды.

АСОУП – вагон ағындарының қозғалысын нақты уақыт режимінде бақылауға арналған негізгі ақпараттық жүйе. Жүйе вагондардың орналасқан орнын, жүріп өткен қашықтығын және теміржол учаскелері бойынша қозғалысы барысында олардың техникалық жай-күйін үздіксіз бақылауға мүмкіндік береді [136].

Жылжымалы құрамның әрбір бірлігінің техникалық жай-күйі туралы мәліметтерді алу үшін негізгі құралы 2653 анықтамасы, яғни вагонның толық паспорты пайдаланылды. Анықтамасының үлгілік құрылымы Д қосымшасында келтірілген.

2653 анықтама мынадай ақпаратты қамтиды:

– техникалық параметрлері: вагон моделі, арба түрі, шанақ материалы, көлемі және жүк көтергіштігі;

– пайдалану тарихы: жоспарлы және жоспардан тыс жүргізілген жөндеу түрлері (деполық, күрделі) туралы мәліметтер, күні мен жөндеу жұмыстарын орындаған кәсіпорындар көрсетіледі.

Ақаулы вагондарды есепке алу кітабы (ВУ-31-нысан) техникалық қызмет көрсетудің негізгі есептік құжаты. Осы нысанға ақаудың нақты коды (1-тарау, 1.1-бөлім), оны анықтау орны мен уақыты көрсетіле отырып, ақаулы деп танылған әрбір вагон туралы мәліметтер енгізіледі.

Жөндеу жұмыстарына ағытылған жүк вагондары бойынша жиналған ақпарат 2.7-кестеде келтірілген.

Кесте 2.7 - Жүк паркінің ақаулы вагондарының болуы мен жөнделуінің жиналған статистикалық деректері

№	вагон №	құрасты-рылған жылы	соңғы жөндеу түрі		ақаулық коды	Ақаулар вагондар қатарына енгізілген уақыты		Жөндеуге жіберілген уақыт	
			клеймо	мерзімі		мерзімі	уақыты	мерзімі	уақыты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	53788485	1990	608	09.01.2020	445	22.04.2013	5сағ 41мин	26.04.2023	20:55
2	94752219	1988	1181	21.05.2018	571	12.01.2020	6сағ 42мин	15.02.2020	07:08
3	53784518	1991	608	30.11.2019	571	12.01.2020	18сағ19мин	14.01.2021	02:37
4	24023988	1975	721	06.01.2017	570	17.01.2020	15сағ59мин	22.01.2020	22:36
5	94752912	1988	1181	19.01.2018	571	04.02.2020	16сағ45мин	15.02.2020	07:08
6	94305364	1988	697	16.07.2017	571	04.02.2020	16сағ45мин	16.02.2020	10:45

Кесте 2.7 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	94343217	2008	698	03.03.2018	572	10.02.2020	17сағ55мин	17.02.2020	01:53
8	94283850	2011	612	16.02.2018	572	10.02.2020	17сағ55мин	17.02.2020	01:53
9	60262052	2005	691	30.04.2016	572	12.02.2020	23сағ20мин	17.02.2020	01:55
10	60259587	2010	745	09.04.2018	572	12.02.2020	2сағ50мин	13.02.2020	04:20
11	50256239	1980	697	29.12.2016	570	14.02.2020	12сағ03мин	28.02.2020	06:50
12	57302887	1986	697	13.12.2016	570	14.02.2020	12сағ03мин	28.02.2020	06:50
13	62217567	1985	220	27.02.2017	571	15.02.2020	11сағ10мин	21.02.2020	06:50
14	52052693	2011	1016	20.07.2017	572	28.02.2020	13сағ15мин	02.02.2020	23:54
15	24344442	1989	692	10.03.2017	570	01.03.2020	02сағ10мин	02.03.2020	23:54
16	63912646	1998	695	15.10.2018	571	07.03.2020	21сағ50мин	21.03.2020	05:18
17	94504404	2009	900	29.10.2017	572	09.03.2020	02сағ05мин	11.03.2020	12:35
18	60358983	2005	220	22.10.2018	572	13.03.2020	12сағ35мин	13.03.2020	13:05
19	28025104	2006	720	25.11.2017	107	13.03.2020	04сағ25мин	17.03.2020	07:59
20	55303788	2010	341	22.06.2017	572	15.03.2020	04сағ57мин	18.03.2020	07:40
21	90887647	1979	608	19.02.2019	571	28.03.2020	22сағ55мин	05.04.2020	06:09

Ұсынылған деректер вагондардың нөмірлерін, олардың құрастырылған жылын, соңғы жөндеу күнін және зерттеу үшін ең маңыздысы ағытуға себеп болған ақаулықтар кодтарын қамтиды.

2.7-кестеге жүргізілген талдау мынадай қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

- жас құрылымы: ағытылған вагондардың едәуір бөлігінің пайдалану мерзімі 30 жылдан астам (1975-1991 жылдары салынған);

- ақаулардың сипаты: қарастырылған деректерде 570, 571, 572 ақаулық кодтары басым. Жіктеуішке сәйкес осы кодтар арбалардың ақауларына (атап айтқанда, құйылған бөлшектер мен үйкеліс тораптарының ақауларына) жатады;

- бос тұру ұзақтығы: ақаулы санатқа қабылдау мен жөндеуге жіберу уақытының арасындағы айырмашылықтың бар екені байқалды.

Қарағанды жол бөлімшесі бойынша ақаулы жүк вагондары туралы деректерді талдау барысында жылжымалы құрамның техникалық жай-күйі мен жөндеу тарихын сипаттайтын көрсеткіштер пайдаланылды. 2.7-кестенің деректерін дұрыс түсіндіру мақсатында төменде негізгі көрсеткіштерге түсініктемелер келтірілген:

- клеймо - соңғы жоспарлы жөндеу (күрделі немесе деполық) орындалған вагон жөндеу кәсіпорнына (депо немесе зауыт) берілетін шартты сандық код. Таңбаның болуы орындалған жұмыстардың сапасын және жөндеу бөлімшесінің жауапкершілігін қадағалауға мүмкіндік береді.

- ақаулық коды - «Жүк вагондарының негізгі ақаулықтар жіктеуішіне» сәйкес сандық сәйкестендіргіш. Әрбір код нақты ақауға сәйкес келеді. Мысалы, 445 коды арбаның бүйірлік рамасының тозуын немесе жарықтарын көрсетеді, ал 570-572-топтың кодтары (2.8-кестеде жиі кездесетін) доңғалақ жұптарының қауіпті тозуларын, атап айтқанда гребеннің жұқаруын, жарықтар және сырғымалардың пайда болуын көрсетеді (толық жіктелуі 1.1-бөлімінің 1.9-кестеде берілген).

Аталған сәйкестендіргіштерді пайдалану вагон тораптары бойынша істен шығуларды жүйелендіріп қана қоймай, Қарағанды түйіні жағдайында олардың пайда болу себептеріне терең факторлық талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Зерттеу барысында әрбір жүк вагоны бойынша 2653 (Д қосымшасы) толық анықтамалар сұратылды.

Қосымша, алынған деректерді верификациялау үшін әртүрлі елдердің және пайдалану кезеңдерінің тәжірибесін қамтитын ашық халықаралық көздерден жүк вагондарының негізгі тораптарының істен шығу статистикасы зерделенді. Осы талдаудың негізінде салыстырмалы кесте жасалды (2.8-кесте).

Кесте 2.8 – Жүк вагондары тораптарының ақаулары бойынша салыстырмалы талдау

Жыл	Ел/Өңір	Вагон торабы	Ақаулар саны /Оқиға
1996	Ұлыбритания	Доңғалақ жұбының осі	Осьтің сынуы салдарына адамдардың қаза табуы [137]
2006–2010	Еуропалық Одақ	Жалпы техникалық ақаулар	55,5 млрд т-км шаққанда 1 өліммен аяқталған оқиға [138]
2015	Индия	Доңғалақ жұбының осі	142 ақау жағдайы [139]
2019	Норвегия	Ось мойынтіректері	Рельстен шығудың жағдайы [140]
2018	Канада	Доңғалақ жұптары	24 ақау, оның ішінде 71 % -ы тік жарықтар [141]
2020	Китай	Доңғалақ жұптары	15 354 вагонның ішінде: 5 346 (34,8%) – доңғалақ диаметрлері айырмасының нормадан асуы; 4 896 (31,9%) – доңғалақ жиегінің тозуы; 4 292 (27,9%) – жергілікті ойықтар [142]

Зерттеудің сенімділігін қамтамасыз ету мақсатында ашық халықаралық дереккөздер негізінде ақауларға салыстырмалы талдау жүргізілді. Осы деректер негізінде қалыптастырылған 2.8-кесте әлемдік практикада тозуға неғұрлым ұшыраған сындарлы тораптардың тізбесін айқындауға мүмкіндік берді. Оларға доңғалақ жұптары, шанақ, автотіркегіш құрылғылар және тежегіш жабдықтары жатады.

Алайда бұл мәліметтердің жалпы сипатқа ие болуына қарамастан, жүк вагондарын пайдалану тиімділігін арттыру әдісін әзірлеу үшін аталған үрдістерді нақты пайдалану полигоны деңгейінде растау қажет болады. Осы мақсатта «ҚТЖ» ҰК» АҚ Қарағанды пайдалану вагон депосында (ВЧД-13) 2020-2023 жылдар аралығындағы статистикалық деректер жиналып, жүйелендірілді.

Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша жергілікті статистикалық деректерді талдау әлемдік шолу нәтижелерін толығымен растады: вагондарды ағымдағы ағытпалы жөндеуге (ААЖ) ағытудың негізгі себептері бірдей функционалдық тораптармен байланысты. Осылайша, осы зерттеу үшін ақаулықтарды жіктеу мынадай негізгі топтарға топтастырылды:

- доңғалақ жұптары - ең жоғары істен шығу қарқындылығы бар элемент ретінде;

- автотежегіш жабдық - қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін негізгі торап;

- автотіркегіш құрылғылары - тұрақты динамикалық соққы жүктемелері жағдайында жұмыс істейтін механизмдер;

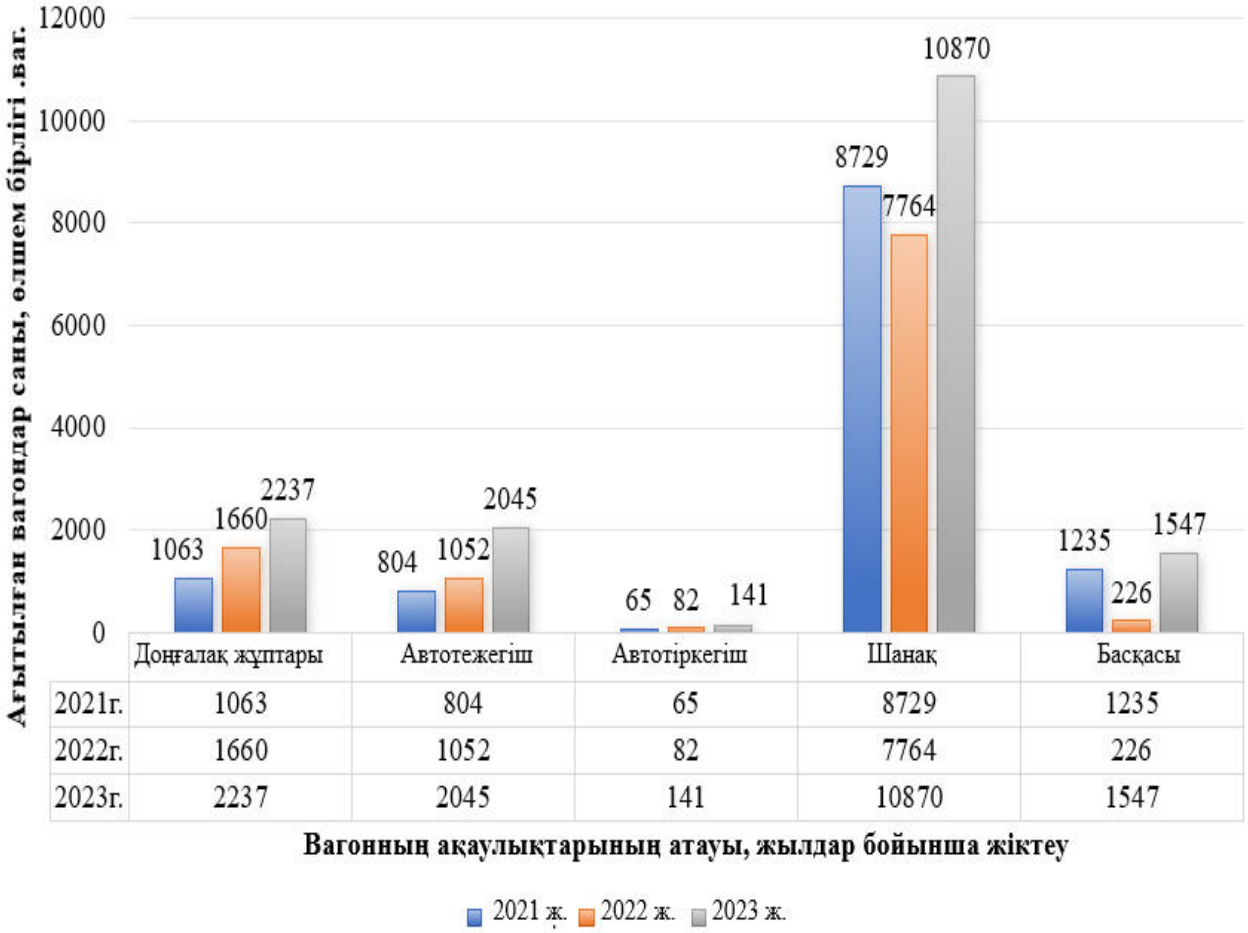
- шанақ - өңірде кеңінен тасымалданатын сусымалы жүктерді тиеу және түсіру ерекшеліктерінің әсерінен көбінесе зақымданатын элемент.

Қарағанды теміржол бөлімшесі статистикалық деректерді талдау әлемдік тәжірибеде анықталған үдерістерді толық растады: вагондардың ағымдағы ағытып жөндеуге жіберілуінің негізгі себептері осы функционалдық тораптардың ақауларымен байланысты. Бұл аталған тораптардың осалдығы вагон конструкциясының өзіне тән ерекшелігі екендігін көрсетеді. Орталық Қазақстан жағдайында бұл процестер көмір шаңының әсерінен және температураның күрт өзгеруінен жеделдетіледі. Бұл жағдай зерттеу бағытын таңдауды және пайдаланудың тиімділігін арттырудың әзірленетін әдістемесінің құрылымын негіздейді.

2021-2023 жылдар аралығында Қарағанды теміржол бөлімшесінің теміржол учаскесіндегі жүк вагондарының техникалық ақауларының саны едәуір өсті. Статистикалық деректер анықталған ақаулықтар себебінен ағымдағы ағытпалы жөндеуге (ААЖ) жіберілу санының көбейгенін көрсетеді. Бұл жағдай жүк тасымалының пайдалану тиімділігі мен қозғалыс қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Ақаулар саны артып, бұл мәселенің өзектілігін айқындайды және теміржол кәсіпорындары мен жылжымалы құрам өндірушілер тарапынан кешенді шаралар қабылдауды талап етеді.

ААЖ-да ақаулар санының және ағыту жағдайларының артуы бірнеше факторларға байланысты. Олардың ішінде - жабдықтардың тозуы, вагондарды пайдалану қарқындылығының артуы және жөндеу аралық кезеңдерде техникалық қызмет көрсетудің жеткіліксіздігі. Бұл жағдай вагондардың бос тұруына, жүктерді жеткізудің кешіктірілуіне және жөндеуге қосымша шығындарға әкеп соқтырады, бұл теміржол тасымалдары өнімділігінің жалпы деңгейіне теріс әсер етеді және жылжымалы құрамды пайдалануға жауапты кәсіпорындардың қаржылық шығындарын ұлғайтады.

2.22-суретте Қарағанды теміржол бөлімшесінің учаскесінде ААЖ вагондарды ағыту санының өсуін көрсетеді [143, 144]. Деректер ағытпалардың едәуір өсуін көрсетеді, бұл вагондарды пайдаланудың ағымдағы жай-күйін талдау және техникалық қызмет көрсетуді жақсарту және вагондарды жөндеуде тұрып қалу уақытын қысқарту үшін шаралар қабылдау қажеттілігі үшін маңызды көрсеткіш болып табылады.



Сурет 2.22 – 2021-2023 жылдары Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП-дан ААЖ-ға жіберілген техникалық ақаулы вагондар саны

1. Доңғалақ жұптары: 2021 жылы 1063 ақау тіркелді, 2022 жылы бұл сан 56%-ға артып, 1660-қа жетті. 2023 жылы доңғалақ жұптарының ақаулықтары тағы 35%-ға артып, 2237-ге жетті. Бұл көрсеткіштер доңғалақ жұптары тозуының жоғары деңгейін және техникалық қызмет көрсету қажеттілігін көрсетеді.

2. Тежегіш жабдықтары: 2021 жылы тежегіш жүйелерінің 804 ақауы тіркелді, 2022 жылы бұл сан 31%-ға артып, 1052-ге жетті. 2023 жылы тежегіш ақауларының саны тағы 94% -ға өсіп, 2045-ке жетті. Бұл тежегіш жүйелерінің сенімділігін арттыру және жаңарту қажеттігін көрсетеді.

3. Автотіркегіш жабдықтары: 2021 жылы автотіркегіштердің ақауларының саны 65-ті құрады, 2022 жылы бұл көрсеткіш 26%-ға артып, 82-ге жетті. 2023 жылы автотіркеу ақауларының саны тағы 72%-ға артып, 141-ге жетті. Бұл көрсеткіштер автотіркегіштерді жиі жаңарту қажеттігін айғақтайды.

4. Шанақ: 2021 жылы шанақ ақауларының саны 8729 құрады, 2022 жылы бұл көрсеткіш 11%-ға 7764-ке дейін төмендеді. Алайда, 2023 жылы шанақ ақауларының саны 40% -ға артып, 10 870-ге жетті. Бұл шанақтардың техникалық жағдайына ерекше назар аудару қажеттігін көрсетеді.

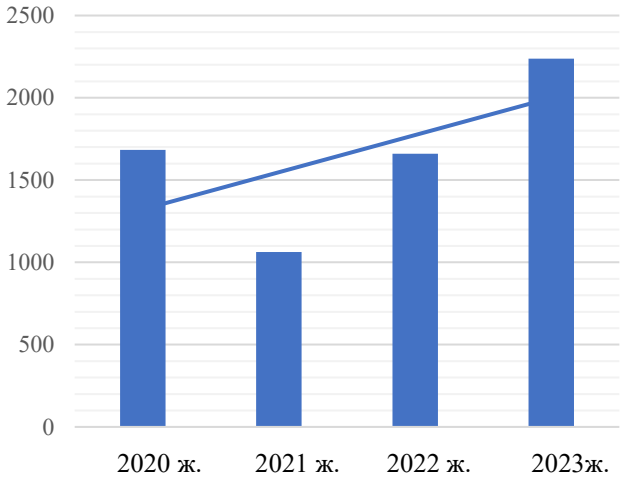
5. Басқа да ақаулар: 2021 жылы 1235 басқа да ақаулар тіркелді, 2022 жылы бұл көрсеткіш 82%-ға төмендеп, 226-ға жетті. Алайда, 2023 жылы өзге де ақаулардың саны 585%-ға артып, 1547 жетті. Бұл ақаулықтардың жаңа түрлерінің пайда болуын немесе ақаулықтарды жіктеу жүйесіндегі өзгерістерді көрсетуі мүмкін.

Осы деректердің негізінде техникалық қызмет көрсету сапасын жақсарту және ақаулықтар санын азайту үшін қосымша шаралар қабылдау қажеттігін көрсетеді. Бұл талдау вагондарды пайдалану шарттарын жақсартуға және олардың сенімділігін арттыруға бағытталған маңызды бағыттарды анықтауға негіз болады.

Осылайша, ААЖ-ны уақытылы және сапалы орындау, сондай-ақ анықталған ақауларды дер кезінде жою теміржолдағы қозғалыс қауіпсіздігінің жоғары деңгейін қамтамасыз етуде, пайдалану шығындарын төмендетуге және жүк тасымалының экономикалық тиімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады.

2020-2023 жылдар аралығындағы Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша жинақталған статистикалық деректер негізінде вагондардың негізгі тораптары мен бөлшектері қарастырылып, әрбір ақау түріне жан-жақты талдау жүргізілді.

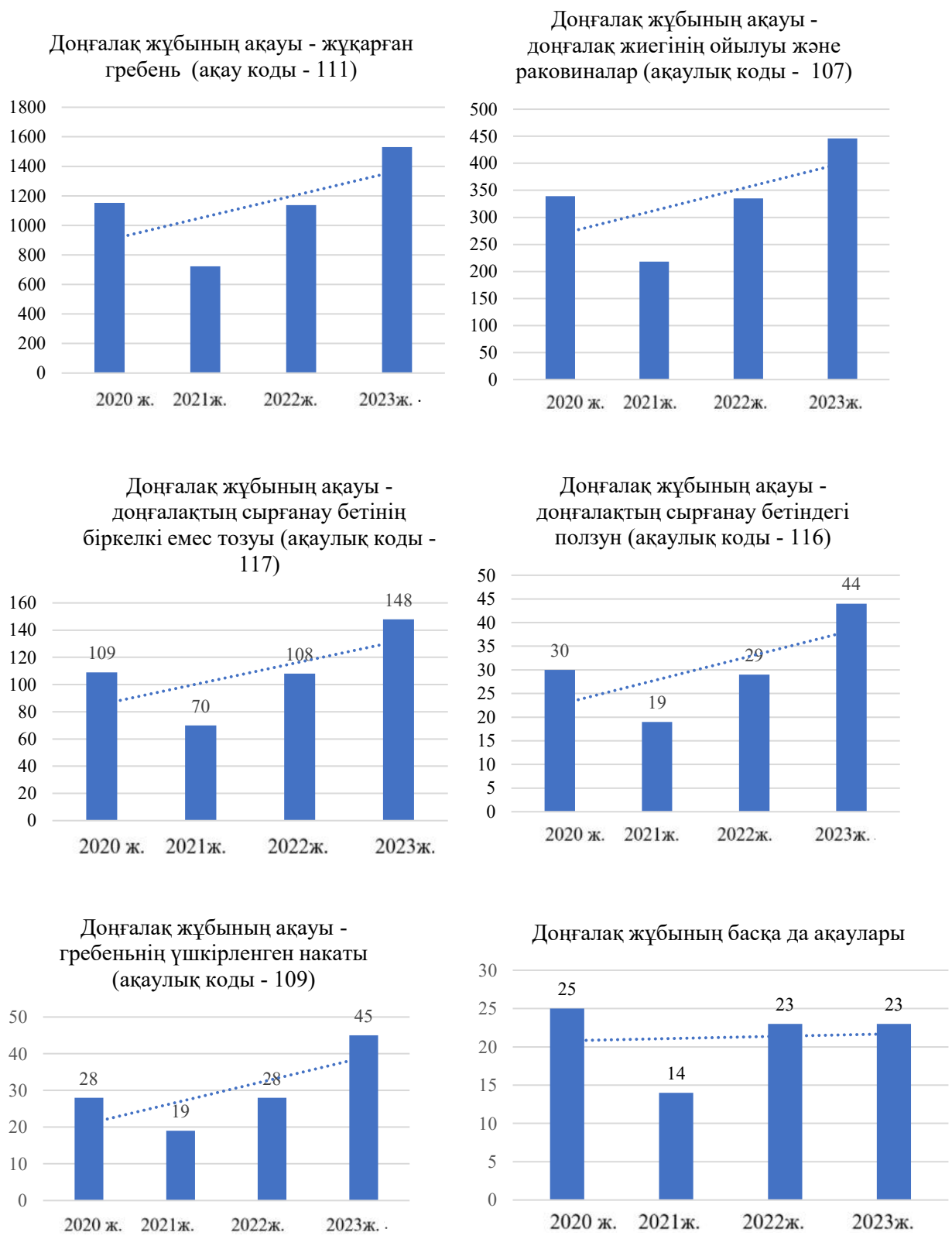
Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша 2020-2023 жылдар аралығындағы доңғалақ жұптары ақауларының өзгеру динамикасы 2.23-суретте көрсетілген.



Сурет 2.23 – 2020-2023 жылдар аралығындағы Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша доңғалақ жұптары ақауларының динамикасы

Қарағанды бөлімшесі бойынша доңғалақ жұптарының ақаулық динамикасын талдау көрсеткендей, 2021 жылы ақаулар саны 2020 жылмен салыстырғанда шамамен 30%-ға төмендеген. Алайда 2023 жылығы ақаулардың саны 2022 жылмен салыстырғанда 33%-ға артып, кезең ішіндегі ең жоғары мәндерге жетті. Бұл үрдіс техникалық бақылау және алдын алу жүйесін жетілдіру қажеттілігін көрсетеді, өйткені ағымдағы әдістер жылжымалы құрам жай-күйінің тиісті орнықтылығын қамтамасыз етпейді.

Доңғалақ жұбының негізгі ақаулары бойынша статистикалық ақпарат 2.24-суретте көрсетілген.



Сурет 2.24 – Доңғалақ жұбы ақауларының негізгі түрлері

2020-2023 жылдар аралығындағы доңғалақ жұптары ақауларының алты негізгі түрі бойынша деректерді талдау ақаулықтардың әрбір түрі үшін өзгеру жылжымалы құрамның техникалық жай-күйіне елеулі әсер ететінін көрсетті. Доңғалақ жиегінің ойылуы мен раковиналар ақауы айтарлықтай өсіп, 31,5%-ды құрады. Бұл доңғалақтың рельспен жанасу бетінің зақымдану жағдайларының артқанын көрсетеді. Сонымен қатар, сырғанау беті бойынша біркелкі емес тозу, сырғанау бетіндегі ползундар және гребеньнің үшкірленген накаты ақауларының да өсуі байқалды. Бұл доңғалақ жұптарына түсетін пайдалану жүктемесінің артқанын және олардың техникалық жай-күйін уақытылы диагностикалау қажеттігін дәлелдейді.

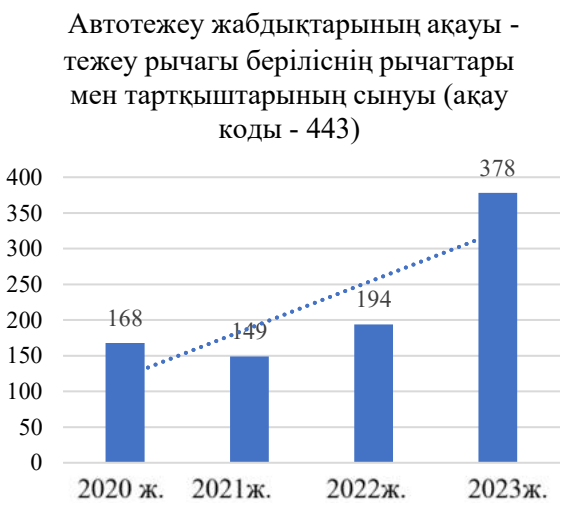
Қарағанды жол бөлімшесі бойынша автотежегіш жабдығының ақаулық динамикасы қарастырылды (2.25-сурет).



Сурет 2.25 – Қарағанды жол бөлімшесі бойынша автотежегіш жабдығының ақаулық динамикасы

2020-2023 жылдар аралығындағы автотежеу жабдықтары бойынша жүргізілген талдау ақаулары санының айтарлықтай артқанын көрсетті. 2020 жылы 908 ақау тіркелсе, 2023 жылы олардың саны екі еседен астам өсіп, саны 2045 жағдайға жетті. Бұл 125,2%-дық өсімді құрайды. Аталған үрдіс автотежеу жабдықтарының сенімділігіне қатысты өзекті мәселелердің бар екенін көрсетеді. Сондықтан теміржол көлігінің пайдалану қауіпсіздігін арттыру мақсатында профилактикалық жұмыстарды күшейтіп, техникалық қызмет көрсету жүйесін

жетілдіру қажет. Автотежеу жабдықтарының негізгі ақаулары бойынша сандық көрсеткіштер 2.26-суретте берілген.

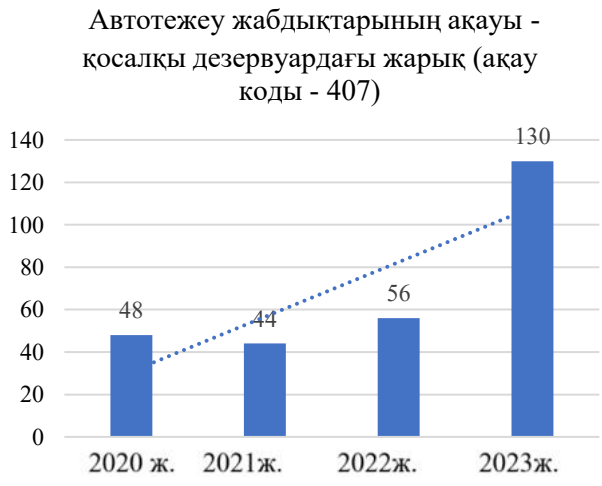


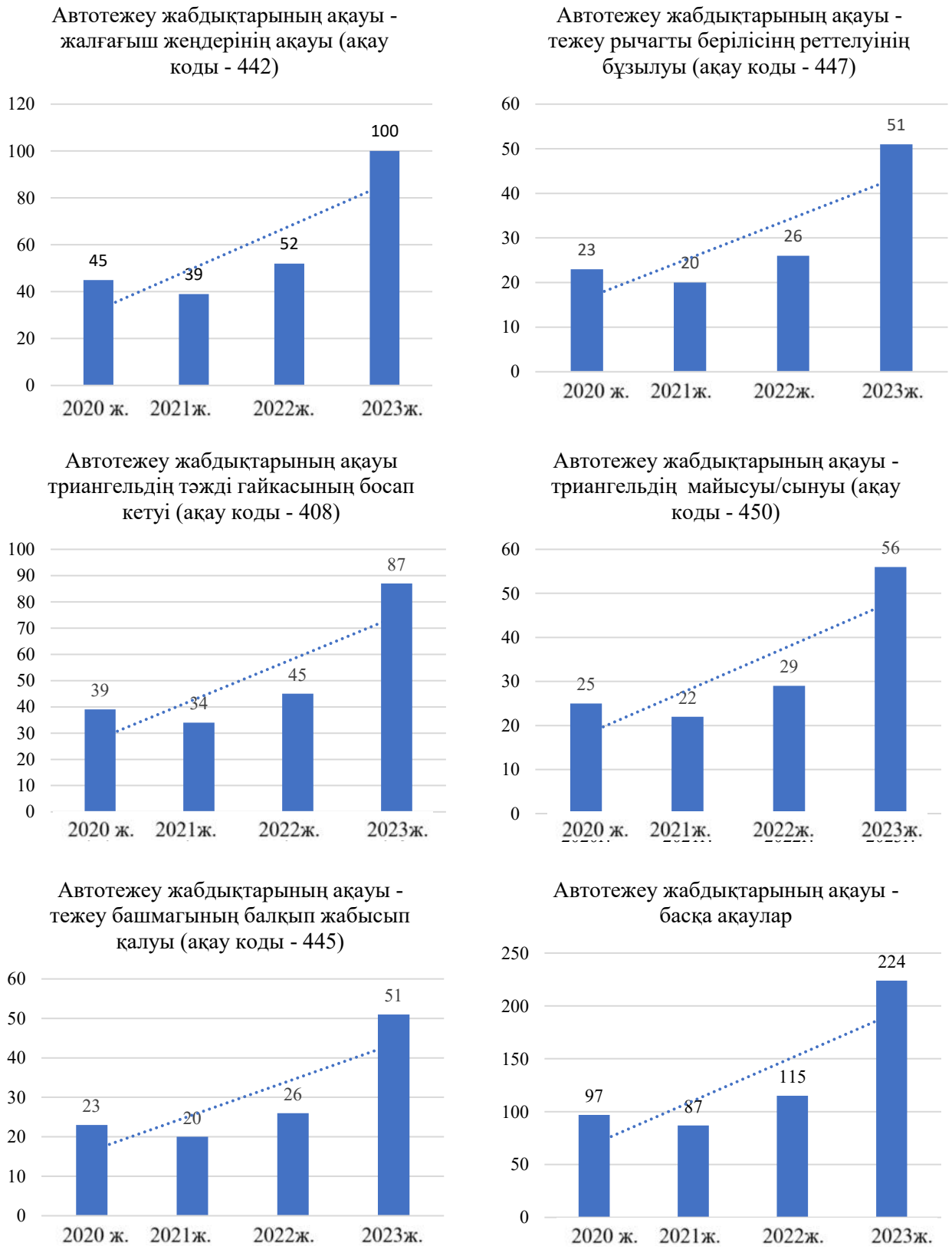












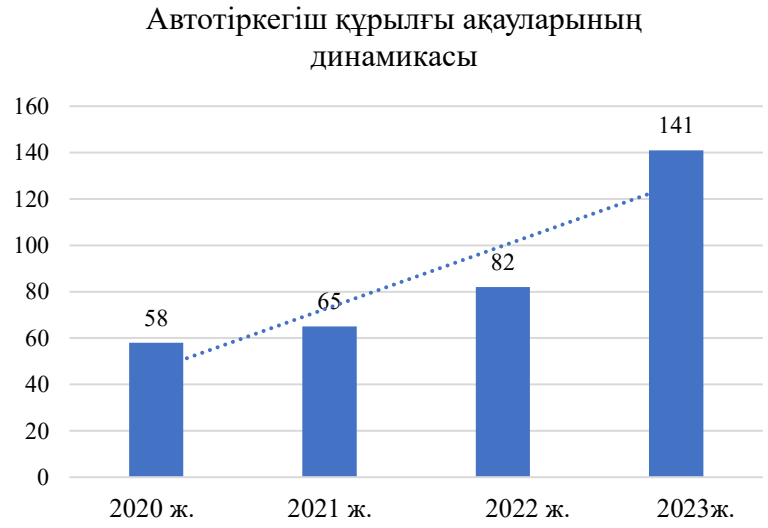
Сурет 2.26 – Автотежеу жабдықтарының негізгі ақау түрлері

2020-2023 жылдар аралығында автотежеу жабдықтарының ақаулары бойынша жүргізілген талдау ең жиі кездесетін ақаулардың тежеу рычагты

берілісінің рычагтары мен тартқыштарының сынуы, сондай-ақ тежеу магистралінің ауа құбыры мен жеткізуші құбырларының үзілуі немесе сынуы екенін көрсетті. Бұл ақаулар ең жоғары өсім көрсетіп, олардың саны 2020 жылғы 168 және 158 жағдайдан 2023 жылы тиісінше 378 және 355 жағдайға дейін артты. Аталған үрдіс автотежеу жүйесі элементтеріне түсетін пайдалану жүктемесінің ұлғайғанын және олардың техникалық жай-күйін бақылау мен профилактикалық қызмет көрсетуді жетілдіру қажеттігін көрсетеді.

Ауа таратқыш пен тежеу цилиндрінің ақауларының саны да артқан. Ауа таратқыш ақаулары 127 жағдайдан 283 жағдайға дейін өсті. Салыстырмалы түрде ең жоғары өсім қосалқы резервуардағы жарықтар бойынша байқалып, олардың саны 48 жағдайдан 130 жағдайға дейін артты. Сондай-ақ ауа құбыры мен тежеу жабдықтары құбырларының бекітілуінің босауы 73 жағдайдан 162 жағдайға дейін ұлғайды. Бұл көрсеткіштер автотежеу жүйесі элементтерінің техникалық жай-күйінің нашарлығын және тозу деңгейінің жоғарылағанын көрсетеді.

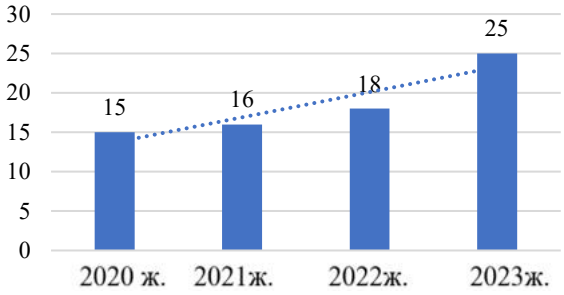
Жалпы деректерді салыстыра отырып, көрсетілген барлық ақаулықтардың ұлғаю үрдісі бар екені көрінеді, бұл автотежегіш жабдықтың сенімділігін арттыру қажеттілігін көрсетеді (2.27-сурет).



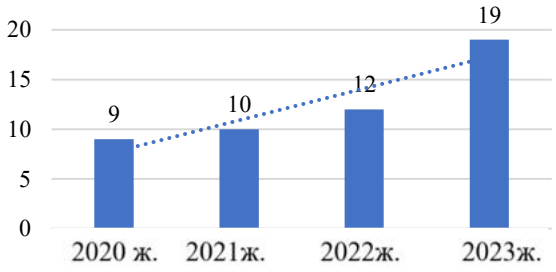
Сурет 2.27 – Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша автотіркегіш құрылғы ақауларының динамикасы

2020 жылдан 2023 жылға дейінгі кезеңде автотіркегіш құрылғылардың ақауларының саны біртіндеп ұлғаюда. 2020 жылы 58, 2021 жылы - 65, 2022 жылы - 82, ал 2023 жылы - 141 ақау тіркелді, бұл 2,4 есе артуын көрсетеді. Мұндай үрдіс автотіркегіш жабдықтың өсіп келе жатқан тозуын және ағымдағы қызмет көрсетудегі ықтимал кемшіліктерді айғақтауы мүмкін. Автотіркегіш құрылғысында жиі кездесетін негізгі ақау түрелері 2.28-суретте көрсетілген.

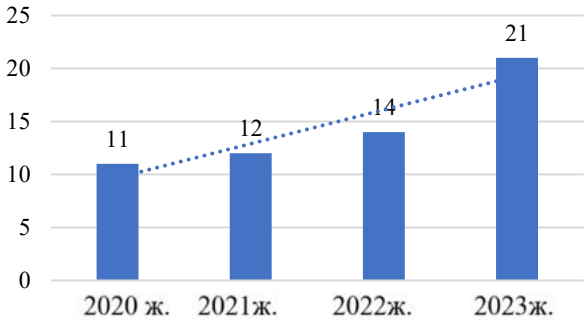
Ағытқыш жетектің иінтірегінің сынуыы (ақау коды - 363)



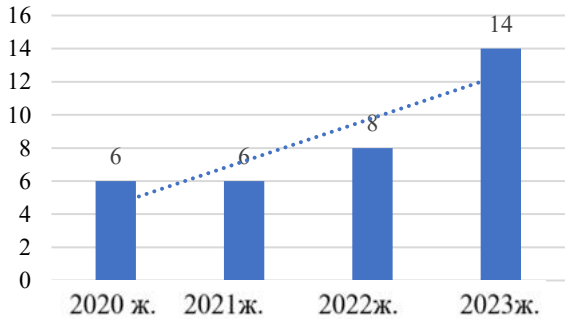
Жұтқыш аппараттың жиынтық саңылауының 5 мм-ден артық болуы (ақау коды - 352)



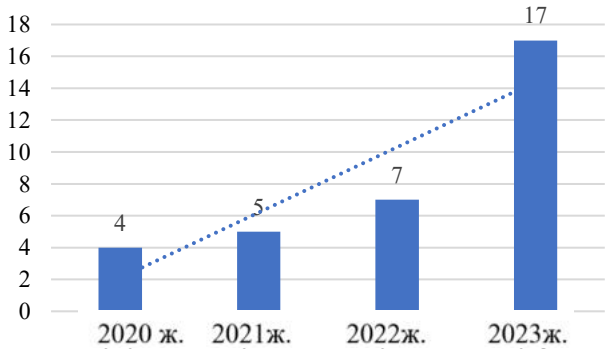
Жұтқыш аппаратының ақаулығы (ақау коды - 348)



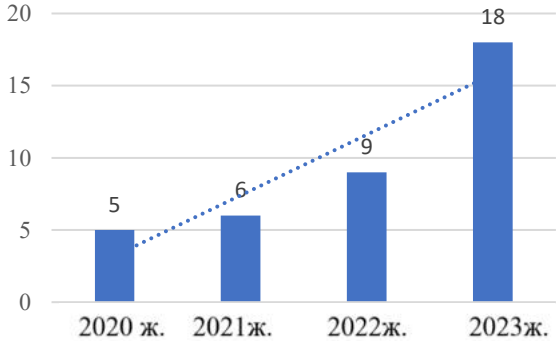
Автотіркегіштің салбырауы (ақау коды - 302)



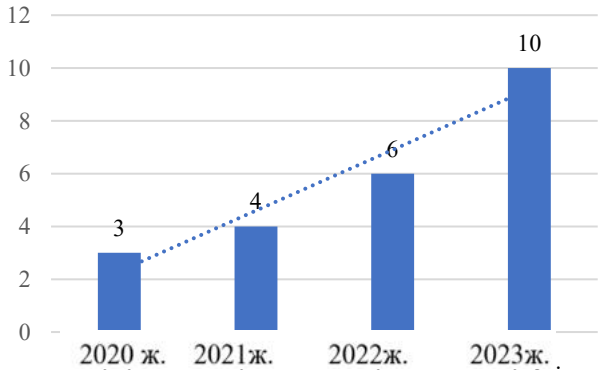
Соққы розеткасының жарығы (ақау коды - 320)



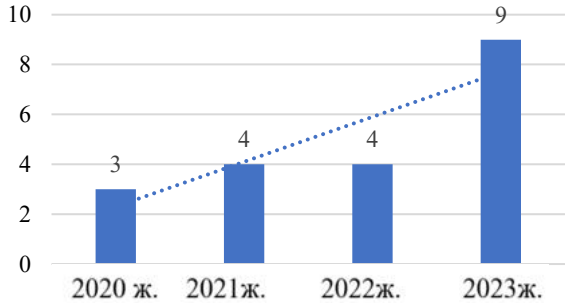
Автотіркегіш корпусындағы жарық (ақау коды - 304)



Маятникті аспаның үзілуі/жарығы (ақау коды - 381)



Розетка төбесі мен автотіркегіш құйрықшасы арасындағы саңылаудың талапқа сәйкес келмеу (ақау коды - 319)

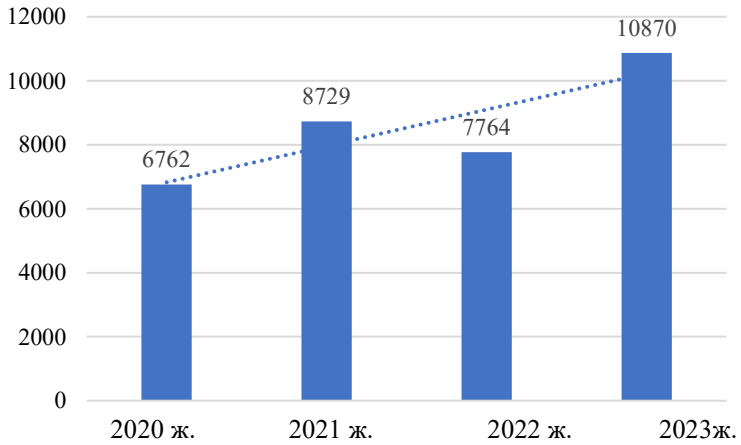




Сурет 2.28 - Автотіркегіш құрылғының ақаулығының негізгі түрлері

2020 жылдан 2023 жылға дейінгі кезеңде автотіркегіш құрылғылардың ақауларының айтарлықтай өсуі байқалады. Бұл олардың жай-күйінің нашарлауы мен аса назар аудару қажеттігін көрсетеді. Ең жиі кездесетін ақаулардың қатарында ағытқыш жетектің иінтірегінің сынуы (майысуы) (ақау коды 363), оның саны 67%-ға артқан; жұтқыш аппараттың жиынтық саңылауының 5 мм-ден артық боолуы (ақау коды -352), 111%-ға өскен; сондай-ақ жұтқыш аппаратының ақаулары (ақау коды – 348), олардың саны 91%-ға ұлғайған. Соққы розеткасындағы жарықтар, маятникті аспаның үзілуі немесе жарығы, автотіркегіштің сабырауы және розетка төбесі мен автотіркегіш құйрықшасы арасындағы саңылаудың талапқа сәйкес келмеуі сияқты ақаулардың да саны артқаны байқалды. Бұл ақаулар санының артуы автотіркегіш құрылғысы элементтерінің тозу деңгейінің жоғарығанын көрсетеді және оларды тұрақты бақылау мен уақытылы техникалық қызмет көрсетуді жетілдіру қажеттігін дәлелдейді.

2020-2023 жылдар аралығындағы Қарағанды теміржол бөлімшесінде анықталған шанақ ақауларының өзгеру динамикасы 2.29-суретте көрсетілген.



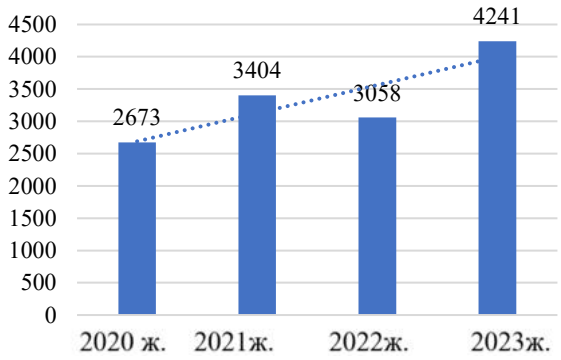
Сурет 2.29 – Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша жүк вагоны шанағының ақаулық динамикасы

Шанақтың ақаулары бойынша статистистикалық талдау 2020 жылдан 2023 жылға дейінгі кезеңде өсу үрдісін көрсетеді. Егер 2020 жылы 6762 жағдай тіркелсе, 2021 жылы олардың саны 8729-ға жетті. 2022 жылы 7764 жағдайға дейін аздап төмендеу байқалды, алайда 2023 жылы 10870 ақаулыққа дейін айтарлықтай өзгеріс болды.

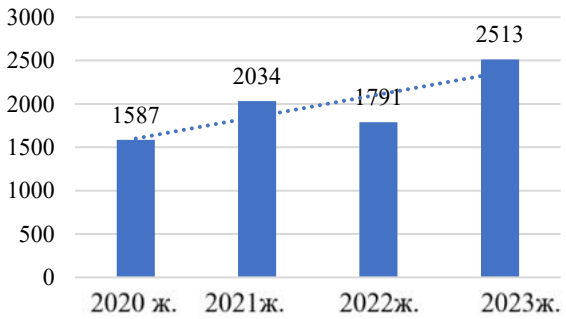
Мұндай өзгеріс шанақтың тозуы мен зақымдануына байланысты проблемалардың тұрақты өсуін көрсетеді, бұл жағдайдың одан әрі нашарлауын болдырмау үшін жоғары назар аударуды талап етеді.

Қарғанды теміржол бөлімшесі бойынша 2020-2023 жылдар аралығында анықталған шанақтың негізгі ақау түрлері 2.30-суретте көрсетілген.

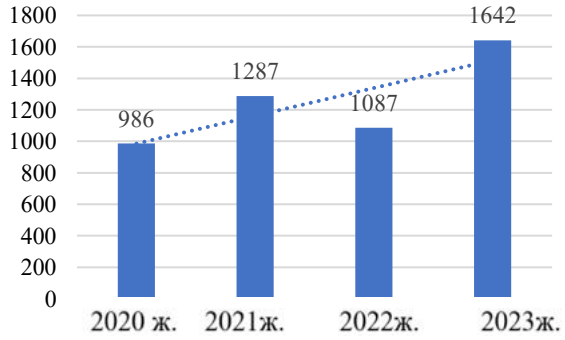
Люк бекітпесінің ақауы (ақау коды - 540)



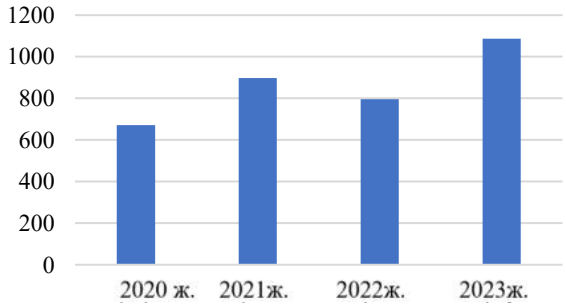
Мамандандырылған вагондардың тиеу-түсіру механизмдерінің ақауы (ақау коды - 549)



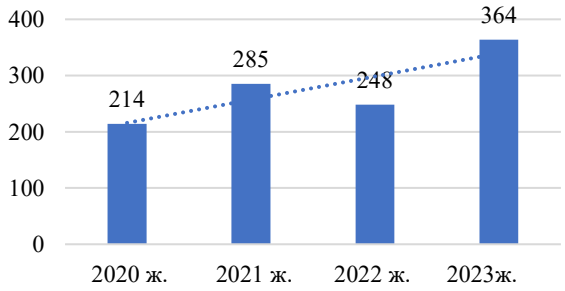
Тіректің дәнекерленгне жігінің үзілуі (ақау коды - 503)



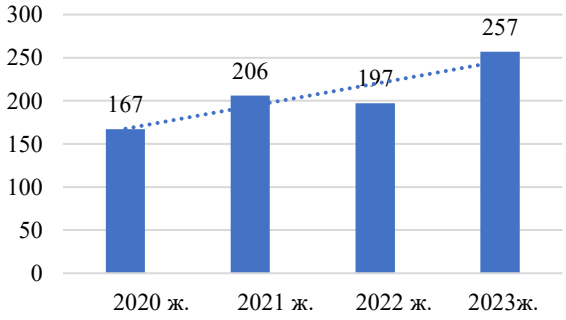
Люк қақпағы тірегінің тірек алаңының майсыуы (ақау коды - 565)



Сатылардың, тұтқалардың және аяқбасқыштардың жарығы/сынуы (ақау коды - 567)



Есік бектіпесінің ақауы (ақау коды - 537)





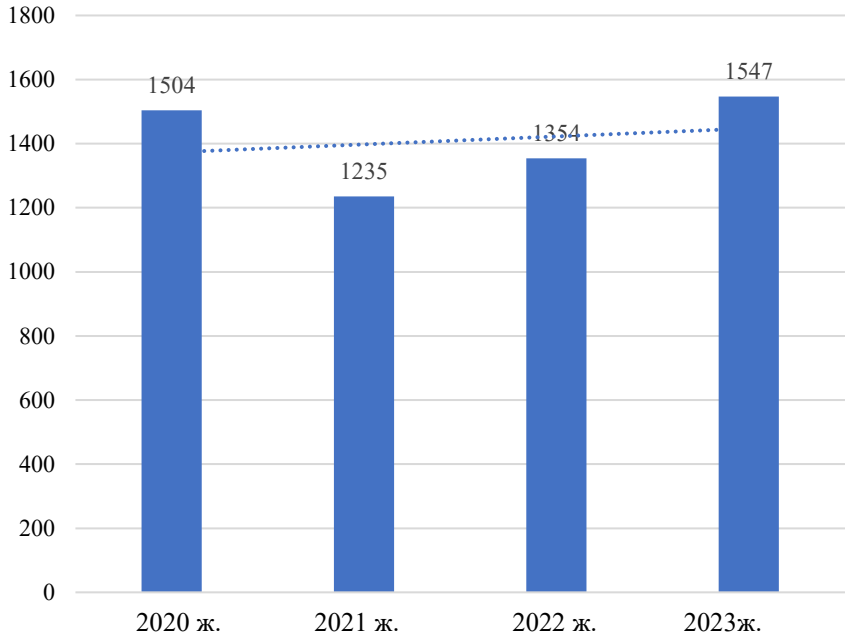
Сурет 2.30 – Шанақ ақауының негізгі түрлері

2020-2023 жылдар аралығындағы вагон шанағы ақауларын талдау олардың санының айтарлықтай артқанын көрсетті. Люк бекітпесінің ақауы 50%-дан астам өскен. Сонымен қатар, тиеу-түсіру механизмдерінің ақаулары мен тіректің дәнекерленген жігінің үзілу жағдайларының көбеюі шанақ элементтерінің тозғанын және профилактикалық шараларды күшейту қажеттігін көрсетеді. Есік бекітпесінің ақаулары, сондай-ақ сатылардың тұтқалары мен аяқбасқыштардың зақымдану жағдайларының артуы техникалық қызмет көрсету сапасын жетілдіру қажеттігін дәлелдейді. Бұл шаралар вагон шанақтарының сенімділігін арттыруға және олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді.

«Өзге де ақаулар» санаты бойынша жүргізілген талдау 2020 - 2023 жылдар аралығында анықталған ақаулардың саны бойынша салыстырмалы тұрақтылықты көрсетеді: көрсеткіштер 2020 жылғы 1504 жағдайдан 2023 жылы 1547-ге дейін құбылады. Едәуір ұлғаю байқалатын ақаулықтардың басқа санаттарына қарағанда, «өзге де ақаулар» бір деңгейде қалады, бұл ақаулардың осы түрлеріне әсер ететін пайдалануда немесе қызмет көрсетуде жүйелі өзгерістердің болмағанын көрсетуі мүмкін. Бұл ақаулар, әдетте, доңғалақ жұбы немесе шанақ сияқты вагонның негізгі элементтеріне жатпайтын ұсақ ақауларды қамтиды және қозғалыс қауіпсіздігіне елеулі әсер етпейді.

Аталған ақаулардың салыстырмалы түрде елеусіз болып көрінгеніне қарамастан, олардың жиі қайталануы тұрақты техникалық қызмет көрсетуді және мерзімді тексерулерді талап етеді. Бұл жылжымалы құрамды тиімді және үздіксіз пайдалануды қамтамасыз ету үшін ұсақ ақауларды қоса алғанда, барлық түрдегі ақаулықтарды диагностикалау мен алдын алуға кешенді көзқарастың қажеттігін атап көрсетеді.

2020-2023 жылдар аралығында Қарағанды теміржол бөлімшесінде тіркелген өзге ақаулардың өзгеру динамикасы 2.31-суретте көрсетілген.



Сурет 2.31 – Өзге ақаулардың динамикасы

2020 - 2023 жылдар аралығындағы кезеңде жүк вагондарының ақаулықтары жөніндегі деректерді талдау доңғалақ жұптары, автотежегіш жабдықтар, автотіркегіш құрылғылар мен шанақтар сияқты түйінді тораптарда істен шығулар санының тұрақты өсу үрдісін көрсетеді. Ақаулардың осы санаттары ерекше назар аударуды талап етеді, өйткені тасымалдау процесінің қауіпсіздігі мен сенімділігін тікелей айқындайды.

Вагондардың техникалық жай-күйін бақылаудың қолданыстағы жүйелерінің болуына қарамастан, ағытпалар санының айтарлықтай төмендеуі байқалмайды. Бұл техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастырудың дәстүрлі тәсілдері қарқынды пайдалану жағдайларында бұзылулардың уақтылы алдын алуды толық қамтамасыз етпейтінін растайды.

Зерттелетін кезеңдегі негізгі тораптар мен бөлшектері бойынша статистикалық мәліметтерді жинақтау Қарағанды теміржол бөлімшесінің теміржол учаскелеріндегі қозғалыс қауіпсіздігінің жағдайы әлі де күрделі күйде екенін көретті. Ақаулардың жоғары жиілігі пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа ұйымдастырушылық шешімдерді әзірлеу және жылжымалы құрамды одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін құру қажеттігін негіздейді. Аталған мәселелер келесі тарауда қарастырылады.

Екінші тарау бойынша қорытынды

Қарағанды теміржол бөлімшесінде жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен техникалық қызмет көрсету жүйесін талдау нәтижесінде келесі қорытындылар жасалды:

1. Визуалды тексеру нәтижелері мен техникалық анықтамаладрды талдау вагондардың негізгі тораптарының техникалық жай-күйі қанағаттанарлықсыз екенін көрсетті. Арбалардың құйма бөлшектері мен жүріс бөліктерінде тозудың жоғары деңгейі байқалды. Бұл жағдай вагон пракнің басым бөлігінің жекенменшікке өтуімен және жүк тасымалы көлемінің тұрақты өсуімен байланысты.

2. Техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстары, сондай-ақ ТҚКП-де міндетті техникалық тексерулер тұрақты жүргізілгеніне қарамастан, 202-2023 жылдардағы статистикалық мәліметтер жоспардан тыс ААЖ-ге жіберілетін вагондар санының тқрақты өсуін көрсетті. Бұл қолданыстағы техникалық бақылау әдістерінің жасырын ақауларды дер кезінде анықтап, поезд қозғалысы барысында олардың туындауының алдын алуда жеткілікті тиімді емес екенін дәлелдейді.

3. Жүргізілген зерттеу барысында анықталған мәселелер жүк вагондарын пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған жаңа тәсілдерді әзірлеу қажеттігін көрсетті. Осыған байланысты вагондардың одан әрі пайдаоану стратегиясын таңдауға арналған шешім қабылдау алгоритмін әзірлеу, сонлай-ақ ақаулардың туындау ықтималдығын ескере отыпры. Бөлімшенің ірі ТҚКП-ы арасында қослақы бөлшектерді тиімді қайта бөлу моделін қалыптасыру қажеттілігі негізделді.

3 ЖҮК ВАГОНДАРЫН ПАЙДАЛАНУ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУДЫҢ ЫҚТИМАЛДЫҚ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ

3.1 Жүк вагондарын одан әрі пайдаланудың оңтайлы шешімін таңдау бойынша оңтайлылық өлшемшарттарын негіздеу

Оңтайлылық критерийі – бұл объектінің сандық сипаттамалары негізінде оның сапасын бағалау әдісі. Оңтайлылық критерийі нақты объектінің немесе процестің тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді. Оңтайландыру процесінде таңдалған оңтайлылық критерийіне сәйкес мақсаттық функция қалыптастырылады, оның негізінде тиімді шешім қабылданады [145].

Оңтайлылық критерийі қызметтің белгілі бір түрі шеңберінде ең тиімді шешімді қабылдау үшін орындалуы тиіс нақты мақсаттар мен міндеттерді айқындайды. Міндеттер шешім қабылдау процесін жүйелеуге, құрылымдауға және таңдалған шешімнің объективті негізділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Оңтайлылық критерийері тиімді әрі қолдануға жарамды болуы үшін келесі талаптарға сәйкес келуі қажет:

- сандық түрде өлшенуі тиіс, бұл әртүрлі нұсқаларды объективті бағалауға және салыстыруға мүмкіндік береді;
- нақты қызметтің мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес болуы тиіс;
- қарастырылып отырған мәселенің немесе міндеттің барлық маңызды аспектілерін қамтуы қажет;
- сандық және сапалық талдау жүргізуге мүмкіндік беруі тиіс;
- математикалық тұрғыдан қарапайым түрде орнектеліп, ең тиімді шешімді объективті бағалау мен таңдауды қамтамасыз ететін жеткілікті дәлдікке ие болуы қажет.

Оңтайландыру міндеттерінің түрі мен деңгейіне байланысты қолданылатын негізгі оңтайлылық критерийлері төмендегідей жіктеледі (3.1-кесте):

Кесте 3.1 - Оңтайлылық критерийлерінің түрлері

Оңтайлылық критерийі				
Экономикалық	Технико-экономические	Технологиялық	Эксплуатациялық	Басқа
- шығындарды азайту - пайданы арттыру - рентабельділік - өтелу мерзімі	- ресурстарды пайдалану тиімділігі - еңбек өнімділігі - капитал салымдарының тиімділігі - экономикалық тұрақтылығы	- инновациялылығы - технологиялық үйлесімділігі - технологиялық процесстің жылдамдығы - өнім сапасы	- сенімділігі - ұзақмерзімділігі - техникалық қызмет көрсету және жөндеу - пайдалану қауіпсіздігі	- әлеуметтік - экологиялық

Оңтайлылық критерийлерінің әрбір санаты қызметтің маңызды аспектілерін қамтып, қабылдалатын шешімдерді жан-жақты бағалауға және олардың ішінен ең тиімдісін таңдауға мүмкіндік береді. Аталған критерийлерді кешенді түрде

қолдану басқару және оңтайландыру процестерінің тиімділігін арттырып, ғылыми негізделген әрі оңтайлы шешім қабылдауды қамтамасыз етеді.

Вагондар паркін пайдалану тұрғысынан алғанда, оңтайлылық критерийі вагондарды басқару мен пайдаланудың барынша тиімді стратегияларын анықтауға мүмкіндік береді. Ол пайдалану шығындарын азайтып, өндірістік тиімділікті және экономикалық нәтижелілікті, соның ішінде пайданы арттыруды қамтамасыз етеді.

Жүк вагондарын пайдалану тиімділігін арттыру үшін оңтайлылық критерийін таңдау кезінде жылжымалы құрамның техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне әсер ететін факторлардың жиынтығын ескеру қажет. Кәсіпорынның стратегиялық мақсаттарына және өңірдің ерекшелігіне қарай оңтайлылық критерийлері мынадай бағыттар бойынша жіктелуі мүмкін:

1. Шығындарды азайту:

- пайдалану шығындары: отынға, электр энергиясына, майлау материалдарына және еңбекақы төлеуге арналған шығындарды азайту;

- техникалық қызмет көрсетуге және жөндеуге арналған шығындар (ТҚ және Ж): вагондардың техникалық жай-күйін бақылау әдісін енгізу (әдісті әзірлеу) арқылы профилактикалық жұмыстар мен жөндеу шығындарын азайту;

- логистикалық шығындар: тапшы қосалқы бөлшектерді күту барысында вагондардың бос тұруына байланысты шығындарды азайту;

- амортизациялық аударымдар: вагонның қызмет ету мерзімін ұзарту үшін оның ресурсын тиімді басқару.

2. Вагондар паркін пайдалану коэффициентін арттыру:

- паркті пайдалану коэффициентін арттыру: вагондарды тиеу жүктемесін арттыру және олардың бос тұру уақытын қысқарту;

- ТҚКП-да операцияларын жеделдету есебінен вагон айналымының уақытын қысқарту.

3. Сенімділік пен қауіпсіздікті арттыру:

- жоспардан тыс ағытулардың жиілігін төмендету және техникалық бақылау сапасын арттыру жолымен апаттық жағдайлардың алдын алу.

4. Экологиялық тиімділік:

- қоршаған ортаға теріс әсерді азайту және энергия тиімділігін арттыру.

Темір жол саласының жұмыс істеуінің қазіргі жағдайларында айтарлықтай өзгерді. Вагон паркінің едәуір бөлігі жеке меншікке өтті. Осыған байланысты жылжымалы құрамды пайдалану мақсаты коммерциялық тиімділікті қамиамасыз етуге бағытталды.

Пайданы барынша арттыру көлік жүйесінің экономикалық тиімділігінің басты көрсеткішіне айналды. Жүк вагондарын пайдалану тұрғысынан алғанда, пайда пайдалану, техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындарынан асатын табыс көлемін сипаттайды. Бұл көрсеткіш вагондар паркін пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалауға және басқару шешімдерінің нәтижелілігін анықтауға мүмкіндік береді.

Осылайша, ванодар паркінің басым бөлігі жеке меншікке өткен жағдайда тасымалдардың табыстылығын арттыру қажеттілігі ескеріле отырып, зерттеуде

негізгі оңтайлылық критерийі ретінде пайданы барынша арттыру (П → max) қабылданды.

Пайда вагон шаруашылығының жоғары рентабельділігін қамтамасыз етіп, қолда бар ресурстардың тиімді пайдаланылуын және коммерциялық стратегиялардың нәтижелі жүзеге асырылуын көрсетеді. Нарықтық экономика жағдайында табыстылық кәсіпорынның тұрақты дамуы мен бәсекеге қабілеттілігін айқындайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады.

Пайда вагон шаруашылығын қолдауға және дамытуға қажетті ішкі қаржы ресурстарының негізгі көзі болып табылады. Пайданы барынша арттыру вагондардың жұмысқа қабілеттілігін, қозғалыс қауіпсіздігін және сенімділігін қамтамасыз етуге, сонлай-ақ вагондар паркінің жас құрамын жаңартуға мүмкіндік береді.

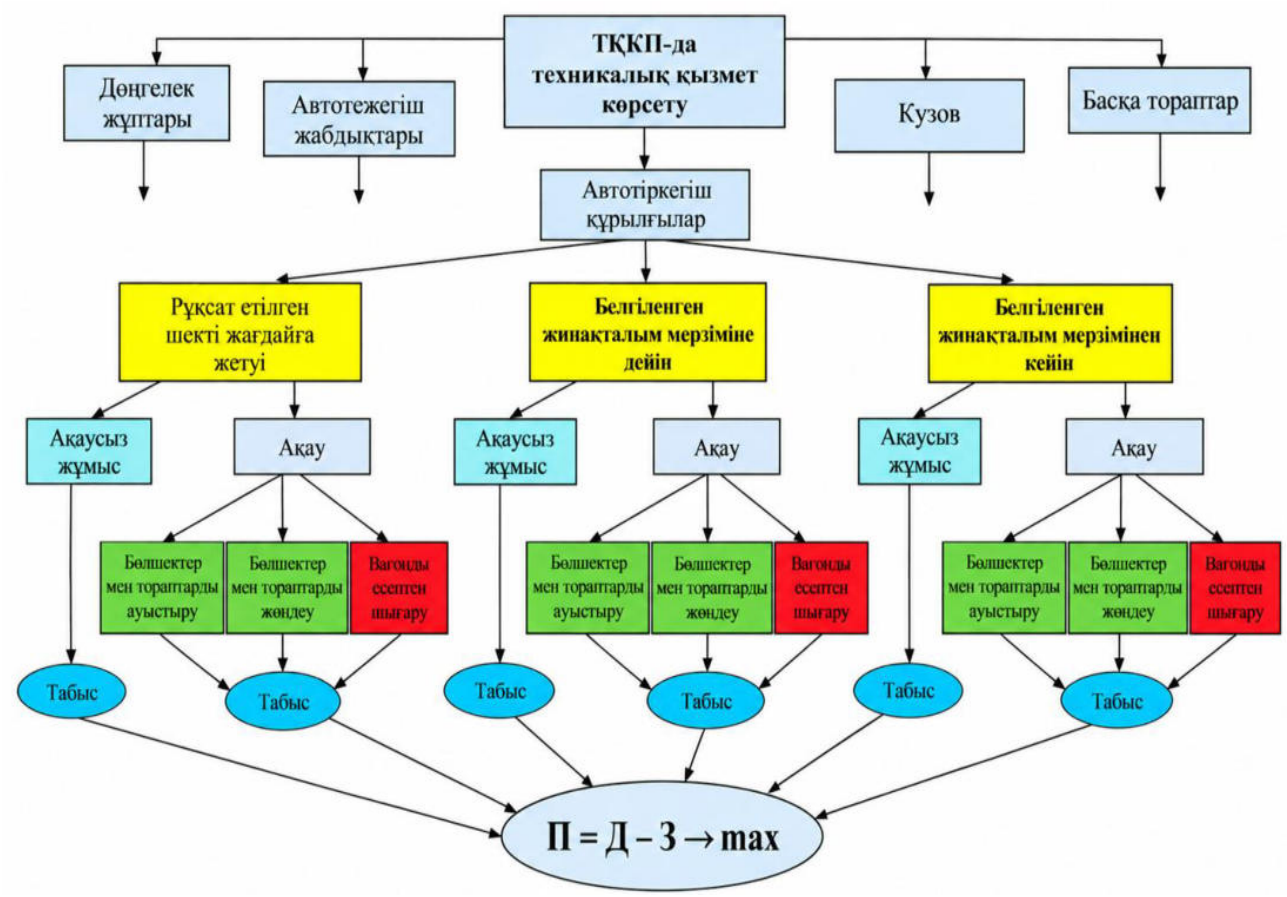
Осылайша, пайданы барынша арттыру критерийі жүк вагондарын пайдалану тиімділігін бағалаудағы ең маңызды критерий болып табылады, өйткені ол экономикалық тұрақтылықты, рентабельділікті, инвестициялық тартымдылықты және қаржылық орнықтылықты кешенді түрде қамтиды. Бқл критерийді қолдану вагон шаруашылығы қызметін оңтайландыруға жан-жақты әрі объективті көзқарасты қамтамасыз етеді.

Жоспардан тыс істен шығу тәуекелдерін барынша азайту вагон паркін пайдалану кезінде пайданы барынша арттырудың қажетті шарты болып табылады. Бұл міндетті іске асыру тораптардың жай-күйін бағалауға жүйелі көзқарасты талап етеді. Осыған байланысты келесі бөлімде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде оңтайлы шешімді таңдау алгоритмі ұсынылған.

3.2 Жүк вагондарын одан әрі пайдалану бойынша оңтайлы шешімді таңдау алгоритмі

Әзірленген алгоритм ТҚК шығындары мен ақаулардың туындау тәуекелі арасында оңтайлы теңгерімді қамтамасыз ету арқылы пайданы арттыруға бағытталған. Алгоритмді тәжірибеде қолдану үшін Қарағанды-Сұрыптау «Солтүстік» ТҚКП ақпараттық базасының деректері пайдаланылды. Ұсынылған іс-әрекеттер тізбегі вагон тораптарының техникалық жай-күйі туралы нақты мәліметтер негізінде жылжымады құрамның әрбір бірлігі үшін пайдалудың экономикалық тұрғыдан ең тиімді нұсқасын таңдауға мүмкіндік береді.

Қазақстандағы вагондар паркінің басым бөлігі жеке компанияларға тиесілі, әрі қолданыстағы жөндеу қағидалары қазіргі заманғы талаптарға толық жауап бермейді, себебі меншік иесінің экономикалық пайдасын ескермейді. Осыған байланысты вагонды одан әрі пайдалану бойынша шешімнің оңтайлы нұсқасын анықтайтын жаңа тәсіл қажет. Пайданы барынша арттыру критерийін іске асыру мақсатында осы зерттеу жұмысында шешім қабылдау алгоритмі әзірленді, ол граф түрінде 3.1-суретте ұсынылған [144].

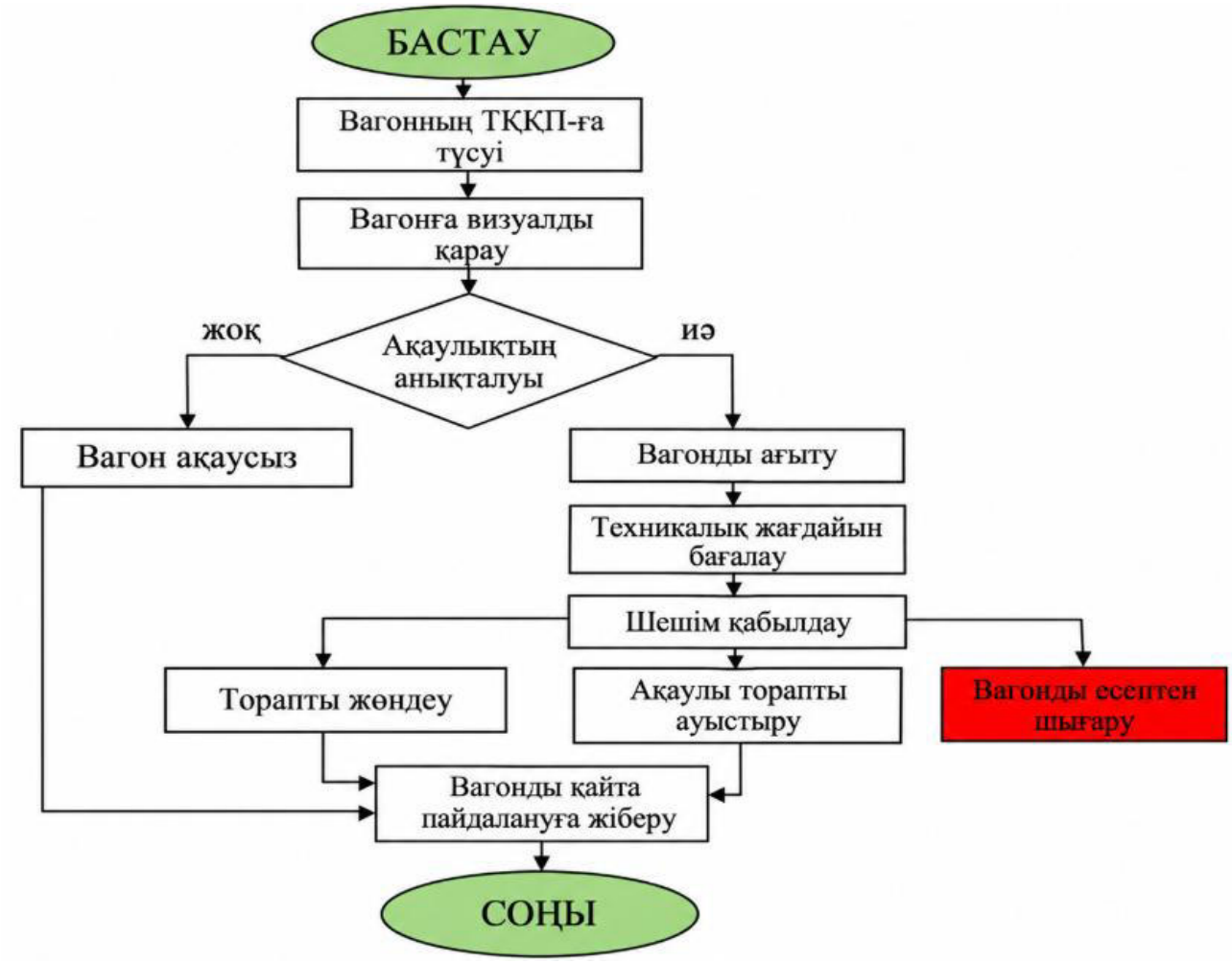


3.1-сурет - Жүк вагонын одан әрі пайдалану жөніндегі шешім қабылдау алгоритмінің графы

Вагонның барлық негізгі тораптарын қамтитын толық алгоритм графы Ж қосымшасында келтірілген. Алгоритм 2 тараудың 2.3-бөлімінде жүргізілген статистикалық талдау нәтижелері негізінде вагонның негізгі тораптары бойынша (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, автотіркегіш құрылғысы, шанақ және өзге де ақаулар) әзірленді.

Алгоритм ең алдымен ашық вагондарға бағдарланған, өйткені олар Қазақстан Республикасының жүк паркінің негізін құрайды (42,6%). Бұл ретте ұсынылған әдістеме әмбебап болып табылады, оның логикасы мен бағалау критерийлері вагондардың басқа типтері үшін, сондай-ақ көліктің басқа түрлері үшін жарамды. Бұл барынша жоғары экономикалық тиімділікке, яғни пайданы барынша арттыруға қол жеткізудің бірыңғай тәсілін сақтай отырып, алгоритмді әртүрлі көлік құралдарының ерекшеліктеріне бейімдеуге мүмкіндік береді.

Ұсынылатын жүйенің логикалық негізі тораптардың параметрлерін нақты басқару шешімдерімен байланыстырады. Осы мақсатта нақты өндірістік жағдайларда шешім қабылдау үдерісін бейнелейтін граф құрастырылды. Ол 3.2-сурете көрсетіліп, жүк вагонын одан әрі пайдалану жөніндегі шешім қабылдау ретін көрнекі түрде сипаттайды.



Сурет 3.2 – ТҚКП-де вагонның техникалық жай-күйі бойынша тексеру және шешім қабылдау алгоритмінің блок-схемасы

Вагон қараушыларынан келі түскен мәліметтер №808 Нұсқаулықтың талаптарымен салыстырылып, олардың негізінде экономикалық тұрғыдан ең тиімді шешім қабылданады: вагонды әрі қарай пайдалануға жіберу, жөндеуге жіберу, ақаулы бөлшекті төмендетілген қор есебінен ауыстыру немесе вагонды есептен шығару. Алгоритмнің технологиялық үдерістегі жұмыс істеу реттілігін қарастырайық:

1-кезең. Құрамды қозғалыс кезінде бақылау («Жүріп келе жатқан» қарсы алу)

Әзірленген алгоритмнің нақты технологиялық үдерістегі жұмыс ісетуі жүк поездының Қарағанды-Сұрыптау станциясына келу сәтінен басталады. Вагон қараушылар поезд станция мойнына жақындағанға дейін арнайы белгіленген қауіпсіздік орындарында орналасып, қозғалыстағы вагондарға техникалық бақылау жүргізеді. Тексеру поездың жылдамдығы 15-20 км/сағ барысында орындалады. Осы кезеңде көзбен шолып бақылау бақылау мен акустикалық бақылау әдістері қатар қолданылады, бұл тоқтап тұрған құрамнан анықтау қиын болатын жасырын ақауларды ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді.

Поезды жүріс үстінде қарсы алу кезінде жүріс бөліктерінің жұмысынан шығатын дыбыстық белгілерге ерекше назар аударылады. Акустикалық бақылау

тәжірибелі маманға доңғалақтардың сырғанау іздерін (ползун), наварларды немесе доңғалақ бетіндегі терең ойықтарды рельспен жанасу кезінде пайда болатын ырғақты соққы дыбыстары арқылы анықтауға мүмкіндік береді. Бұл дыбыстардың жиілігі поезд қозғалысының жылдамдығына байланысты өзгеріп отырады. Сонымен қатар вагон қараушысы әрбір вагонның қозғалыс сипатвн бағалап, арбалардың шамадан тыс шайқалуына немесе шанақтың қалыптан тыс қисаюына назар аударады. Мұндай белгілер рама геометриясының бұзылуын немесе рессорлық аспаның серіппелерінің ссынуын көрсетуі мүмкін.

ТҚКП-ның технологиялық процесіне сәйкес осы кезеңдегі негізгі бақылау көрсеткіштерінің бірі вагонның тербеліс амплитудасы болып табылады. Егер вагон бақылау орынан өткен кезде шанақтың жоғары бөлігі тік осьтен 500 мм-ден артық ауытқыса, бқл әзрленген алгоритм үшін елеулі ақаудың алғашқы кіріс белгісі ретінд қабылданады. Мұндай тербелістер көбінесе тербеліс сөндіргіштердің серпімділік қасиеттерінің төмендеуін немесе жартылау вагонның біркелкі жүктелмеуін көрсетеді. Бұл өз кезегінде қозғалыс қауіпсіздігіне кері әсер етіп. Вагонның рельстен шығып кету қаупін арттырады.

Осылайша, поезд қабылдау жолына толық тоқтап, тежегіш башмактармен бекітілгенге дейін-ақ визуалды және акустикалық бақылау нәтижелері негізінде интеллектуалды жүйе қосымша тексеруді қажет ететін вагондардың алдын ала тізімін қалыптастырады. Бұл келесі кезеңде жүргізілетін аспаптық бақылау барысында вагон қараушыларының назарын ең алдымен осы вагондарға аударуға мүкіндік береді. Тексеру кезінде диссертацияның 2-тарауының 2.2-бөлімінде келтірілген өлшеу шаблондары қолданылады.

2-кезең. Құрамды тоқтатқаннан кейін техникалық тексеру

Жүк құрамы Қарағанды-Сұрыптау станциясының қабылдау-жөнелту жолдарында толығымен тоқтап, тежегіш табандықтармен сенімді бекітілгеннен кейін жұмыстың ең жауапты кезеңі - алгоритмді нақты сандық деректермен толтыру басталады. Егер бірінші кезеңде, қозғалыс кезінде ақаулардың жанама белгілерін ғана тіркеген болса, осы кезеңде вагонды қараушылар тобы әрбір вагонның техникалық жай-күйін жан-жақты аспаптық тексеруге кіріседі.

Әзірленген алгоритм (3.1-сурет) дұрыс шешім қабылдауы үшін оның логикасына техникалық қызмет көрсетудің үш негізгі ережесі енгізілген. 3.2-кестеде келтірілген ережелер жүйенің әрбір бөлшектің жай-күйін қандай сценарий бойынша бағалайтынын анықтайды: оның нақты тозуы, қызмет ету уақыты немесе кенеттен болған ақаудың туындау фактісі бойынша.

Кесте 3.2 - Жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету ережесі [49]

№	Техникалық қызмет көрсету қағидалары	Сипаттамасы
1	2	3
1	Шекті техникалық жай-күй қағидаты	Жөндеу торап немесе бөлшек белгіленген тозу шегіне немесе шекті техникалық жай-күйге жеткен кезде жүргізіледі.

Кесте 3.2 жалғасы

1	2	3
2	Күнтізбелік мерзім қағидаты	Техникалық қызмет көрсету және жөндеу вагонның нақты техникалық жай-күйіне қарамастан, алдын ала белгіленген уақыт аралығынан кейін орындалады.
3	Істен шығуға дейінгі жұмыс қағидаты	Жөндеу тораптың немесе бөлшектің ақауы анықталғаннан кейін немесе толық істен шығуы бойынша жүргізіледі.

Аталған үш ереже әзірленген алгоритм графының негізін құрайды. Жүк вагонын одан әрі пайдалану жөніндегі шешім қабылдау алгоритмінің графында (3.1-сурет) олар сары түспен белгіленгне шешім қабылдау блоктары түрінде көрсетілген. Мысалы, вагон қараушысы доңғалақ параметрлерін өлшеген кезде «Шекті техникалық жай-күйі ережесі» қолданылады, ал вагон күнтізбелік мерзімге сәйкес жоспарлы тексеруге келген жағжайжа «Күнтізбелік мерзім ережесі» басшылыққа алынады.

Енді бұл ережелер вагонның нақты тораптарына қалай қолданылатынын және бұл ретте қандай параметрлер өлшенетінін нақты қарастыратын боламыз. Мамандар арнайы өлшеу құралдарын, шаблондар мен диагностикалық құралдарды пайдалана отырып, құрамның екі жағына бөлінеді. Бұл кезең визуалды бақылауларды қатаң сандық көрсеткіштерге келтіріледі, олар шешім қабылдаудың барлық логикалық моделінің негізгі ақпараттық базасын құрайды. Әрбір өлшеу вагонның нақты техникалық жай-күйін сипаттайтын параметр болып табылады және алгоритм бойынша қозғалыс қауіпсіздігінің нормативтік мәнімен салыстырылады.

1. Доңғалақ жұптары мен букса тораптарын диагностикалау

Доңғалақ жұптары вагонның ең көп жүктеме түсетін тораптарының бірі болып табылады. Сондықтан бқл жағдайда алгоритм негіщінен шекті техникалық жай-күй ережесіне сүйенеді. Вагон қараушы доңғалақтың пайдалану барысында рельспен жанасу нәтижесінде пайда болған тозу деңгейін анықтау үшін арнайы өлшеу құралы – абсолюттік шаблонды қолданады.

Алгоритмнің кіріс деректерін доңғалақтың домалау бетінің тозу тереңдігі (прокат), доңғалақ қырының (гребень) қалыңдығы, сондай-ақ доңғалақ жұпатарында анықталған басқа да қауіпті ақаулар туралы мәліметтер құрайды. Мысалы, домалау бетінің тозуы белгіленген шекті мәннен асқан жағдайда вагонның дірілі күшейіп, теміржол жолының қарқынды тозуына әкеледі. Ал доңғалақ қырының қалыңдығы рұқста етілген ең төменгі мәнге дейіе азайса, вагонның рельстен шығып кету қаупі едәуір артайды.

Өлшеу нәтижесінде алынған барлық тозу көрсткіштері миллиметрмен тіркеліп, алгоритмге енгізілдеі. Бұдан кейін алгоритм оларды №808-2017 ПКБ ЦВ нұсқаулығында [51] белгіленген нормативтік мәндермен салыстырады. Аталған нормативтер 3.3-кестеде келтірілген.

Кесте 3.3 – Доңғалақ жұптары бойынша тозудың шекті нормалары

№	Бақылау параметрі	Шекті мәні	Қабылданатын шешім
1	Домалау шеңбері бойынша біркелкі тозу (прокат)	> 9 мм	Ағымдағы жөндеу (қайта жону)
2	Доңғалақ қырының (гребень) қалыңдығы	< 25 мм немесе > 33 мм	Қайта жону / балқытып қалпына келтіру
3	Доңғалақ құрсауының (обод) қалыңдығы	< 22 мм	Доңғалақ жұбын ауыстыру
4	Ползун (ойық)	> 1 мм	Қайта жону
5	Бір осьтегі доңғалақ диаметрлерінің айырмасы	> 2 мм	Жұптап мәжбүрлі қайта жону
6	Осьтің немесе доңғалақтың жарықтары	Кез келген	Пайдаланудан шығару

Доңғалақ жұптарының геометриялық параметрлерін өлшеу аяқталғаннан кейін букса тораптардың жай-күйіне ерекше назар аударылады. Букса вагонның ең жауапты элементтерінің бірі болып табылады, себебі ол домалау мойынтіректері арқылы вагон шанағынан түсетін жүктемені доңғалақ жұптарының осіне береді. Әзірленген алгоритмде букса тораптарын диагностикалау визуалды тексеруді, температуралық бақылауды және автоматтандырылған бақылау жүйелерінен алынған деректерді кешенді түрде пайдалануға негізделген. Бұл мойынтіректердегі жасырын ақауларды ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді.

Букса тораптарының жарамдылығының негізгі көрсеткіші оның температуралық режимі болып табылады. Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚП-де вагон қараушылар букса корпусының температурасын өлшеу үшін жанаспайтын пирометрді пайдаланады. Егер букса корпусының температурасы қоршаған орта температурасынан 35°С -тан артық болса, алгоритм тораптың қызып кеткенін бірден анықтайды.

Температуралық бақылаудан басқа, алгоритм тығыздағыштардың герметикалығын және бекіту элементтерінің техникалық жай-күйін бағалайды. Букса корпусында жаңа май іздерінің пайда болуы немесе М110 стопорлық планкасының бекіту болттарының босауы торап жұмысының бұзылғанын көрсететін тікелей белгілер болып табылады. Температура қалыпты болған жағдайда да мұндай ақаулар анықталса, букса қапағы ашылып, толық техникалық тексеру жүргізіледі, немесе шаңның енуі немесе мойынтіректің бекітілуінің бұзылуы қозғалыс кезінде тораптың істен шығуына әкелуі мүмкін. Алгоритмде қолданылатын барлық бақылау параметрлері мен сәйкес басқарушылық шешімдер 3.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 3.4 - Букстік тораптардың техникалық жай-күйінің шекті параметрлері

№	Бақылау параметрі	Шекті мәні	Техникалық жай-күйінің бағалануы	Қабылданатын мүмкін шешім
1	2	3	4	5

Кесте 3.4 жалғасы

1	2	3	4	5
1	Букса корпусы температурасының қоршаған орта температурасымен салыстырғандағы айырмасы	ΔT ≤ 35 °C	Қалыпты жұмыс режимі	Пайдалануға рұқсат етіледі
		ΔT> 35 °C	Буксаның қызып кетуі	Жоспардан тыс тексеру / Мойынтіректі ауыстыру
2	Вагонның бір жағындағы буксалар температураларының айырмасы	≤ 5 °C	Қалыпты жағдай	Пайдалануға рұқсат етіледі
		> 5 °C	Мойынтіректер жұмысының біркелкі еместігі	Вагонды ағытып алу/Техникалық тексеру
3	Мойынтіректің осьтік саңылауы (құрастыру кезінде)	0,03–0,20 мм	Қалыпты жағдай	Пайдалануға рұқсат етіледі
		Нормадан тыс	Домалау элементтерінің тозуы немесе бұзылуы	Мойынтіректі ауыстыру
4	Букса корпусының жарықтары	Кез келген жағдайда	Критикалық ақау	Букса корпусын ауыстыру
5	Тығыздағыштардың герметикалығы	Жаңа май іздерінің болуы	Тығыздағыштың герметикалығының бұзылуы	Буксаны ашып техникалық қызмет көрсету
6	М110 бекіту элементтерінің жай-күйі	Болттардың немесе стопорлық планканың босауы	Бекітудің бұзылуы	Қақапақты ашып техникалық тексеру
7	Мойынтіректің шуы немесе дірілі	Акустикалық диагностика немесе тексеру нәтижесі бойынша	Мойынтіректің бұзыла бастауы	Мойынтіректі ауыстыру
8	Қозғалыс кезіндегі буксаның қызып кетуі (бақылау жүйесінің стгналдары бойынша)	КТСМ жүйесінің деректері бойынша	Мойынтіректің тұрып қалу қаупі	Поезды дереу тоқтату / Вагонды ағытып алу

Әзірленген алгоритмнің маңызды ерекшеліктерінің бірі – аспаптық тексеру нәтижелерін КТСМ сияқты сыртқы бақылау жүйелерінің деректерімен байланыстыруы (1-тарау, 1.3-бөлім, 1.17-кесте). Егер КТСМ жүйесі қозғалыс кезінде қауіпті белгі («дабыл») тіркесе, алгоритм бұл ақпаратты тек хабарлап қана қоймай, оны вагон қараушысының тексеру нәтижелерімен салыстырады. Қызып кету немесе бөгде шу анықталған жағдайда алгоритм торапты ауыстыру туралы шешім қабылдайды. Бұл қозғалыс қауіпсіздігін арттыруға, апаттық жағдайлардың алдын алуға және вагон иесінің жөндеу шығындарын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Әзірленген алгоритмді келесі маңызды кезең автотежеу жабдықтарының жай-күйін диагностикалау болып табылады. Егер жүріс бөліктері вагонның қозғалысын қамтамасыз етсе, автотежеу жүйесі кез келген пайдалану жағдайында ауыр салмақты поездың қауіпсіз тоқтауын қамтамасыз ететін негізгі қауіпсіздік жүйесі болып саналады. Осыған байланысты станция жолдарында вагон қараушы тежеу жүйесінің жұмысқа қабілеттілігін бағалау мақсатында оны әрі статикалық күйде, әрі толық қызметтік тежеу кезінде тексереді. Алынған нәтижелер алгоритмнің әрі қарай шешім қабылдауына негіз болады.

Бұл кезеңде өлшенетін негізгі параметр – тежегіш цилиндрі штогының шығу шамасы. Осы көрсеткіш бойынша алгоритм тежегіш қалыптарының доңғалаққа қаншалықты тиімді жанасатынын анықтайды. Егер штоктың шығу шамасы жеткіліксіз болса, тежегіш қалыптары доңғалаққа тұрақты жанасып, олардың қызып кетуі мүмкін. Ал штоктың шығу шамасы белгіленген мәннен артық болса, қажетті тежеу күші қамтамасыз етілмейді. Вагон қараушысы бұл қашықтықты өлшеу сызғышымен өлшеп, алынған мәндері алгоритмге енгізеді. Бұдан кейін алгоритм оларды №808 Нұсқаулықтың нормативтік талаптармен [51] салыстырып, тежегіш иінтіректі берілісті реттеу жеткілікті ме, әлде торапқа күрделі жөндеу жүргізу қажет пе екенін анықтайды.

Сондай-ақ алгоритм тежегіш қалыптарының жай-күйін ескереді. Вагон қараушысы олардың қалыңдығын визуалды бағалайды. Егер композициялық тежегіш қалыптарының қалыңдығы шекті мәнге дейін азайса, оларды дереу ауыстыру қажет. Себебі мұндай жағдайда тежеу доңғалақ пен металл қалыптың тікелей жанасуы арқылы жүзеге асып, доңғалақтың домалау бетінің зақымдануы мүмкін. Алгоритмде ескерілетін барлық бақылау көрсеткіштері мен оларға сәйкес қабылданатын басқарушылық шешімдер 3.5-кестеде келтірілген.

Кесте 3.5 – Автотежеу жабдықтарының техникалық жай-күйінің шекті параметрлері

№	Бақылау параметрі	Шекті мәні	Техникалық жай-күйдің бағалануы	Қабылданатын мүмкін шешім
1	2	3	4	5
1	Шойын тежегіш қалыптарының қалыңдығы	< 12 мм	Критикалық тозу	Тежегіш қалыптарын ауыстыру
	Композициялық тежегіш қалыптарының қалыңдығы	< 14 мм (металл негізді қалыптар үшін - 10 мм)	Критикалық тозу	Тежегіш қалыптарын ауыстыру
	Тежегіш қалыптарының қалыңдығы шекті мәнге жақын (≈15 мм)	Қалдық пайдалану ресурсы шектеулі	Келесі техникалық қызмет көрсетуге дейінгі ресурсын бағалау/Жоспарлы ауыстыру	

Кесте 3.5 жалғасы

1	2	3	4	5
2	Тежегіш цилиндрі штогының шығу шамасы	50–100 мм	Қалыпты жұмыс режимі	Пайдалануға рұқсат етіледі
		> 175 мм	Тежеу күшінің жеткіліксіздігі	Иінтіректі берілісті реттеу/Вагонды ағытып алу
3	Тежеу магистралінің герметикалығы	1 минуттағы қысымның төмендеуі ≤ 0,02 МПа	Қалыпты жағдай	Пайдалануға рұқсат етіледі
		> 0,02 МПа	Ауа шығыны	Ауа шығынын анықтау/Жөндеу
4	Ауа таратқыштың, үштіктердің және жалғағыш жеңдердің тұтастығы	Кез келген жарықтар	Критикалық ақау	Бөлшекті ауыстыру/Вагонды ағытып алу
5	Тежеу жеңінің үзілуі немесе зақымдануы	Кез келген жағдайда	Тежеу магистралінің бұзылуы	Дереу ауыстыру
6	Вагонда тежеу жүйесінің жұмыс істемеуі	Тежеу әсерінің болмауы	Жүйенің істен шығуы	Вагонды ағытып алу
7	Иінтіректі берілістің реттелуінің бұзылуы	Тежеудің біркелкі болмауы	Тежеу тиімділігінің төмендеуі	Иінтіректі берілісті реттеу

3.5-кестеде келтірілген параметрлер алгоритмге тежегіш жүйесінің техникалық жай-күйіне көпдеңгейлі бағалау жүргізуге мүмкіндік береді. Кез келген ауытқу вагонды сөзсіз ағытуға әкелетін дәстүрлі тәсілге қарағанда, ұсынылған логикалық моделіміз ақауларды критикалық және пайдалану сипатындағы ақауларға бөледі. Критикалық ақауларға тежегіш жеңдерінің үзілуі, ауа таратқыш корпусындағы жарықтар немесе вагонда тежегіш әсерінің толық болмауы жатады. Мұндай жағдайларда вагонды одан әрі пайдалануға жол берілмейді және оны дереу ағытып жөндеуге жіберу туралы шешім қабылданады.

Сонымен қатар тежегіш цилиндрі штогының 175 мм-ден жоғары шығуы немесе тежегіш қалыптардың 14-15 мм деңгейге дейін тозуы сияқты көрсеткіштер жүйемен шекаралық жай-күй ретінде қарастырылады. Бұл жағдайда алгоритм 3.1-кестеден алынған ережелерге сүйене отырып, иінтіректік берілісті реттеуді жүргізу немесе тікелей станцияның қабылдау-жөнелту паркі жолдарындағы қалыптарды ауыстыру мүмкіндігін бағалайды. Бұл ақауды вагон қараушы ағымдағы ауысымның күшімен болатын жағдайда, вагонды депоға жіберуге байланысты маневрлік операцияларды орындау қажеттілігін болдырмауға мүмкіндік береді.

Келесі торап үлкен тарту және соққы жүктемелері кезінде поездың тұтастығын қамтамасыз ететін автотіркегіш құрылғы болып табылады. Автотіркегіштің геометриясындағы кез келген ауытқу жүру жолында құрамның өздігінен ағытылу қаупіне әкелуі мүмкін, бұл поездардың қауіпсіз қозғалысын сақтауға қатысты жол берілмейтін жағдай болып табылады.

Алгоритм бойынша (3.1-сурет) автотіркегіш екі негізгі бағыт бойынша тексеріледі: орналасу биіктігі және ілініс контурының тозуы. Тексеруші-жөндеуші № 873 үлгінің көмегімен рельс басынан автотіркегіш осіне дейінгі қашықтықты өлшейді (1-тарау, 1.3-бөлім, 1.16-кесте). Бұл сандық көрсеткіш өте маңызды болып табылады. Жүктелген жартылай вагондар үшін ол қатаң шекте 950-1080 мм аралығында болуы тиіс. Егер бөлшектердің тозуынан немесе рессорлы аспаның шөгуі салдарынан автотіркегіштің биіктігі белгіленген шектен төмен түссе, алгоритм мұндай жағдайды бірден «Істен шығу» күйі ретінде анықтайды.

Алынған өлшеу нәтижелері алгоитм арқылы 3.6-кестеде келтірілген нормативтік мәндермен салыстырылады.

3.6-кесте - Автотіркегіш құрылғысының техникалық жай-күйін бағалаудың шекті параметрлері

№	Бақылау параметрі	Шекті мәні	Техникалық жай-күйдің бағалануы	Қабылданатын шешім
1	2	3	4	5
1	Автотіркегіштің рельс басының деңшейінен биіктігі	980-1080 мм – қалыпты	Автотіркегіш габаритіне сәйкес келеді	Пайдалануға рұқсат етіледі
		Нормадан тыс	Автотіркегіш орналасу параметрінің бұзылуы	Аспаны реттеу/Жөндеу
2	Көршілес вагондар автотіркегіштерінің биіктік айырмасы	> 100 мм	Өздігінен ажырау қаупі	Вагонды ағытып алу
3	Автотіркегіш корпусының жарықтары	Кез келген	Критикалық ақау	Автотіркегішті ауыстыру
4	Құйрықша бөлігінің сынуы	Кез келген	Беріктіктің жоғалуы	Бөлшекті ауыстыру
5	Автотіркегіш құлпының тозуы	Ілінісуді қамтамасыз етпейді	Іліністі жүзеге асыру мүмкін емес	Құлыпты ауыстыру
6	Бөлшектердің болмауы	Кез келген	Құрылғы жұмысының бұзылуы	Вагонды ағытып алу/Бөлшекті ауыстыру
7	Автотіркегіштің еркін жүрісі	> нормадан жоғары	Соққы жүктемелерінің артуы	Құрылғыны жөндеу

Кесте 3.6 жалғасы

8	Автотіркегіш механизмінің кептелуі	ажыратылмайды	Механизмнің істен шығуы	Жөндеу немесе бөлшекті ауыстыру
9	Тарту қамытының немесе жұтқыш аппаратының тозуы	> рұқсат етілген міннен жоғары	Амортизация қасиеттерінің төмендеуі	Жұтқыш аппаратын ауыстыру
10	Автотіркегіш зевінің ені (ілінісу контурының тозуы)	135 мм-ден аспайды	Металлдың шекті тозуы	Жөндеу немесе бөлшекті ауыстыру

Өлшемдерді шекті параметрлерімен салыстыру негізінде автотіркегіштің салбырауын маятниктік аспаның болттарын тікелей станция жолдарында ауыстыру арқылы жою, әлде торапқа депо жағдайында күрделі жөндеу жүргізу қажеттілігі анықталады.

3.6-кестеде келтірілген мәліметтерді талдау автотіркегіш құрылғысын юағалау кезінде алгоритмнің шешім қабылдау логикасы ерекше тәсілген негізделетінін көрсетеді. Мысалы, автотіркегіштің рельс басы деңгейінен биіктігі (1-тармақ) сияқты параметрлерді станция жолдарында аспаны реттеу арқылы қалпына келтіруге болады. Ал автотіркегіш корпусының жарықтары немесе клиннің сынуы сияқты ақаулар (3, 4, 6-тармақтар) критикалық ақаулар санатына жатады.

Мұндай жағдайларда алгоритм вагонның техникалық жай-күйін бірден «анықталған ақау» санатына ауыстырады, себебі қозғалыс кезінде поезд құрамының ажырау қаупі вагонды пайдаланудан алынуы мүмкін кез келген экономикалық тиімділіктен жоғары бағаланады. Сонымен қатар алгоритм икемді шешім қабылдау мүмкіндігін сақтайды. Мысалы, автотіркегіш құлпының немесе жұтқыш аппараттың тозуы анықталған жағдайда, егер ақауды станция жағдайында жою мүмкін болса, тиісті жөндеу жұмыстары орындалады. Бұл вагонды қысқа мерзімде қайта пайдалануға енгізуге және оны ағытып жөндеуге байланысты шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Келесі кезеңде вагон шанағының жай-күйі тексеріледі. Егер алдыңғы қарастырылған тораптар қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етсе, шанақ вагонның коммерциялық жарамдылығын, яғни жүкті жоғалтусыз және зақымдамай тасымалдау мүмкіндігін анықтайды. Вагон қараушы кузовтың қабырғаларын, еденін және түсіру люктерінің техникалық жай-күйін тексеріп, анықталған ақауларды алгоритмде пайдаланатын сандық көрсеткіштерге түрлендіреді.

Келесі маңызды элемент – вагон рамасы және оның орталық арқалығы болып табылады. Көтергіш құрылымдағы кез келген жарық жол берілмейтін ақау ретінде қарастырылып, вагонды пайдаланудан дереу шығаруды талап етеді. Сонымен қатар алгоритм люктердің жабылу тығыздығын да анықтайды. Мысалы, люк қақпағы мен отырғызу орны арасындағы саңылау 5 мм-ден асқан жағдайда жүктің төгілу қаупі туындайды. Алгоритм анықталған барлық

ақауларды қауіпсіздік талаптарымен салыстырады. Осы талаптардың шекті мәндері 3.7-кестеде келтірілген.

Кесте 3.7 – Шанақтың техникалық жай-күйін бағалаудың шекті параметрлері

№	Бақылау параметрі	Ақаулық белгісі	Шекті мәні (нұсқаулық бойынша)	Қабылданатын шешім
1	Шанақ геометриясы (кеңеюі)	Кузовтың кеңеюі, бүйір қабырғалардың деформациясы	Әр жағына 75 мм-ге дейін	Шекті мәннен асқан жағдайда кузовты түзету
2	Жартылай вагон люктерінің жұмысы	Люктердің толық жабылмауы	Люк қақпағы мен рама арасындағы саңылау ≤ 6 мм	Шекті мәннен асқан жағдайда реттеу немесе жөндеу
3	Ұсақ сусымалы жүктерді тасымалдау (астық, құм)	Люктерде саңылаулардың болуы	Саңылауларға жол берілмейді	Люкті герметизациялау немесе жөндеу
4	Раманың орталық арқалығы	Арқалықтағы жарық	Көлденең қиманың 25%-нан аз	Дәнекерлеу арқылы жөнделуі мүмкін
5	Раманың орталық арқалығы	Терең жарық	Көлденең қиманың 25%-нан артық	Арқалықты ауыстыру немесе вагонды есептен шығару
6	Шанақтың қисаюы	Вагон геометриясының бұзылуы	Вагон ұзындығы бойынша 75 мм-ден аспайды	Шекті мәннен асқан жағдадайда раманы түзету
7	Раманың тік майысуы	Арқалықтың төмен қарай салбырауы	50 мм-ден артық төмен қарай	Деполық жөндеу
8	Шанақтың дәнекерленген қосылыстары	Дәнекерленген жіктің үзілуі	Ұзындығы 100 мм-ден артық	Дәнекерлеу арқылы жөндеу
9	Шанақ тіректері	Коррозиялық тозу	қиманың 20%-нан артық	Тіректі күшейту немесе ауыстыру
10	Шанақ қаптамасы	Тесіктер немесе ойықтар	Сусымалы емес жүктер үшін более 100 мм-ден артық	Жөндеу жапсырмасын орнату
11	Тұтқалар мен сатылар	Майысуы немесе болмауы	Майысуы 30 мм-ден артық немесе элементтің болмауы	Эелементті ауыстыру
12	Люктерді бекіту құрылғылары	Бекітілу тәртібінің сақталмауы	Жұмыс күйінде бекітілмейді	Механизмді ауыстыру
13	Бункерлер мен түсіру құрылғылары	Жарықтар, деформациялар	Жарықтардың болуы	Вагонды ағытып алу және жөндеу

Алгоритмнің қорытынды кезеңі «өзге ақаулар» санатына жататын тораптар мен элементтердің техникалық жай-күйін бағалауға арналған. Бұл топқа негізгі

функционалдық тораптарға кірмейтін, бірақ қызмет көрсетуші персоналдың қауіпсіздігі мен теміржол инфрақұлымының сақталуы үшін маңызды элементтер енгізілген. Олардың қатарына тұтқалар, басқыштар, орман материалдарын бекітуге арналған ілмектер, сондай-ақ вагонда бөгде заттардың немесе бұрын тасымалданған жүктің қалдықтарының болуы жатады.

Аталған элементтер вагонның негізгі тораптарына жатпағанымен, олардың ақаулығы қызмет көрсетуші персоналдың жарақат алуына немесе инфрақұрылымның зақымдануына себеп болуы мүмкін. Әзірленген алгоритмге (3.1-сурет) сәйкес «өзге ақаулар» санатына жататаын барлық ақаулар вагон қараушысы тарапынан визуалды түрде анықталып, жүйе оларды пайдалану сипатындағы ақаулар ретінде жіктейді. Осы топ бойынша бақылау параметрлері мен бағалау критерийлері 3.8-кестеде келтірілген.

Кесте 3.8 – Басқа тораптарды бақылау параметрлері

№	Бақылау объектісі	Ақаудың сипаты	Қауіпсіздікке сипаты	Алгоритмнің қабылдайтын шешімі
1	Тұтқалар мен басқыштар	Сынуы, бекіткіштердің болмауы, деформациясы	Қызмет көрсетуші персоналдың жарақат алу қаупі	Орнында жөндеу немесе ауыстыру
2	Орман материалдарын бекітуге арналған ілмектер	Деформация, металлдағы жарықтар	Қозғалыс қауіпсіздігіне қауіп төндіреді	Элементті түзету немесе ауыстыру
3	Вагон рамасы (жүк қалдықтарының болуы)	Рамада тасымалданған жүктің қалдықтарының болуы	Экологиялық талаптардың бұзылуы	Вагонды станция жолдарында тазарту
4	Люк қақпақтарының бекіту	Бекітілуінің беріксіздігі	Люктердің өздігінен ашылу және жүктің төгілу қаупі	Ақауды жою (реттеу немесе жөндеу)

Алгоритм графындағы «Өзге тораптар» тармағы ықтимал тәуекелдерді толық қамтуға мүмкіндік береді. Егер анықталған ақаулар вагонды мамандандырылған жөндеу жолдарына бермей жойылуы мүмкін болса, алгоритм поезд құрамындағы ақаулықты жою жолын таңдайды. Бұл тасымалдау процесінің үздіксіздігін қамтамасыз етеді және вагонның негізгі тораптарында ақаусыз ағытумен байланысты негізсіз қаржылық шығындарды болдырмайды. Алайда, алгоритмді іс жүзінде іске асыру үшін жүк вагонын одан әрі пайдалану бойынша оңтайлы шешімді таңдауды есептеу әдістемесін әзірлеу қажет, ол келесі бөлімде қарастырылады.

3.3 Жүк вагондарын одан әрі пайдалану шешімдерінің тиімділігін сенімділік көрсеткіштері негізінде бағалаудың математикалық моделі

Қабылданатын шешімдердің тиімділігін бағалау үшін вагондардың техникалық жай-күйі мен кәсіпорын қызметінің экономикалық нәтижелері арасында байланыс орнату қажет.

Әдістеменің бірінші кезеңінде пайда бойынша мақсаттық функциясы (П) айқындалады. Жалпы түрде кірістер мен шығындар арасындағы айырмасы ретінде анықталады [144]:

$$\max(П) = Д_{экс} - \sum З_i; \qquad (3.1)$$

мұндағы $\sum З_i$ - жалпы шығындар, оның ішінде;

- $З_{ауыс\ i}$ – тораптар мен бөлшектерді ауыстырға жұмсалатын шығындар;
- $З_{жөн\ i}$ – тораптар мен бөлшектер жөндеуге жұмсалатын шығындар;
- $З_{шығару}$ – вагонды есептен шығрауға және оның қалдық пайдалану реусрсының жоғалуына байланысты шығындар;
- $З_{б.тұр}$ – жүк вагондарының бос тұрып қалуына байланысты шығындар (жөндеуді күтумен немесе қосалқы бөлшектердің тапшылығынан вагондардың өндірістік емес бос тұруына арналған шығындар);
- max(П) – барынша жоғары пайда;
- $Д_{экс}$ – жылжымалы құрамды пайдаланудан түсетін табыс (немесе вагон есептен шығарылған жағдайда оның тораптары мен бөлшектерін өткізу түсетін табыс), уақыт бірлігіне немесе жүріп өткен қашықтық бірлігіне шаққанда.

Оңтайлы шешім қабылдау үшін пайданы барынша арттыру және шығындарды барынша азайту шартын қанағаттандыратын оңтайлылық критерийі орындалуы тиіс. Бұл жылжымалы құрамды пайдалану, жөндеу немесе есептен шығару нұсқаларының ішінен экономикалық тұрғыдан ең тиімдісін таңдауға мүмкіндік береді:

$$З_{оңт} = \min(\sum З_i), \text{ келесі шартта } Д_{экс} > З_{опт}, \qquad (3.2)$$

Бұл шарт вагонды одан әрі пайдаланудан түсетін табыс жұмсалған шығындардан жоғары болған жағдайда ғана қабылданған шешімнің экономикалық тиімді екенін білдіреді.

Екінші тарауда жүргізілген ақауларды талдау нәтижелерін ескере отырып, пайдалану шығындарының (З) құрылымы негізгі тораптар мен шығын түрлері бойынша нақтыланды.

3.1-формуласындағы шығындардың әрбір құрамдас бөлігі нақты тораптың сенімділік деңгейіне тікелей тәуелді. Математикалық тұрғыдан бұл тораптың жұмысқа қабілетті немесе ақаулы күйде болу ықтималдылығын сипаттайтын α_i күй коэффициенті арқылы өрнектеледі. Ұсынылған модельде бұл коэффициент дискертті мәндер қабылдайды: егер ақау немесе вагонның бос тұрып қалу оқиғасы орын алса, онда $\alpha = 1$, ал мұндай жағдай тіркелмесе, $\alpha = 0$.

Жоғарыда келтірілген коэффициенттердің мәндерін шығындар құрылымына енгізу арқылы жиынтық шығындардың келесі формуласы алынады:

$$З = \alpha_{тұр} \cdot З_{тұр} + \alpha_{есеп} \cdot З_{есеп} + \sum_{i=1}^{5} \alpha_{жөн\,i} \cdot З_{жөн\,i} + \alpha_{ауыс\,i} \cdot З_{ауыс\,i} \qquad (3.3)$$

мұнда $\alpha_{бос.т.}$ – жүк вагондарының бос тұрып қалуына байланысты шығындардың туындау коэффициенті;

$\alpha_{есеп}$ – жүк вагонын есептен шығаруға байланысты шығындардың туындау коэффициенті;

$\alpha_{жөн\,i}$ – сәйкес тораптарды (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, шанақ, автотіркегіш құрылғысы басқа бөлшектер) жөндеуге жұмсалатын шығындардың туындау коэффициенті;

$\alpha_{ауыс\,i}$ – сәйкес тораптарды (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, шанақ, автотіркегіш құрылғысы басқа бөлшектер) жөндеуге жұмсалатын шығындардың туындау коэффициенті.

Басқарушылық шешімдердің әртүрлі гұсқаларын ескеретін пайданың толық математикалық өрнегі келесі түрде жазылады:

$$П = Д - \left[\alpha_{тұр} \cdot З_{тұр} + \alpha_{есеп} \cdot З_{есеп} + \alpha_{жөн1} \cdot З_{жөн1} + \alpha_{жөн2} \cdot З_{жөн2} + \alpha_{жөн3} \cdot З_{жөн3} + \alpha_{жөн4} \cdot З_{жөн4} + \alpha_{жөн5} \cdot З_{жөн5} + \alpha_{ауыс1} \cdot З_{ауыс1} + \alpha_{ауыс2} \cdot З_{ауыс2} + \alpha_{ауыс3} \cdot З_{ауыс3} + \alpha_{ауыс4} \cdot З_{ауыс4} + \alpha_{ауыс5} \cdot З_{ауыс5}\right]; \qquad (3.4)$$

3.4-формуласы кездейсоқ оқиғалардың (ақаулардың) туындауы кәсіпорынның пайдасына қалай әсер ететінін сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді. Формула әртүрлі басқарушылық шешімдерді салыстыруға және пайдалану, жөндеу, тораптарды ауыстыру немесе вагонды есептен шығару нұсқаларының ішінен экономикалық тұрғыдан ең тиімдісі таңдауға негіз болады.

Ұсынылған алгоритмдегі әрбір басқарушылық шешім (3.1-сурет) белгісіздік жағдайында қабылданатындықтан, жүк вагонының негізгі тораптарының кепілдік пайдалану аралығындағы ақаусыз жұмыс істеу және істен шығу ықтималдылықтарын ескеру маңызды болып табылады.

α коэффициентінің 0 күйінен 1 күйіне ауысу сәттері кездейсоқ сипатқа ие болғандықтан, кәсіпорынның күтілетін пайдасын болжау үшін ықтималдықтар теориясының математикалық аппараты қолданылады.

Пайда мақсаттық функциясындағы ықтималдық мәндерін анықтау үшін алдымен вагонның бес негізгі торабының әрқайсысы бойынша сенімділік көрсеткіштерін есептеу қажет.

Шығындардың туындау тәуекелін бағалаудың бастапқы кезеңі істен шығу қарқындылығын λ анықтау болып табылады. Бұл көрсеткіш уақыт бірлігіндегі белгілі бір тораптың ақауларының пайда болу жиілігін сипаттайды. Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша жиналған статистикалық деректер негізінде істен шығу қарқындылығы тіркелген ақаулар санының қарастырылға вагондардың жалпы саны мен олардың пайдалану уақытына қатынасы арқылы есептеледі:

$$\lambda = \frac{n_i}{N \cdot t} \tag{3.5}$$

мұнда n_i ақаулар і торап – і-ші торап бойынша тіркелген ақаулар саны;

n ақау.1 торап - n ақау.5 торап – бір жыл ішіндегі негізгі тораптар бойынша тіркелген ақаулардың жалпы саны (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, автотіркегіш құрылғысы, шанақ және өзге тораптар);

N – өңделген вагондардың жалпы саны;

t – пайдалану уақыты (жылдық уақыт).

Есептелген істен шығу қарқындылығы белгілі болғаннан кейін тораптың ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t)$ анықталады. Бұл көрсеткіш белгілі бір тораптың (доңғалақ жұбы, тежеу жүйесі және т.б.) берілген уақыт аралығында ақаусыз жұмыс істеу қабілетін сипаттайды. Қалыпты пайдалану кезеңіндегі күрделі техникалық жүйелер үшін бұл тәуелділік экспоненциалдық таралу заңына бағынады:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \tag{3.6}$$

мұнда λ – істен шығу қарқындылығы;

t – тораптың пайдалану уақыты.

Ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t)$ неғұрлым жоғары болған сайын, техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын күтілетін шығындар соғұрлым аз болып, вагонды пайдаланудан түсетін ықтимал табыс артады. Сонымен қатар, α күй коэффициентінің «1» мәнін қабылдап, торапты жөндеу немесе ауыстыру қажеттілігінің туындау қаупі істен шығу ықтималдығы $F(t)$ арқылы сипатталады. Бұл көрсеткіш ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығын бірге дейін толықтыратын шама ретінде анықталады және өндірістік емес бос тұрып қалу тәуекелі мен соған байланысты болатын шығындарды бағалауға мүмкіндік береді:

$$F(t) = 1 - P(t) = 1 - e^{-\lambda t}; \tag{3.7}$$

Сонымен қатар, $\alpha = 1$ коэффициентінің мәні тек ақаудың нақты туындауымен ғана емес (тәуекел нақты оқиғаға айналған жағдайда), сондай-ақ қорытынды пайданы барынша арттыруға мүмкіндік беретін жағдайда алдын ала жөндеу немесе торапты ауыстыру туралы қабылданған басқарушылық шешіммен де анықталуы мүмкін.

Экономикалық көрсеткіштер мен есептелген ықтималдықтарды біріктіру күтілетін пайданы бағалау моделін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл модельде ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t)$ салмақтық коэффициент ретінде қолданылады және алгоритмге вагонның техникалық жай-күйін

жақсартуға жұмсалған әрбір қаржы бірлігінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Алгоритмнің техникалық қызмет көрсетудің ең тиімді нұсқасын таңдауы үшін экономикалық шығындар вагонның сенімділік көрсеткіштерімен өзара байланыстырылуы қажет.

Вагонның бірнеше тораптары бойынша әртүрлі техникалық іс-шараларды бір мезгілде орындау мүмкіндігін ескере отырып, мақсаттық пайда функциясы олардың әрқайсысының ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығымен салмақталған барлық ықтимал әсерлердің жиынтығы ретінде келесі түрде өрнектеледі:

$$П = Д - \left[\alpha_{тұру} \cdot З_{тұру} + \alpha_{есеп} \cdot З_{есеп} + \sum_{i=1}^{5} P(t)_i \left(\alpha_{ауыс\,i} \cdot З_{ауыс\,i} + \alpha_{жөнд\,i} \cdot З_{жөн\,i}\right)\right] \quad (3.8)$$

мұнда $P(t)_i$ – қарастырылып отырған кезеңдегі сәйкес тораптың ақаусыз жұмыс істеуінің есептік ықтималдығы (3.6) формуласы бойынша анықталады.

Қалған белгілеулер (3.8) формуласында қабылданған белгілеулерге сәйкес келеді.

$$П = Д - \left[\alpha_{тұру} \cdot З_{тұру} + \alpha_{есеп} \cdot З_{есеп} + P(t)_1 \left(\alpha_{ауыс\,1} \cdot З_{ауыс\,1} + \alpha_{жөнд\,1} \cdot З_{жөнд\,1}\right) + P(t)_2 \left(\alpha_{ауыс\,2} \cdot З_{ауыс\,2} + \alpha_{жөнд\,2} \cdot З_{жөнд\,2}\right) + P(t)_3 \left(\alpha_{ауыс\,3} \cdot З_{ауыс\,3} + \alpha_{жөнд\,3} \cdot З_{жөнд\,3}\right) + P(t)_4 \left(\alpha_{ауыс\,4} \cdot З_{ааууыс\,4} + \alpha_{жөнд\,4} \cdot З_{жөнд\,4}\right) + P(t)_5 \left(\alpha_{ауыс\,5} \cdot З_{ауыс\,5} + \alpha_{жөнд\,5} \cdot З_{жөнд\,5}\right)\right] \quad (3.9)$$

мұнда $P(t)_1 - P(t)_5$ – сәйкес конструктивтік тораптардың (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, шанақ, автотіркегіш құрылғысы және бөлшектер) ақаусыз жұмыс істеуінің есептік ықтималдықтары. Бұл шамалар жоғарыда (3.6) формуласы бойынша істен шығу қарқындылығы λ негізінде анықталады.

Жүк вагоны үшін элементтердің тізбектей қосылу логикасын қолдану орынды, себебі негізгі тораптардың (мысалы, автотежеу жүйесінің немесе доңғалақ жұптарының) кез келгенінің істен шығуы вагонды одан әрі пайдалануды мүмкін емес әрі қауіпті етеді. Осыған байланысты басқарушылық шешімдердің тиімділігін бағалау вагонның барлық бес конструктивтік тобының сенімділік көрсеткіштерін кешенді түрде талдауға негізделуі тиіс.

Вагонның техникалық жай-күйін біртұтас жүйе ретінде бағалау үшін элементтердің тізбектей қосылу сұлбасы бойынша вагонның жиынтық ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P_{жиынт}(t)$ және істен шығу ықтималдығы $F_{жиынт}(t)$ анықталады.

Жөндеу жұмыстары жүргізілгенге дейінгі ақаусыз жұмыс істеудің жиынтық ықтималдығы келесі формула бойынша анықталады:

$$P_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t) = \prod_{i=1}^{n} P_i^{\text{дейін}}(t), \quad (3.10)$$

мұнда n – вагонның нақты анықталған ақаулы тораптарының саны;

$P_i^{\text{дейін}}(t)$ - тиісті тораптар тобының (доңғалақ жұптары, тежегіш жабдықтары, шанақ, автотіркегіш құрылғы және басқа бөлшектер) ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы.

Жөндеу жүргізілгенге дейінгі вагонның жиынтық істен шығу ықтималдығы $F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}$ келесі формула бойынша есептеледі:

$$F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t) = 1 - P_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n} P_i^{\text{дейін}}(t), \quad (3.11)$$

Жөндеуден кейін вагон сенімділігінің қалпына келуін бағалау үшін вагон ағынының жалпыланған статистикалық көрсеткіштерінен жылжымалы құрамның нақты бірлігін бағалау жүзеге асырылады. Ақапараттық жүйеден (АСОУП) нақты жүрілген жолы $L_{\text{факт}}$ көрсетілген вагонның жеке құжаттамасы сұратылады. Бұл оның элементтерінің қалдық ресурсы мен қалпына келу деңгейін есептеуге мүмкіндік береді.

Осыған байланысты жөнделген тораптардың ақаусыз жұмыс істеу ықтималдықтары $P_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t)$ тиісті тораптардағы ақаулардың жинақталу қарқындылығын сипаттайтын логарифмдік зақымдану коэффициентін k_i ескере отырып есептеледі. Бұл коэффициент толық жөндеуаралық цикл үшін келесі формула бойынша анықталады:

$$k_i = -\ln(P_i^{\text{дейін}}(t)), \quad (3.12)$$

Вагонның салыстырмалы атқарылған жұмысы t нақты және нормативтік жүрілген жолдардың қатынасымен анықталады:

$$t = \frac{L_{\text{факт}}}{L_{\text{норм}}}, \quad (3.13)$$

Вагон тораптарының жөндеуден кейінгі ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы олардың зақымдануы мен салыстырмалы атқарылған жұмысын ескере отырып, 3.14 формула бойынша есептеледі:

$$P_i^{\text{после}} = e^{-kt}, \quad (3.14)$$

Мұнда k_i – тораптың зақымдану коэффициенті;

t – вагонның жөндеуден кейінгі салыстырмалы атқарылған жұмысы.

Жөндеу жүргізілгеннен кейін вагонның жиынтық істен шығу ықтималдығы келесі түрде анықталады:

$$F_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n} P_i^{\text{кейін}}. \quad (3.15)$$

$F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t)$ және $F_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t)$ көрсеткіштерін салыстыру нақты вагонның сенімділігінің қалпына келу дәрежесін сандық тұрғыдан бағалауға және орындалған жөндеу жұмыстарының орындылығын негіздеуге мүмкіндік береді.

Жүк вагоны үшін элементтердің тізбектей қосылу ережесін қолдану орынды, себебі қауіпсіздік тұрғысынан аса маңызды бір тораптың (тежегіштердің немесе доңғалақ жұптарының) істен шығуының өзі вагонды қауіпсіз пайдалануға мүмкіндік бермейді. Сондықтан басқарушылық шешімдердің тиімділігін бағалау барлық бес конструкциялық топтың сенімділігін бір мезгілде кешенді талдауға негізделуі тиіс. Бұл пайда көрсеткішінің қорытынды моделінде (3.9 формула) жүзеге асырылған.

Мысал ретінде жүк вагонын пайдалану стратегиясын таңдау алгоритмі келтірілген. Есептеу келесі кезеңдер бойынша жүзеге асырылады:

- Жөндеудің орындылығын бағалау (экономикалық критерий). Элементтердің ақаусыз жұмыс істеу ықтималдықтары және техникалық қызмет көрсету шығындары негізінде пайданың мақсаттық функциясы есептеледі. Оң нәтиженің алынуы (П>0) жөндеу жүргізудің экономикалық тиімділігін растайды;

- Жөндеуге дейінгі жай-күйді бағалау (техникалық критерий). ТҚКП-ның жалпылаған статистикалық деректері бойынша вагонның ағымдағы жиынтық істен шығу ықтималдығы $F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t)$ анықталады.

- Жөндеуден кейінгі жай-күйді бағалау (тиімділікті растау). Вагонның жеке жүрілген жолын, зақымдану коэффициентін және салыстырмалы атқарылған жұмысын ескере отырып, жөндеуден кейінгі істен шығудың жиынтық ықтималдылығы $F_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t)$ есептеледі.

- Нәтижелерді салыстыру. Экономикалық және техникалық критерийлер бойынша алынған нәтижелер жөндеу жүргізудің оң пайдалы және вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығын ($F_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t) < F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t)$), төмендететінін көрсетеді.

Қарағанды теміржол бөлімшесінің нақты статистикалық деректері негізінде орындалған толық есептеу мысалы диссертацияның 5-тарауында келтірілген.

Үшінші тарау бойынша қорытынды

Үшінші тарауда жүргізілген зерттеу нәтижесінде Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚКП-де жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау және оларды одан әрі пайдалану бойынша басқарушылық шешімдер қабылдаудың кешенді әдістемесі әзірленді.

1. Пайданы барынша арттыру критерийіне негізделген басқаршулық шешім қабылдау алгоритмі әзірленді. Қолданыстағы дәстүрлі тәсілдерден айырмашылығы, ұсынылған алгоритм вагонды дереу депоға ағытып жөндеуге жіберу немесе ақауды ТҚКП жолдарында жедел жою нұсқаларының ішінен экономикалық тұрғыдан ең тиімдісін таңдауға мүмкіндік береді.

2. Вагонның негізгі конструктивтік тораптарының (доңғалақ жұптары, автотежеу жабдықтары, автотіркегіш құрылғысы, шанақ және өзге элементтер) техникалық жай-күйін бағалау параметрлері жүйелендірілді. Әрбір торап үшін шекті мәндер мен диагностикалық көрсеткіштер анықталып, олар алгоритмнің вагонның техникалық жай-күйі бойынша жіктеуіне негіз болды.

3. Вагонды одан әрі пайдалану бойынша оңтайлы шешімді таңдаудың математикалық моделі әзірленді. Ұсынылған есептеу әдістемесі пайданы барынша арттырудың экономикалық критерийін вагонның жөндеуге дейінгі және кейінгі істен шығуының жиынтық ықтималдығын техникалық бағалаумен салыстыруға мүмкіндік береді. Бұл қозғалыс қауіпсіздігі талаптарын сақтай отырып, кепілдік пайдалану аралығында қабылданатын басқарушылық шешімдердің экономикалық тиімділігін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, әзірленген алгоритмді тәжірибеде іске асыру және пайданы барынша арттыруға (П→max) қол жеткізу қажетті қосалқы бөлшектердің қоймаларда уақытылы болуына тікелей байланысты. ТҚКП жолдарында жөндеу жұмыстарын жедел орындаудың тиімділігі айналым қорындағы қосалқы бөлшектер қорының қаншалықты ұтымды қалыптастырылғанына тәуелді. Осыған байланысты ТҚКП-ларды қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етудің логистикалық процестерін оңтайландыру қажеттілігі туындайды. Бұл мәселе келесі тарауда қарастырылып. Қосалқы бөлшектер қорын қайта бөлу әдістемесі ұсынылады.

4 ҚАРАҒАНДЫ ЖОЛ БӨЛІМШЕСІНІҢ МЫСАЛЫНДА ҚОЙМА ҚОРЛАРЫН ҚАЙТА БӨЛУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

4.1 Теміржол станцияларындағы қосалқы бөлшектер қорларын басқару әдістерін талдау

Қарағанды теміржол бөлімшесі учаскесінде вагондарға техникалық қызмет көрсету жүйесінің жұмыс істеу тиімділігі қосалқы бөлшектермен үздіксіз қамтамасыз ету деңгейіне тікелей байланысты.

Қорларды басқару – бұл ТҚКП қоймаларындағы материалдық ресурстарды жоспарлау, есепке алу, бақылау және реттеу жөніндегі іс-шаралар кешені. Осы жүйенің негізгі мақсаты – қажетті қосалқы бөлшектердің қажетті көлемде және белгіленген мерзімде қолжетімді болуын қамтамасыз ете отырып, олардың тапшылығы мен артық қорын болдырмау.

Бұл міндет поездарды өңдеу тәртібі мен регламентін қатаң реттейтін станция жұмысының технологиялық процесімен тікелей байланысты. Тиімді технологиялық процесс вагондарды өңдеуге кететін ең аз уақыт шығынын және қозғалыс қауіпсіздігін қатаң сақтауды қамтамасыз етуі тиіс.

ТҚКП осы талаптарды орындап, поездардың қозғалыс кестесінен кешігуіне жол бермеуі үшін қажетті қосалқы бөлшектермен үздіксіз қамтамасыз етілуі қажет. Осыған байланысты Қарағанды теміржол бөлімшесі бекіткен әрбір станцияның қолданыстағы технологиялық процесіне сәйкес, барлық ТҚКП-ларда қослақы бөлшектердің төмендетілмейтін қоры (ТҚ) саталады.

ТҚ көлемі орындалатын жұмыстардың көлеміне, станцияның санатына және жылжымалы құрам тораптарының істен шығу қарқындылығына байланысты әрбір тармақ үшін жеке есептеледі. ТҚ негізгі мақсаты - кемінде үш тәулік ішінде ТҚП-ның үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету, бұл кепілдік берілген учаскелерде вагондардың жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру үшін қажет.

ҚР-дағы теміржолдардың кепілді учаскелері поезд техникалық қызмет көрсетусіз жүретін арақашықтықты белгілей отырып, ТПЕ [49] және техникалық регламенттермен айқындалады. Ұлттық инфрақұрылым операторы мен тасымалдаушылар бұл учаскелерді жолдардың нақты жай-күйі мен қозғалыс қауіпсіздігіне сүйене отырып, «Темір жол көлігі туралы» ҚР заңына сәйкес белгілейді [146]. Жүк вагондары үшін кепілдік учаскелерінің жұмыс істеуіне қойылатын негізгі ережелер мен нормативтік талаптар 4.1-кестеде келтірілген.

Кесте 4.1 – ҚР-ғы жүк вагондарының кепілдік уческелерінің жұмыс істеуінің нормативтік-құқықтық және техникалық негіздері

Параметрі	Мазмұны және нормативтік негіздемесі
1	2
Анықтамасы	Құрамды қалыптастырған ТПЕ жүк вагондарының техникалық жарамды күйде келесі ТҚП-ға немесе тағайындалған станцияға дейін қауіпсіз жүруіне кепілдік беретін теміржол желісінің учаскелері.

Кесте 4.1 жалғасы

1	2
Заңнамалық негізі	ҚР-ның «Теміржол көлігі туралы» Заңы эәне ҚР-ның ТПЕ негізінде белгіленеді.
Жауапты субъектілер	Жүк вагондарына сапалы техникалық тексеру мен жөндеу жүргізуге құрамды қалыптастырушы (жөнелтуші) ТҚКП жауап береді. Теміржол инфрақұрылымының сақталуын «ҚТЖ» ҰК» АҚ қамтамасыз етеді.
Кепілдік учаскелері (жүріп өту қашықтығы/уақыты)	Жүк поездары үшін кепілдік учаскесінің ұзынжығы тасымалдаушының бұйрығымен белгіленеді және поездың түрі мен құрамына байланысты 1000-1200 км болуы мүмкін
Технологиялық реттеу	ТҚКП-дағы ТҚ толықтыру тәртібі «Жүк вагондарына ТҚКП-нің жұмысының типтік технологиялық процесімен» және «ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның технологиялық регламенттерімен реттеледі.

Қазіргі уақытта қорларды басқарудың әртүрлі әдістері қолданылады, олардың басым бөлігі әрбір ТҚКП-да тұрақты сақтандыру қорын қалыптастыруға негізделген. Тасымалдау көлемі тұрақты өсіп отырған қазіргі жағдайда мұндай тәсіл айналым қаражатын тиімсіз пайдалануға алып келеді. Сонымен қатар, кейбір кчаскелерде аса қажетті тораптар мен қсалқы бөлшектердің тапшылығы сақталып қалады.

Теміржол көлігіндегі қорларды басқарудың әлемдік және отандық тәжірибесінде қорларды қалыптастырудың дәстүрлі стратегиялары ерекшеленеді [147, 148]. Олардың негізгі міндеті - қоймаларда қорлардың артық жиналуына жол бермей, жедел жөндеуге арналған қосалқы бөлшектердің тұрақты болуын қамтамасыз ету.

Теміржол станцияларында қорларды қалыптастырудың дәстүрлі стратегиялары және олардың сипаттамалары 4.2-кестеде берілген.

Кесте 4.2 – Қорларды қалыптастырудың дәстүрлі стратегиялары

№	Стартегияның атауы	Сипаттамасы
1	2	3
1	Орталықтандырылған жоспарлау және біркелкі бөлу	Барлық станциялар олардың нақты қажеттілігіне қарамастан қосалқы бөлшектердің бірдей стандартты жинағын алады. Бұл тәсіл логистиканы жеңілдетеді және әрбір станцияның шұғыл жөндеуге дайындығын қолдайды [149].
2	Өңірлік жүктемеге қарай сегментациялау	Ірі станциялар вагондарды пайдалану қарқындылығы мен жұмыс көлемінің жоғары болуына байланысты стандартты қосалқы бөлшектердің ұлғайтылған қорымен қамтамасыз етіледі. Ал шағын станциялар үшін қор көлемі азайтылады. Бұл тәсіл ресурстарды тиімді бөлуге және жүктемесі төмен аймақтарда артық қордың жиналуын болдырмауға мүмкіндік береді [150]
3	Жоспарлы техникалық қызмет көрсетуге негізделген сақтау	Станцияларда қосалқы бөлшектер жылжымалы құрамға регламенттік техникалық қызмет көрсету және жөндеу кестесін ескере отырып сақталады. Қосалқы бөлшектер

Кесте 4.2 жалғасы

1	2	3
		қоймаға жоспарланған жұмыстарды орындау үшін қажетті көлемде түседі, бұл артық бөлшектердің көлемін азайтады [151].
4	Қорлардың ең аз және ең жоғары нормаларын қолдану	Станцияларда қорларды басқару үшін ең аз және ең жоғары қор нормалары пайдаланылады. Ең төменгі деңгей тапшылықты болдырмау үшін толықтыруды қажет ететін көлемді анықтайды. Ең жоғары деңгей артық қорлардың жинақталуын болдырмайды, бұл сақтау шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді [152].
5	Қорларды уақытша орналастыру	Кейбір станцияларда, әсіресе уақытша жүктелген станцияларда уақытша қоймалар ұйымдастырылады, онда ең жоғары жүктеме кезеңінде қосымша қосалқы бөлшектер сақталады. Қажеттілік төмендегеннен кейін қорлар нақты сұранысты ескере отырып, қоймалар арасында қайта бөлінеді, бұл қойма ресурстарын неғұрлым тиімді пайдалануға және логистикалық шығындарды төмендетуге ықпал етеді [153].
6	Аралас сақтау	Қорлардың негізгі бөлігі орталық қоймаларда сақталады, ал жекелеген станцияларда шағын жедел қорлар сақталады. Қажет болған жағдайда жетіспейтін бөлшектер орталық қоймадан жедел жеткізіледі. Бұл жөндеуге дайындықтың жоғары дәрежесін сақтай отырып, станциялардағы артық қорларды қысқартуға мүмкіндік береді [154].
7	Just in Time (JIT)	Бұл тәсіл жоспарлы жұмыстарды орындау сәтіне тікелей қосалқы бөлшектерді жеткізуді көздейді, бұл қойма қорларының көлемін қысқартуға мүмкіндік береді. Темір жол көлігінде JIT қағидаттары неғұрлым маңызды бөлшектердің сақтандыру қорын сақтай отырып, жоспарлы жөндеулерді ұйымдастыру кезінде қолданылады [155]

Қарастырылған стратегиялар теміржол көлігінде қосалқы бөлшектерді сақтауды ұйымдастыру кезінде кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, олардың әрқайсысының пайдалану қарқындылығына, тасымалдау көлеміне және жекелеген ТҚКП жұмысын ұйымдастыру ерекшеліктеріне байланысты белгілі бір артықшылықтары мен шектеулері бар.

Демек, қосалқы бөлшектерді сақтаудың дәстүрлі стратегиялары станциялардың жөндеуге жоғары дайындығын қамтамасыз етеді, бірақ елеулі қаржылық және ұйымдастырушылық кемшіліктері бар. Олар желілік бөлімшелер қажеттіліктерінің серпінді өзгермелілігін ескермейді, бұл артық қорларды ұстауға және айналым қаражатын «мұздатуға» елеулі шығындарға алып келеді.

Қорларды сақтаудың дәстүрлі стратегияларының артықшылықтарына қарамастан, олардың бірқатар елеулі кемшіліктері бар. Жекелеген станцияларда қосалқы бөлшектердің бір бөлігі ұзақ уақыт бойы талап етілмей қалуы мүмкін, бұл айналым қаражатын негізсіз байланып қалуына әкеледі.. Ұзақ сақтау

қоймаларды ұстауға арналған қосымша шығындармен қатар жүреді және бөлшектердің моральдық ескіру немесе зақымдану қаупін арттырады. Бұдан басқа, әртүрлі станциялардағы қорлардың бірдей көлемі пайдалану қарқындылығындағы және жөндеу ресурстарына қажеттіліктегі нақты айырмашылықтарды ескермейді.

Қазақстанның теміржол көлігі үшін ерекше өзекті болып табылады, себебі вагон паркінің тозу деңгейінің жоғары болуы оның жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін қосалқы бөлшектерге деген сұраныстың тұрақты артуына алып келеді. Соның нәтижесінде қосалқы бөлшектерді сатып алуға, сақтауға және олардың қорын басқаруға жұмсалатын шығындар артуда.

ТҚП қоймалық есепке алудың жедел деректеріне тікелей қол жеткізу шектеулі болғандықтан, ағымдағы жабдықтау жүйесінің тиімсіздігін негіздеу осы жұмыстың 1 және 2-тарауларында жүргізілген техникалық-статистикалық талдау нәтижелеріне негізделеді.

Атап айтқанда, 1.1-бөлімде көрсетілгендей, вагондардың негізгі тораптарының тозу деңгейінің жоғары болуы жөндеу базасына тұрақты жүктеме түсіреді. 2.3-бөлімде жүргізілген статистикалық талдау ақаулар санынынң жыл сайын артып отырғанын көрсетті. Бұл белгілір бір ТҚКП-да тұрақты көлемдегі қорды сақтау әрдайым тиімді бола бермейтінін дәлелдейді. Зерттеу барысында анықталған ақаулардың ең жоғары кезеңдерінде станциялар қосалқы бөлшектер тапшылығына ұшырайды, ал жүктеме төмендеген кезеңдерде қоймаларды пайдаланылмайтын артық қор жиналады.

Осылайша, ақаулардың өзгеру динамикасын ескермейтін дәстүрлі қор сақтау жүйесі вагондардың қажетті қосалқы бөлшектерді күтуіне байланысты бос тұрып қалу уақытын ұлғайтады. Бұл қорларды станциялар арасында икемді түрде қайта бөлу алгоритмін әзірлеудің қажеттілігін растайды.

Теміржол станцияларында сақталатын қосалқы бөлшектер вагондардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Олар күнделікті қарқынды жүктемеге ұшырайтын вагондарға уақытылы техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарының кешігуіне, вагондардың бос тұрып қалуына, тасымалдау тиімділігінің төмендеуіне және теміржол кәсіпорындарының елеулі қаржылық шығындарға ұшырауына алып келеді [156].

Ақаулар санының артуы жылжымалы құрамға пайдалану жүктемесінің ұлғаюын көрсетеді, бұл қорларды басқарудың қолданыстағы стратегияларын қайта қарауды талап етеді. Белгілі бір тораптардың тозуына неғұрлым бейім станциялар неғұрлым талап етілетін бөлшектердің қорларын ұлғайта отырып, өзгерістерге жедел назар қоюы тиіс. Бұл вагондардың тұрып қалу уақытын қысқартып қана қоймай, қосалқы бөлшектерді шұғыл жеткізумен байланысты шығындарды барынша азайтуға мүмкіндік береді.

Қосалқы бөлшектердің уақтылы болуы және ауыстырылуы сынулар мен тозуларды жедел жоюға мүмкіндік беретіндігі аса маңызды фактор болып табылады. Бұл тасымалдардың үздіксіздігін ғана емес, олардың сенімділігі мен қауіпсіздігін де қамтамасыз етеді [157].

Бұдан басқа, Қазақстанның темір жол саласында қосалқы бөлшектердің жетіспеушілігі жылжымалы құрамды пайдалануға және нормативтік талаптарды сақтауға елеулі әсер етеді. [5] деректеріне сәйкес, барлық вагон жөндеу кәсіпорындарының жиынтық өндірістік қуаты жылына 52,6 мың вагонды құрайды, оның ішінде 7,2 мың вагон «Қазтеміртранс» АҚ-ның вагон жөндеу деполарына тиесілі. Алайда компанияның жөндеуге деген нақты қажеттілігі жыл сайын шамамен 20 000 вагонды құрайды, бұл ретте тек 3-4 мың ғана өз кәсіпорындарында жөнделеді. Жөндеу қуаттарының бұл тапшылығы қосалқы бөлшектердің тапшылығымен қатар жүреді, нәтижесінде вагондардың бос тұрып қалу уақытының ұлғаюына және теміржол желісінің жалпы тиімділігінің төмендеуіне алып келеді.

Нормативтік талаптарды сақтамау қаржылық санкцияларға әкеп соғады. «Темір жол көлігі туралы» Қазақстан Республикасы Заңының 85-бабына сәйкес, вагондарды беру-алуды кешіктіргені үшін әр вагон үшін сағатына айлық есептік көрсеткіштің 1,7% мөлшерінде айыппұл салу көзделген [146].

Осылайша, қосалқы бөлшектердің жетіспеушілігі жылжымалы құрамды жөндеу және бос тұру уақытын арттырып қана қоймай, нормативтік талаптарды сақтамау тәуекеліне алып келеді, бұл айыппұлдар мен тұрақсыздық айыбынан едәуір қаржылық шығындарға әкеп соғады. Бұл Қазақстанның теміржол желісінің тиімді жұмысын қолдау үшін жөндеу кәсіпорындарын қажетті ресурстармен уақтылы қамтамасыз ету қажеттігін атап көрсетеді.

Алайда, барлық станцияларда артық қорларды ұстап тұру да едәуір қаржылық шығындардың себебі болып табылады. Іс жүзінде әрбір станция әдетте бөлшектердің стандартты жинағын сақтайды, ол ұзақ уақыт бойы талап етілмей қалуы мүмкін. Бұл «қаражаттың жойылуына» әкеледі, яғни қосалқы бөлшектерге салынған капитал компанияның айналымына қатыспайды және оның жалпы рентабельділігін төмендете отырып, табыс әкелмейді. Бұдан басқа, ұзақ уақыт бойы талап етілмей қалған қосалқы бөлшектер қоймалық үй-жайларды жалға алу немесе күтіп ұстау, жабдықтарды амортизациялау және персоналдың еңбегіне ақы төлеуді қоса алғанда, сақтау шығындарын талап етеді. Сондай-ақ бөлшектердің ұзақ уақыт сақталуына байланысты олардың құнын төмендету немесе зақымдану қаупі бар, бұл олардың құнын қосымша төмендетеді және шығындарын арттырады [158].

Мұндай артық қорлар жылжымалы құрамды жаңарту, инфрақұрылымды жаңғырту немесе компанияны дамытуға инвестициялар сияқты басқа да қажеттіліктер үшін пайдаланылуы мүмкін едәуір қаржы ресурстарын мұздатады. Пайда әкелудің орнына бұл қаражат теміржол компанияларының жалпы рентабельділігін төмендете отырып, өзінің өтімділігін жоғалтады. Нәтижесінде артық қорларды қолдау ағымдағы шығыстарды арттырып қана қоймай, ұйымның қаржылық икемділігіне де кері әсерін тигізеді [159].

Бұл мәселені шешудің перспективалық тәсілі артық қорларды олар неғұрлым сұранысқа ие станциялар арасында қайта бөлу болып табылады. Бұл сақтау шығындарын азайтып қана қоймай, басқа қажеттіліктер үшін қаражат босатуға мүмкіндік бере отырып, капиталдың айналымын жеделдетеді. Қайта бөлу

бөлшектерді біркелкі емес бөлумен байланысты тәуекелдерді азайтады және станциялар жұмысының жалпы тиімділігін арттырады. Ұсынылып отырғантәсілдің ерекшелігі – қосалқы бөлшектер қорын нақты техникалық қажеттілік пен ақаулардың пайда болу қарқындылығына қарай станциялар арасында қайта бөлуді қаарстыруы болып табылады.

«Modeling the Material-Inventory Transportation Problem Using Multi-Objective Optimization» жұмысында тасымалдау және сақтау шығындарын біріктіретін модельдер талданады [160]. Зерттеу көлік бағыттарын оңтайландыру және қорларды қайта бөлу қорларды басқаруға байланысты жиынтық шығындардың төмендеуіне алып келуі мүмкін екендігін көрсетеді.

Осыған байланысты ТҚ белгіленген деңгейін міндетті түрде сақтай отырып, оларды сақтауға жұмсалатын шығындарды барынша азайтуға мүмкіндік беретін қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделін әзірлеу қажеттігі туындайды. Модель негізінде қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындарды барынша азайтудан тұратын оңтайлылық критерийі алынған. Модель екі сценарийді салыстырмалы бағалауды көздейді: қолданыстағы сақтау жүйесі (қайта бөлуге дейін) және қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейін ұсынылатын жүйе. Сценарийлердің әрқайсысы бойынша шығындарды салыстыру ұсынылатын шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалауға және оларды қолданудың орындылығын айқындауға мүмкіндік береді.

Әзірленген математикалық модель оңтайлылық критерийі мен қолданыстағы шектеулерді ескере отырып, қосалқы бөлшектерді станциялар арасында қайта бөлудің орындылығын бағалауға арналған. Оны іс жүзінде қолдану үшін зерттелетін объектідегі қорлардың нақты жай-күйін талдау қажет. Осыған байланысты одан әрі Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚКП-сын қамтамасыз ету жүйесі қарастырылады.

4.2 Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП қосалқы бөлшектерді сақтау жүйесінің жай-күйін талдау

Қарағанды теміржол бөлімшесінің негізгі тораптары болып табылатын ТҚКП жұмысының тиімділігі оларды қосалқы бөлшектермен уақтылы және толық қамтамасыз етуге тікелей байланысты. Қосалқы бөлшектердің ең аз қоры жиі анықталатын ақаулықтардың статистикасын, поездар қозғалысының қарқындылығын және нақты ТҚКП-да орындалатын жөндеу операцияларының көлемін ескере отырып қалыптастырылады. Бұл қор технологиялық процестің үздіксіздігін қамтамасыз етуге және вагондарды жөндеудің кідіруін болдырмауға арналған.

ТҚКП қоймалары мен өндірістік учаскелеріне жүргізілген натурлық тексеру материалдық-техникалық қамтамасыз ету жүйесінде бірқатар кемшіліктердің бар екенін анықтады.

ТҚКП-ға жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша қорларды басқару жүйесін жетілдіру үшін алғышарттардың бар екенін куәландыратын қосалқы бөлшектерді сақтауды ұйымдастырудың тән ерекшеліктері белгіленген.

Қосалқы бөлшектер қозғалысының толық статистикасына қолжетімділіктің болмауына байланысты экономикалық-математикалық модель ТҚКП жұмысының нақты жағдайларын ескере отырып қалыптастырылған шартты есептік деректерде сынақтан өткізіледі. Мұндай тәсіл ұсынылған әдістеменің жұмысқа қабілеттілігін тексеруге және оны практикалық қолдану мүмкіндігін бағалауға мүмкіндік береді.

Қолданыстағы қатаң нормативтер бойынша жабдықтау жүйесі Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша істен шығудың нақты серпінін ескермейді, бұл пайдалану мен қорларды басқарудың икемді әдістемесін әзірлеу қажеттілігін растайды.

Зерттеу нәтижелері қолданыстағы қосалқы бөлшектерді сақтауды ұйымдастыру жекелеген ТҚП-ның нақты қажеттілігін ескеруге мүмкіндік бермейтінін көрсетеді, бұл оларды қайта бөлу әдістемесін әзірлеу үшін алғышарттар жасайды.

Осылайша, қосалқы бөлшектердің нормативтік тізбесі мен олардың нақты қолжетімділігі арасындағы анықталған сәйкессіздік пайдалану процесін басқару жүйесін жетілдіру қажеттілігін растайды. Бұл келесі бөлімде ұсынылған қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделін әзірлеудің негізі болып табылады.

4.3 Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу тиімділігін бағалаудың математикалық моделі

Анықталған кемшіліктерді жою мақсатында Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі әзірленді. Модельдің мақсаты ТҚ белгіленген деңгейін міндетті түрде сақтай отырып, қосалқы бөлшектерді сақтауға және қайта бөлуге байланысты жиынтық шығындарды барынша азайту болып табылады.

Әзірленген модель қосалқы бөліктерді басқарудың екі сценарийін қарастырады: ТҚКП арасында қорларды бөлу және қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейінгі жағдайы. Қайта бөлудің экономикалық тиімділігі көрсетілген сценарийлер бойынша жиынтық шығындарды салыстыру жолымен анықталады.

Оңтайлылық критерийі ретінде қосалқы бөлшектерді сақтау мен тасымалдауға байланысты жиынтық шығындарды барынша азайту қабылданған. Қосалқы бөлшектреді қайта бөлу тасымалдау шығындарын ескере отырып есептелген қайта бөлуден кейінгі жиынтық шығындар қолданыстағы сақтау жүйесіндегі шығындарда аз болған жағдайда экономикалық тұрғыдан тиімді деп есептеледі:

$$З_{\text{сақ}}^{\text{дейін}} < З_{\text{сақ}}^{\text{кейін}} + З_{\text{тас}}, \qquad (4.1)$$

мұнда $З_{сақ}^{кейін}$ – қосалқы бөлшектерді қайта бөлгенге дейін сақтау шығындары;

$З_{сақ}^{дейін}$ - қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейін сақтау шығындары;

$З_{тас}$ -ТҚП арасындағы қосалқы бөлшектерді тасымалдау шығындары.

Бұл ретте қосалқы бөлшектерді қайта бөлу тек артық қор есебінен ғана жүзеге асырылады. Қайта бөлуден кейін әрбір станциядағы қослақы бөлшектредің нақты саны белгіленген ТҚ деңгейінен кем болмауы тиіс:

$$Q_i^{\text{кейін}} \geq Q_i^{min},$$

мұнда $Q_i^{\text{кейін}}$ – қайта бөлуден кейінгі і-станциядағы қосалқы бөлшектер саны;

Q_i^{min} – осы станция үшін белгіленген ТҚ-ның мөлшері.

Қарастырылатын әрбір сценарий бойынша тиісті шығындар есептеледі. Қолданыстағы жүйе үшін қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындар, ал қайта бөлуден кейінгі жағдайда оларды сақтау және тасымалдау шығындары ескеріледі. Алынған нәтиделер ұсынылған модельдің экономикалық тиімділігін бағалау үшін пайдаланылады.

Әрбір сценарий бойынша жиынтық шығындар анықталғаннан кейін, қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің экономикалық тиімділігі есептеледі.

Ұсынылған модельдің экономикалық тиімділігі қаржылық үнемдеу көрсеткіштерімен (D) сипатталады. Бұл көрсеткіш қолданыстағы сақтау жүйесіндегі шығындар мен қайта бөлуден кейінгі жиынтық шығындардың айырмасы ретінде анықталады:

$$D = З_{сақ}^{дейін} - (З_{тас} + З_{сақ}^{кейін}). \quad (4.2)$$

Бұл көрсеткіштің оң мәні ($D > 0$) қосалқы бөлшеткреді қайта бөлу нәтижесінде кәсіпорынның жиынтық операциялық шығындарының азайғанын көрсетеді.

Қарастырылып отырған әрбір сценарий бойынша шығындарды есептеу үшін қослақы бөлшектреді сақтауға жұмсалатын жалпы шығындар келесі құрамдас бөліктердің қосындысы түрінде анықталады:

$$З_{сақ(i)} = З_a + З_к + З_с + З_{ам} + З_{жоғ} + З_{басқа}, \quad (4.3)$$

мұнда $З_a$ – i-ші қойманы пайдалануға байланысты шығындар (қойманы жалға алу, коммуналдық төлемдер, ғимараттарды күтіп ұстау шығындары);

$З_к$ – қоймадағы материалдық құндылықтарды есепке алу, қабылдау және берумен айналысатын персоналға жұмсалатын шығындар;

$З_с$ – қосалқы бөлшектредің сақталуын қамтамасыз ету және сақтандыру шығындары;

$З_{ам}$ – қосалқы бөлшектердің сақтау кезеңіндегі құнсыздануын сипаттайтын амортизациялық шығындар;

$З_{жоғ}$ – сақтау барысында қосалқы бөлшектердің бүлінуі немесе жоғалуынан болатын шығындар;

$З_{басқа}$ – өзге де шығындар.

Сценарийлердің әрқайсысы бойынша шығындарды есептеу үшін жиынтық шығыстар қосалқы бөлшектерді сақтау және қайта бөлу жүйесінің негізгі элементтерін көрсететін жекелеген құрауыштардың қосындысы түрінде ұсынылған.

Қарағанды теміржол торабының әртүрлі учаскелерінде сақтау тиімділігін салыстыру үшін өнімнің бір бірлігін сақтауға жұмсалатын үлестік шығындар көрсеткіші енгізіледі:

$$З_{сақ\ 1\ қ.б.(i)} = \frac{З_{сақ(i)}}{Q_i}, \tag{4.4}$$

мұнда Q_i – i-станциясындағы қоймадағы қослақы бөлшектер көлемі, дана.

Әдістеменің ҚТП-лар арасында қосалқы бөлшектерді тасымалдауға жұмсалатын шығындарды сипаттайтын көліктік құрамдас бөлігі келесі формуламен анықталады:

$$З_{тасij} = C_{тасij} \cdot n_в \cdot l_{ij}, \tag{4.5}$$

мұнда $C_{тасij}$ – i және j станциялары арасындағы 1вагон-км тасымалдау құны, ш.б.;

$n_в$ – вагондар саны;

l_{ij} – i және j станциялары арасындағы тасымалдау қашықтыңы (иық), км.

Қосалқы бөлшектер қайта бөлінгеннен кейін оларды жылжымалы құрамға орнатқанға дейін қабылдаушы станцияда сақтау шығындары туындайды. Бір станциядан екінші станцияға қайта бөлінген қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындар келесі түрде анықталады:

$$З_{сақ\ ij}^{кейін} = З_{сақ\ 1\ қ.б.(i)} \cdot n_{ij}, \tag{4.6}$$

мұнда n_{ij} – i станциясынан j станциясына жіберілген қосалқы бөлшектер саны, дана.

Қайта бөлінген қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын жалпы шығындар тасымалдау шығындарын ескере отырып келесі формуламен анықталады:

$$З_{сақ(қ.б.)} = З_{сақ\,(қ.б.)ij} + З_{тасрij}. \quad (4.7)$$

Әзірленген жиынтық шығындардың математикалық моделі қорларды басқаруға салыстырмалы талдау жүргізуге және теміржол станциялары арасында артық қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің экономикалық орындылығын айқындауға мүмкіндік берді.

Әзірленген модельдің тиімділігін кешенді бағалау үшін үш көрсеткіш пайдаланылады:

1. Бұл көрсеткіш ТҚП-ның айналым қорын толықтырудың жеделдігін сипаттайды және тасымалдау уақыты мен тиеу-түсіру жұмыстарына жұмсалатын уақыттың қосындысы ретінде анықталады:

$$t_{жеткізу} = t_{тас} + t_{тиеу-түсіру}, \quad (4.8)$$

мұнда $t_{тас}$ – станциялар арасындағы қосалқы бөлшектерді тасымалдауға қажетті уақыт;

$t_{тиеу-түсіру}$ – қосалқы бөлшектерді тиеу-түсіру және қоймаға орналастыруға жұмсалатын уақыт.

2. Вагондардың бос тұрып қалу уақытын қысқарту. Бұл көрсеткіш қорларды оңтайландырудың тасымалдау процесіне әсерін сипаттайды және қайта бөлу енгізілгенге дейінгі және енгізілгеннен кейінгі вагондардың жөндеуді күтуге кеткен орташа бос тұрып қалу уақытының айырмасы ретінде анықталады:

$$t_{бос} = t_{дейін} - t_{кейін}, \quad (4.9)$$

мұнда $t_{дейін}$ – қайта бөлу енгізілгенге дейін вагондардың орташа бос тұрып қалу уақыты;

$t_{кейін}$ – қайта бөлу енгізілгеннен кейінгі вагондардың орташа бос тұрып қалу уақыты.

3. Қосалқы бөлшектер қорын пайдалану коэффициенті:

$$N_{қ.б} = \left(\frac{N_{пайд}}{N_{жалпы}}\right) \cdot 100\%. \quad (4.10)$$

мұнда $N_{пайд}$ – нақты пайдаланылған қосалқы бөлшектер саны,

$N_{жалпы}$ – қарастырылып отырған учаскенің қоймасындағы қосалқы бөлшектердің саны.

Ұсынылған әдістеме ықтимал қаржылық тиімділікті есептеуге ғана емес, сонымен қатар теміржол көлігін пайдалану тұрғысынан оның практикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Құндық (қаржылық) және уақыттық көрсеткіштерді кешенді түрде пайдалану жабдықтау жүйесінің жұмысын жан-жақты әрі объективті бағалауды қамтамасыз етеді. Мұндай тәсіл қорларды икемді басқарудың жасырын артықшылықтарын анықтауға мүмкіндік береді, атап айтқанда вагондардың негізсіз бос тұрып қалу уақытын қысқартуға және қоймалардағы қосалқы бөлшектердің айналымдылығын арттыруға жағдай жасайды.

Көрсеткіштер жүйесін қолдану қорларды бөлу процесінің көпқырлылығымен негізделген. Құндық, уақыттық және технологиялық көрсеткіштердің жиынтығы біржақты бағалауға жол бермей, ТҚКП-ның айналым қорын басқаруға кешенді тәсілін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл қайта бөлудің таңдалған сценарийі экономикалық жағынан тиімді ғана емес, сонымен қатар Қарағанды теміржол бөлімшесінің өндірістік жағдайында іс жүзінде жүзеге асырылуы мүмкін екенін дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Қосалқы бөлшектер қозғалысының толық статистикалық деректеріне қолжетімділіктің болмауына байланысты есептеулер Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП-ның нақты жұмыс жағдайларын ескере отырып қалыптастырылған шартты бастапқы деректер негізінде орындалды. Бұл әзірленген математикалық модельді қолдану тәртібін көрсетуге және оның практикалық тұрғыдан жұмысқа қабілеттілігін бағалауға мүмкіндік берді.

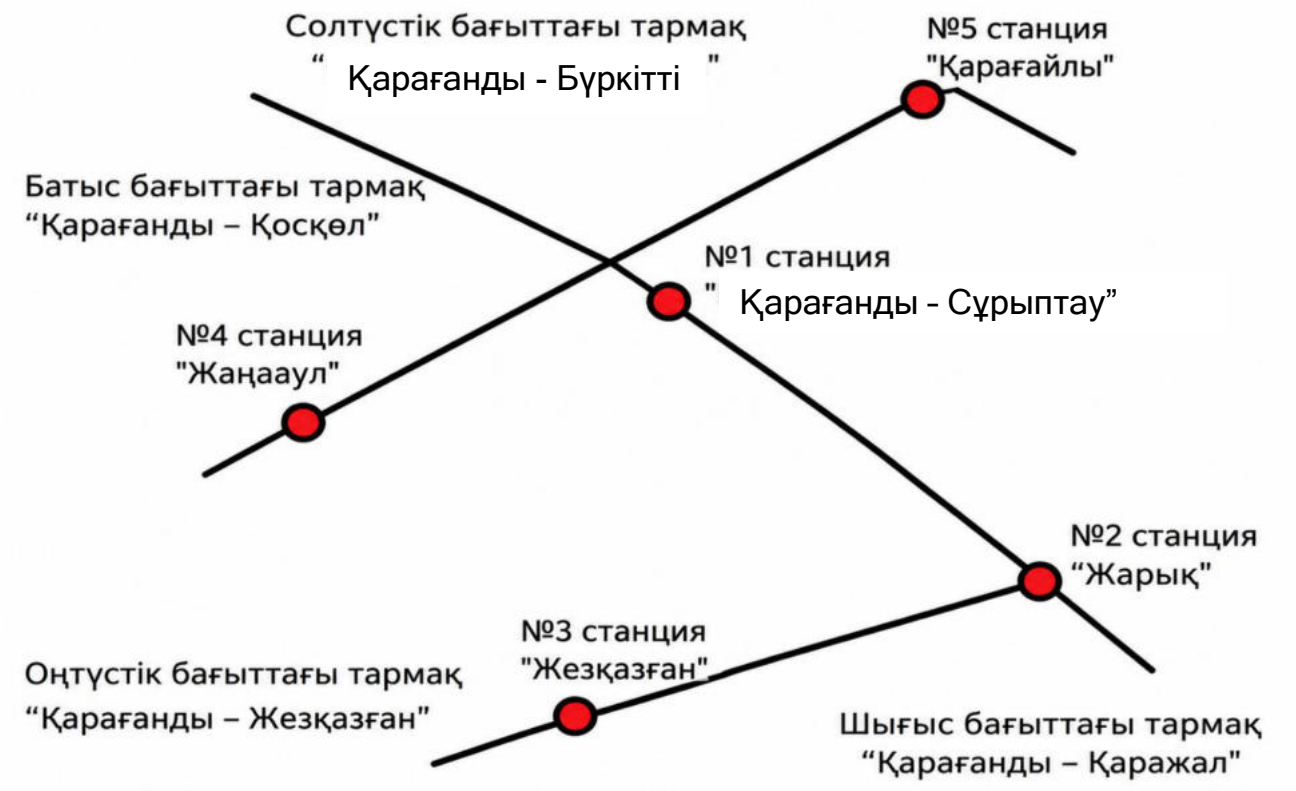
Таңдап алынған қайта бөлу сценарийі экономикалық жағынан ғана емес, сонымен қатар Қарағанды жол бөлімшесі жағдайында технологиялық тұрғыдан іске асырылатынына кепілдік береді.

Қосалқы бөлшектер қозғалысының толық статистикасына қолжетімділіктің болмауына байланысты есептеулер Қарағанды жол бөлімшесінің ТҚКП жұмыс істеуінің нақты жағдайларын ескере отырып қалыптастырылған шартты бастапқы деректерде орындалды. Бұл әзірленген модельді қолдану тәртібін көрсетуге және оның практикалық жұмыс қабілеттілігін бағалауға мүмкіндік береді.

4.4 ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша шешім қабылдау алгоритмі

Әзірленген математикалық модельді іс жүзінде қолдану үшін ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша шешім қабылдау алгоритмі қалыптастырылған. Алгоритм есептеулердің орындалу реттілігін көрсетеді және сақтау, тасымалдау және ТҚ-дың белгіленген деңгейін сақтау шығындарын ескере отырып, қосалқы бөлшектерді станциялар арасында қайта бөлудің орындылығын анықтауға мүмкіндік береді.

4.1-суретте Қарағанды жол бөлімшесінің негізгі ТҚҰ-ның орналасу схемасы берілген.



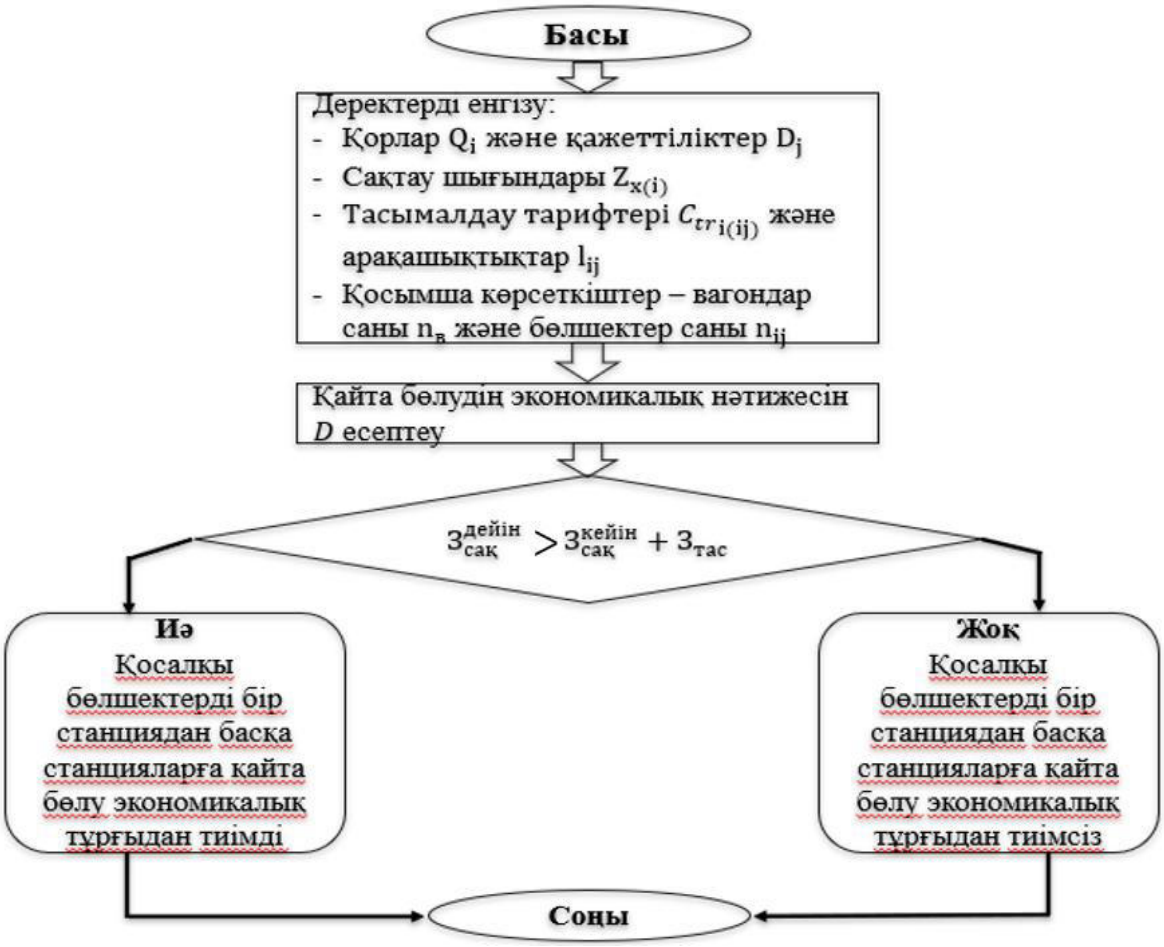
Сурет 4.1 – Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП-ры

Станциялар бір-бірінен едәуір қашықтықта орналасқан және қозғалыстың түрлі бағыттарда орналасқанын байқауға болады. Бұл қосалқы бөлшектермен жабдықтауды ұйымдастыру кезінде қосымша қиындықтар туғызады және ресурстарды қайта бөлу туралы шешім қабылдау кезінде арақашықтықты есепке алуды талап етеді.

Осылайша, барлық шешімдер бірден бірнеше факторларды ескере отырып қабылданады. Бұл қорларды жай ғана сақтауға емес, нақты қажеттілікке байланысты ресурстарды станциялар арасында қайта бөле отырып, оларды икемді басқаруға мүмкіндік береді.

Әзірленген математикалық модельді қолдану жүйелілігі алгоритм түрінде ұсынылған.

Алгоритм қосалқы бөлшектердің қоры, ТҚКП-ның қажеттілігі, сақтау шығындары, тасымалдау тарифтері және станциялар арасындағы қашықтықтар туралы мәліметтерді қамтитын бастапқы деректерді жинауды қамтиды. Бұдан кейін ТҚ-дың белгіленген деңгейінің сақталуы тексеріледі. Осы талап орындалған жағдайда қолданыстағы сақтау жүйесіндегі және қайта бөлуден кейінгі жиынтық шығындарды салыстыру арқылы қайта бөлудің экономикалық тиімділігі бағаланады. Егер оңтайлылық критерийі жиынтық шығындардың төмендеуін қамтамасыз етсе, қосалқы бөлшектерді қайта бөлу туралы шешім қабылданады. Ал экономикалық тиімділік шарты орындалмаған жағдайда қосалқы бөлшектердің қолданыстағы орналастыру құрылымы өзгеріссіз сақталады (4.2-сурет).



Сурет 4.2 – Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу алгоритмі

4.2-суретте ұсынылған алгоритм ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің орындылығы туралы шешім қабылдаудың ретін көрсетеді.

Осылайша, әзірленген алгоритм оңтайлылық критерийі мен қолданыстағы шектеулерді ескере отырып, ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Алгоритмнің әмбебаптығы оны шешім қабылдау логикасын өзгертпей, әртүрлі станциялар мен пайдалану жағдайларына бейімдеп қолдануға мүмкіндік береді.

Әзірленген алгоритмді тәжірибеде қолдану және оның тиімділігін шартты мысал негізінде бағалау диссертацияның бесінші тарауында қарастырылған.

Төртінші тарау бойынша қорытынды

Жүргізілген зерттеулердің қорытындысы бойынша төртінші тарауда мынадай қорытындылар жасауға болады:

1. Қорларды басқару әдістеріне шолу жүргізілді. Қолданыстағы тәсілдерді зерделеу дәстүрлі жабдықтау станциялардың аумақтық орналасу ерекшеліктерін және қосалқы бөлшектерге нақты қажеттілікті ескермейтінін көрсетті. Бұл қосалқы бөлшектерді бөлудің жаңа тәсілдерін іздеу қажеттігін растады.

2. Қарағанды-Сұрыптау станциясының ТҚКП қосалқы бөлшектермен қамтамасыз ету жүйесі талданды. Зерттеу нәтижесінде тәжірибеде қажетті қосалқы бөлшектердің жетіспеушілігімен қатар, кейбір бөлшектердің ұзақ уақыт бойы қоймада пайдаланылмай сақталатыны анықталды. Бұл жөндеу жұмыстарының кешігуіне және сақтау шығындарының артуына алып келеді.

3. ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі әзірленді. Ұсынылған модель ТҚ-дың белгіленген деңгейін міндетті түрде сақтай отырып, сақтау және тасымалдау шығындарын салыстыру негізінде қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің экономикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

4. ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша шешім қабылдау алгоритмі әзірленді. Алгоритм есептеулерді орындау ретін және қайта бөлудің экономикалық тұрғыдан ең тиімді нұсқасын таңдаудың бірізділігін анықтайды.

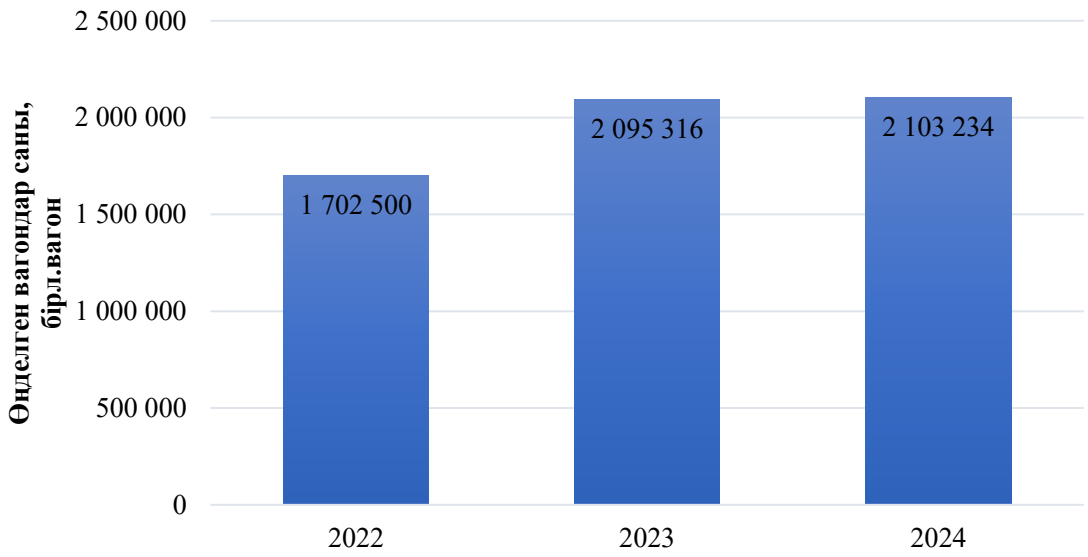
5. ТҚКП арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу жөнінде шешім қабылдауға арналған әзірленген математикалық модель мен алгоритмді қолдану әдістемесі қалыптастырылады. Ұсынылған әдістеме ТҚ-дың белгіленген деңгейін сақтай отырып, қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарын азайтуға және ТҚКП-ның айналым қорын басқару тиімділігін арттырыуға бағытталған.

5 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ІСКЕ АСЫРУ

5.1 Жүк вагондарын пайдалану бойынша оңтайлы шешімді таңдауды есептеу

Үшінші тарауда әзірленген әдістемені практикалық енгізу мақсатында вагонның техникалық жай-күйін жедел бағалауға және оны одан әрі пайдалану туралы негізделген шешім қабылдауға мүмкіндік беретін алгоритм қалыптастырылды. Ұсынылған тәсіл вагон паркі жұмысының тиімділігін арттыруға бағытталған.

Істен шығу қарқындылығын есептеу үшін негіз ретінде 2022-2023 жылдар аралығында өңделген вагондар саны бойынша деректер пайдаланылды. 5.1-суретте Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚКП-да техникалық байқаудан өткен вагондардың сандық көрсеткішері келтірілген [161].



Сурет 5.1 – 2022-2024 жылдар аралығында Қарағанды теміржол бөлімшесінің ТҚП-да өңделген вагондар саны

3.2-бөлімде ұсынылған статистиканың, сондай-ақ 3.1 және 5.1-суреттердегі 2023 жылғы мәліметтер негізінде жүк вагондарының негізгі тораптары бойынша істен шығу қарқындылығы (λ), істен шығу ықтималдығы (F (t)), тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы (P (t)) 3.5-3.7 формулаларға сәйкес есептелді.

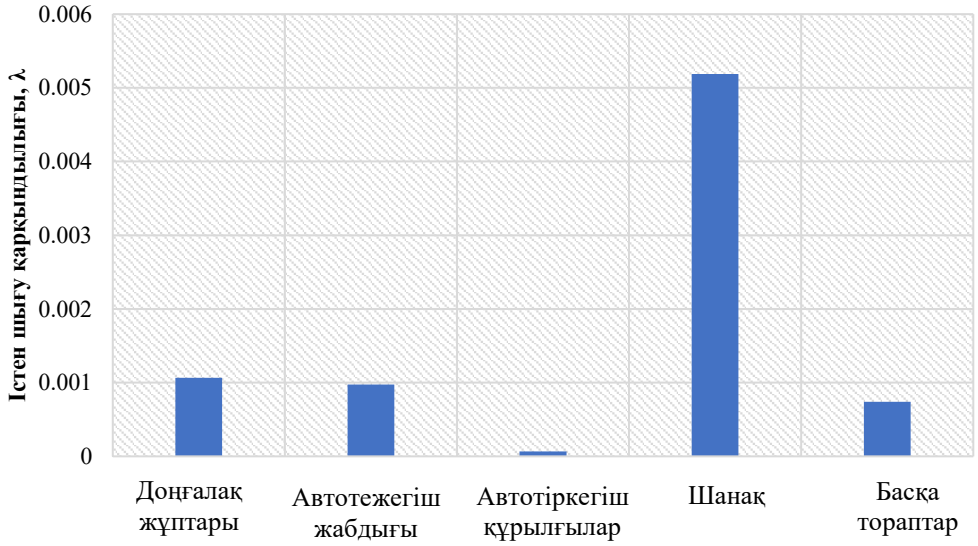
Кесте 5.1 – Жүк вагондарының негізгі тораптары бойынша істен шығу қарқындылығының (λ) көрсеткіштері

№	Негізгі торап атауы	2022 жылдағы істен шығу қарқындылығы (λ)	2023 жылдағы істен шығу қарқындылығы (λ)	2024 жылдағы істен шығу қарқындылығы (λ)
1	Доңғалақ жұптары	0,000975	0,001067	0,001225

Кесте 5.1 жалғасы

1	2	3	4	5
2	Автотежегіш жабдығы	0,000618	0,000976	0,000902
3	Автотіркегіш құрылғылары	0,000048	0,000067	0,000035
4	Шанақ	0,004562	0,005188	0,005472
5	Басқа тораптар	0,000133	0,000738	0,000716

5.1-кестеде алынған істен шығу қарқындылығы көрстекіштерінің диаграммасы 5.2-суретте келтірілген. Деректерді графикалық ұсыну Қарағанды теміржол бөлімшесі жағдайларында істен шығу жиілігімен сипатталатын негізгі тораптарды (атап айтқанда, вагон шанағын) айқындауға мүмкіндік береді.



Сурет 5.2 – Істен шығу қарқындылық көрсеткішінің диаграммасы

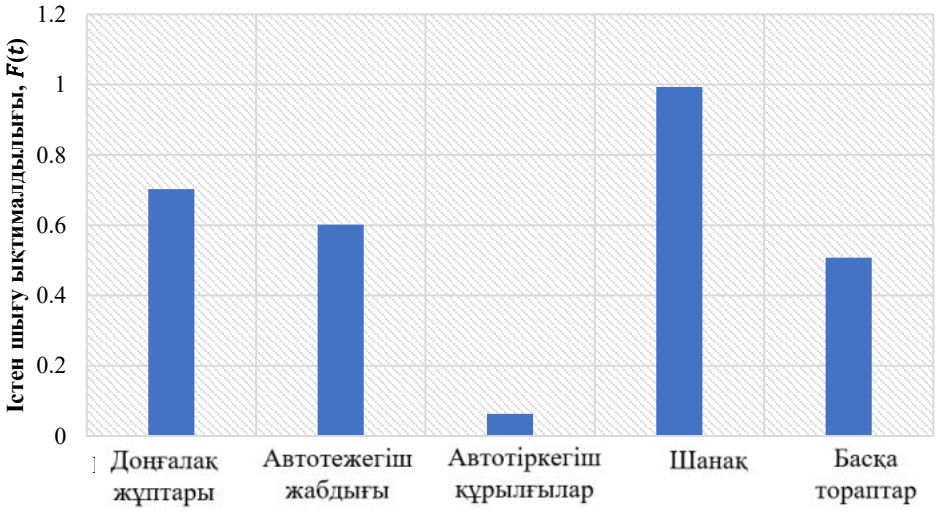
5.1-кестеде келтірілген істен шығу қарқындылығының мәндері негізінде құрастырылған көрсеткіштердің таралу диаграммасы 5.2-суретте ұсынылған. Деректердің графикалық көрінісі Қарағанды теміржол бөлімшесі жағдайында ақаулардың ең жоғары жиілігімен сипатталатын негізгі тораптарды, атап айтқанда вагон шанағын, айқындауға мүмкіндік береді.

5.2-кестеде істен шығу ықтималдығының есептік мәндері келтірілген.

Кесте 5.2 –Тораптар бойынша істен шығу ықтималдылығы

№	Негізгі торап атауы	2022 жылдағы істен шығу ықтималдығы $(F(t))$	2023 жылдағы істен шығу ықтималдығы $(F(t))$	2024 жылдағы істен шығу $(F(t))$
1	Доңғалақ жұптары	0,6843	0,7022	0,7340
2	Автотежегіш жабдығы	0,4661	0,6017	0,5874
3	Автотіркегіш құрылғылары	0,0491	0,0626	0,0344
4	Шанақ	0,9822	0,9934	0,9952
5	Басқа тораптар	0,1074	0,5077	0,5057

5.2-кестеде келтірілген істен шығу ықтималдығының есептік деректері негізінде салыстырмалы диаграмма құрылған. Ықтималдықтарды бөлуді талдау (5.3-сурет) негізгі конструктивтік элементтер бойынша істен шығу тәуекелдерінің өсу үрдісін растайды.



Сурет 5.3 – 2023 жылғы Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондары тораптарының істен шығу ықтималдылығы

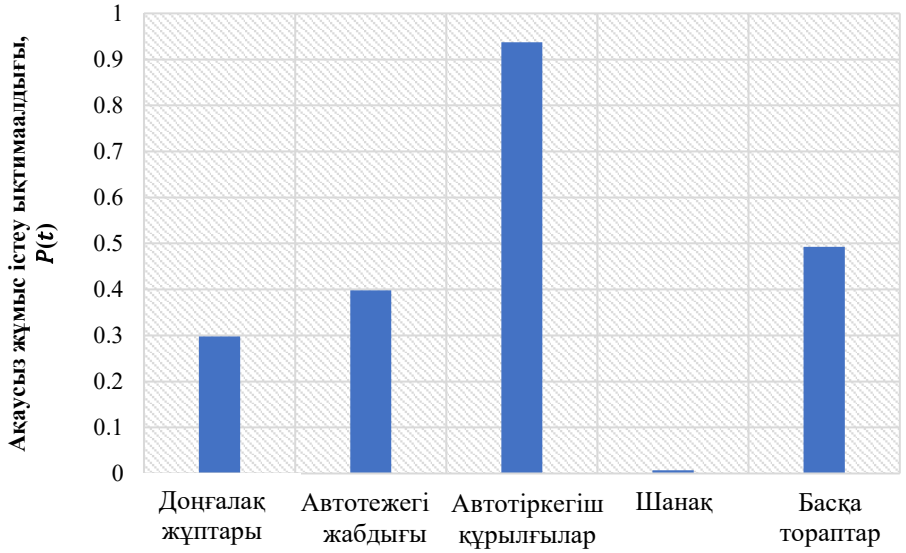
Істен шығу ықтималдығы вагонның шанағында (0,9934) жоғары, бұл осы торапқа едәуір тозуды немесе жоғары жүктемені көрсетеді. Автотежегіш жабдықтар, өзге де тораптар мен доңғалақ жұптары үшін істен шығу ықтималдығы төмен (0,0626-дан 0,7022-ге дейін жауап береді), бұл олардың істен шығуының аз қарқындылығын айқындайды. Автотіркегіш құрылғылар істен шығудың ең төменгі ықтималдығын көрсетті (0,008).

Есептеулер қорытындысы бойынша жылжымалы құрамның тоқтаусыз жұмыс істеуін бағалау үшін 5.3-кестеде тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығының диаграммасы құрастырылды.

Кесте 5.3 – Жүк вагонының негізгі тораптары бойынша ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $(P(t))$

№	Негізгі торап атауы	2022 жылдағы ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $(P(t))$	2023 жылдағы ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $(P(t))$	2024 жылдағы ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $(P(t))$
1	Доңғалақ жұптары	0,3157	0,2978	0,2660
2	Автотежегіш жабдығы	0,5339	0,3983	0,4126
3	Автотіркегіш құрылғылары	0,9509	0,9374	0,9656
4	Шанақ	0,0178	0,0066	0,0048
5	Басқа тораптар	0,8926	0,4923	0,4943

Диаграммада (5.4-сурет) ұсынылған көрсеткіштерді салыстыру тораптардың пайдалану беріктігін бағалауға мүмкіндік береді және бағдарламалық модульді пайдалану, жөндеуге немесе есептен шығаруға жіберу туралы шешім қабылдау үшін негіз болып табылады.



Сурет 5.4 – 2023 жылғы Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарының негізгі тораптарының ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $(P(t))$

Есептеу нәтижелері бойынша автотіркегіш құрылғылар ақаусыз жұмыс істеудің ең жоғары ықтималдығын көрсетеді (0,9374), одан кейін басқа тораптар (0,4923) және автотежегіш жабдықтары (0,3983). Доңғалақ жұптарының ақаусыз жұмыс істеу ықтималдылығы 0,2978-ді құрады, ал ең төменгі көрсеткіш вагон шанағына тиесілі болып, 0,0066-ға тең болды.

Алынған деректерді талдау вагон шанақтарының істен шығу ықтималдығы (0,9934) жоғары екенін көрсетті, бұл оның жоғары тозуына және тұрақты техникалық қызмет көрсету қажеттігін білдіреді. Доңғалақ жұптары мен автотежегіш жабдықтар да ерекше назар аударуды талап етеді, өйткені олардың істен шығу ықтималдығы тиісінше 0,7022 және 0,6017 құрайды. Сонымен қатар, автотіркегіш құрылғылар барынша сенімділік көрсетті (0,0626), бұл оларды пайдалануда ең аз шығынды етеді. Алынған статистикалық көрсеткіштер бақылау есебін орындау барысында қолданылады.

Әзірленген алгоритмді тексеру үшін №75014324 жүк вагоны сымалында бақылау есебі орындалды. Бастапқы деректер осы вагонға 2023 жылдары жүргізілген жөндеулер туралы анықтама (Д қосымшасы) [136], Қарағанды теміржол бөлімшесінің статистикалық деректері, ВУ-31 нысаны бойынша ақаулы вагондардың бос тұру ұзақтығы туралы мәліметтер және жөндеу жұмыстары құнының көрсетілген прейскуранттары [161] негізінде қалыптастырылды.

Тораптардың негізгі топтарының істен шығу ықтималдықтары ретінде Қарағанды теміржол бөлімшесінің 2023 жылғы статистикалық деректері

бойынша алынған мәндер пайдаланылды. Таңдалған вагонның техникалық жай-күйін ескеру үшін ақаудың бар-жоғын сипаттайтын α күй коэффициенті енгізілді. Қарастырылатын кезеңде вагонның 2653 анықтамасында тіркелген ақау болған жағдайында $\alpha_i = 1$, ал тіркелмеген жағдайда $\alpha_i = 0$ деп қабылданады.

№75014324 вагонда 2023 жылдары доңғалақ жұптарының 102 ақаулық коды, автотежегіш жабдығының 440 ақаулық коды және өзге тораптардың 219 ақаулық коды тіркелген. Сондықтан аталған топтар үшін $\alpha_i = 1$ деп қабылданады. Қарастырылатын кезеңде автотіркегіш құрылғысы мен шанаққа қатысты ақаулар тіркелмегендіктен, олар үшін $\alpha_i = 0$ деп қабылданады.

Бос тұру ұзақтығы ВУ-31 нысанының [162] деректері бойынша анықталады. Вагондардың ақаулы күйде болу ұзақтығы туралы мәліметтер қамтылған 532 жазбадан тұратын іріктеме бойынша орташа мән 22,74 тәулікті құрады. Бұл мән бақылау есебі үшін бос тұрудың орташа ұзақтығы ретінде қабылданды,

Бақылау есебіне арналған бастапқы деректер 5.4 кестеде келтірілген.

Кесте 5.4 – Бақылау есебіне арналған бастапқы деректер

Параметр	**Белгіленуі**	**Мәні**	**Негіздеме**
1	2	3	4
Вагон нөмірі	–	75014324	Анықтама 2653 (Б қосымшасы)
Вагонның жұмысын қарастыру кезеңі	–	2023 гг.	Анықтама 2653 (Б қосымшасы)
Орташа бос тұру уақыты	$t_{бос.т}$	22,74 тәу.	Форма ВУ-31, 5
Есептеу кезеңі	T	30 тәу.	Бақылау есептеу үшін
Вагонды пайдаланудың есептік мөлшерлемесі	$C_{тәу}$	19 750,44 тг/тәу.	Есептік мәні
Кезеңдегі есептік табыс	D	592 513 тг	$C_{тәу} \cdot T$
Доңғалақ жұптарының істен шығу ықтималдылығы	*F(t)1*	0,7022	2023 ж көрсеткіш
Доңғалақ жұбының күй коэффициенті	α_1	1	102 коды
Доңғалақ жұбын жөндеу құны	$З_1$	28 542 тг	Прейскурант [161]
Автотежегіш жабдығының істен шығу ықтималдылығы	*F(t)2*	0,6017	2023 ж. көрсеткіш
Автотежегіш жабдығының күй коэффициенті	α_2	1	440 коды
Автотежегіш жабдығын жөндеу құны	$З_1$	1 379 тг	Прейскурант [161]
Автотіркегіш жабдығының күй коэффициенті	α_3	0	Ақаулық анықталмады

Кесте 5.4 жалғасы

1	2	3	4
Шанақтың күй коэффициенті	α_4	0	Ақаулық анықталмады
Басқа тораптардың істен шығу ықтималдылығы	*F(t)5*	0,5077	2023 ж көрсеткіш.
Басқа тораптың күй коэффициенті	α_5	1	214 коды
Басқа тораптарды жөндеу құны	$З_1$	5 132 тг	Прейскурант [161]

5.4 кестедегі бастапқы деректер негізінде жүк вагоны тораптарының негізгі топтары бойынша ақауларды жоюға жұмсалатын күтілетін шығындар анықталды.

Есептеу тиісті топтың істен шығу ықтималдығын, ақаудың бар-жоғын сипаттайтын күй коэффициентін α_i және жөндеу жұмыстарының құнын ескере отырып, 3.3 формулаға сәйкес орындалады.

α_i коэффициенті есептеуде таңдалған вагонның тарихында тіркелген ақаулар топтарын ғана ескеруге мүмкіндік береді. №75014324 вагон үшін қарастырылатын кезеңде доңғалақ жұптарының, автотежегіш жабдығының және өзге тораптардың ақаулары ескеріледі. Сондықтан осы топтар үшін $\alpha_1=\alpha_2=\alpha_5=1$. мәні қабылданады. Автотіркегіш жабдықтары мен шанақ үшін $\alpha_3=\alpha_4=0$ деп қабылданады. Жөндеу жұмыстарының шығыны:

$$З_{\text{жөнд}} = 1 \cdot 0{,}722 \cdot 28\,542 + 1 \cdot 0{,}6017 \cdot 1379 + 0 + 0 + 1 \cdot 0{,}5077 \cdot 5132 = 23\,477{,}45 \approx 23\,477 \text{ тг.}$$

Тарифтік нұсқаулықта [163] көрсетілген мөлшерлеме (430 тг/вагон-сағат) бойынша вагонның 546,67 сағат бос тұруының құндық бағасы келесіні құрайды:

$$З_{\text{бос.т}} = 545{,}67 \cdot 430 = 234\,638{,}10 \approx 234\,638 \text{ тг;}$$

Жарамды вагонды пайдаланудан бос тұру кезеңінде (22,74 тәулік) алынатын есептік табыс орташа тәуліктік мөлшерлеме бойынша келесіге тең:

$$Д_{\text{эксп}} = С_{\text{тәу}} \cdot t_{\text{бос.т}} = 18\,001 \cdot 22{,}74 = 409\,350 \text{тг;}$$

Жөндеу жүргізудің қорытынды экономикалық нәтижесі пайданың мақсаттық функциясы бойынша анықталады (3.9 формула):

$$П = 409\,350 - 234\,608 - 23\,477 = 151\,265 \text{ тг.}$$

Бұдан әрі №75014324 вагон элементтері тізбектей қосылған жүйе ретінде қарастырыплып, оның жөндеуге дейінгі және кейінгі техникалық жай-күйінің өзгерісі бағаланады.

Жөндеуге дейінгі істен шығудың жиынтық ықтималдығы $F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t)$ анықталады. 3.5-3.7 формулалар бойынша есептелген элементтердің 2023 жылғы ақаусыз жұмыс істеуінің базалық ықтималдықтары $P(t)$ (5.3 кесте) негізінде жөндеуаралық циклдің соңындағы вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығы 3.11 формула бойынша анықталады:

$$P_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t) = 0{,}2978 \cdot 0{,}3983 \cdot 0{,}9374 \cdot 0{,}0066 \cdot 0{,}4923 \approx 0{,}0584;$$

$$F_{\text{жиын}}^{\text{дейін}}(t) = 1 - 0{,}0584 = 0{,}9416\ (94{,}16\%).$$

Вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығы 94,16%-ды құрады. Бұл көрсеткіш шұғыл техникалық араласу қажеттігін көрсетеді. Осылайша, бағалау жеке бір элемент бойынша емес, жүк вагоны тораптарының негізгі топтарының жиынтығын ескере отырып жүргізіледі. Істен шығудың жиынтық ықтималдығының жоғары деңгейі вагонды жөндеуге жіберу қажеттігін растайды.

Жөндеу жұмыстары орындалғаннан кейін вагонның техникалық жай-күйінің өзгерісін бағалау оның тораптарының ресурсын қалпына келтіру қағидаттарына негізделеді.

Әрбір торап үшін логарифдік зақымдану коэффициенттері k_i 3.12 формула бойынша есептеледі.

Доңғалақ жұптары үшін:

$$k_1 = -\ln(0{,}2978) = 1{,}2113;$$

Автотежегіш жабдықтары үшін:

$$k_2 = -\ln(0{,}3983) = 0{,}9205;$$

Автотіркегіш жабдықтары үшін:

$$k_3 = -\ln(0{,}9374) = 0{,}0646;$$

Шанақ үшін:

$$k_4 = -\ln(0{,}0066) = 5{,}0207;$$

Басқа тораптар үшін:

$$k_5 = -\ln(0{,}4923) = 0{,}7086.$$

Вагонның жеке құжаттамасындағы (Г қосымшасы) нақты жүрілген жолы туралы деректерді ($L_{\text{факт}} = 6432$ км) пайдалана отырып, салыстырмалы атқарылған жұмысы 3.13 формула бойынша анықталады:

$$t = \frac{6432}{160\,000} = 0{,}0402;$$

Бұдан әрі вагон тораптарының жөндеуден кейінгі істен шықпай жұмыс істеу ықтималдығы әр торап бойынша сәйкесінше есептеледі:

$$P_1^{\text{кейін}} = e^{-1,2113 \cdot 0,0402} \approx 0,9525;$$

$$P_2^{\text{кейін}} = e^{-0,9205 \cdot 0,0402} \approx 0,9637;$$

$$P_3^{\text{кейін}} = e^{-0,0646 \cdot 0,0402} \approx 0,9974;$$

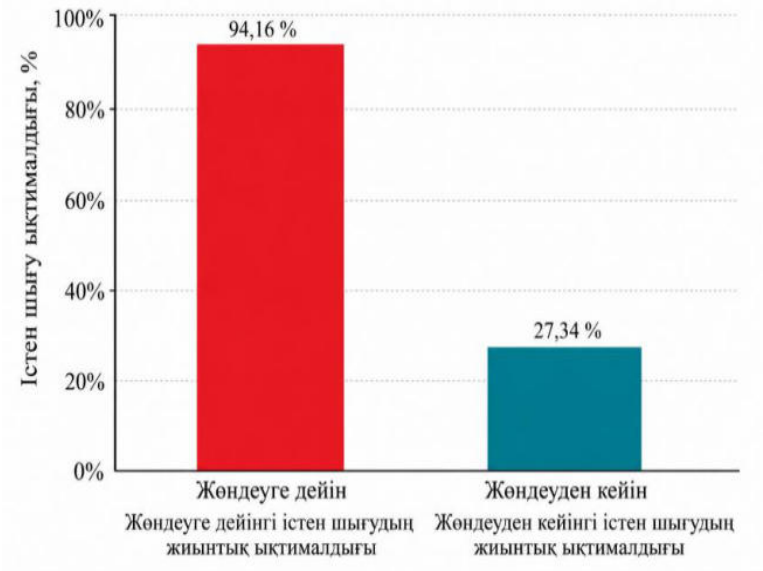
$$P_4^{\text{кейін}} = e^{-5,0207 \cdot 0,0402} \approx 0,8172;$$

$$P_5^{\text{кейін}} = e^{-0,7086 \cdot 0,0402} \approx 0,9719.$$

3.15 формула бойынша жөндеуден кейінгі істен шығу ықтималдықтарын ($F_{\text{сов}}^{\text{после}}(t)$) қайта есептеу нәтижелері келесідей болды:

$$F_{\text{жиын}}^{\text{кейін}}(t) = 1 - 0,9525 \cdot 0,9637 \cdot 0,9974 \cdot 0,8172 \cdot 0,9719 = 1 - 0,7266 = 0,2734\ (27,31\%).$$

Көрсеткіштерді салыстыру жөндеуден кейін вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығы 94,16%-дан 27,31%-ға дейін төмендейтінін көрсетеді. Бұл оның сенімділігінің қалпына келуін және одан әрі пайдалану қауіпсіздігін математикалық тұрғыдан растайды (5.5 сурет).



Сурет 5.5 - №75014324 вагон тораптарының ескерілген топтары бойынша жөндеуге дейінгі және кейінгі істен шығудың есептік жиынтық ықтималдығы

№75014324 вагон мысалында әзірленген әдістеменің жұмысқа жарамдылығы расталды. Нәтижесінде жқндеу жүргізу оң экономикалық әсер алуға және вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығын төмендетуге мүмкіндік берді. Вагонды одан әрі пайдаланудың таңдалған нұсқасын практикалық іске

асыру оның жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіруді көздейді. Анықталған ақауларды жоюдың технологиялық реттілігі 5.2 бөлімде қарастырылған.

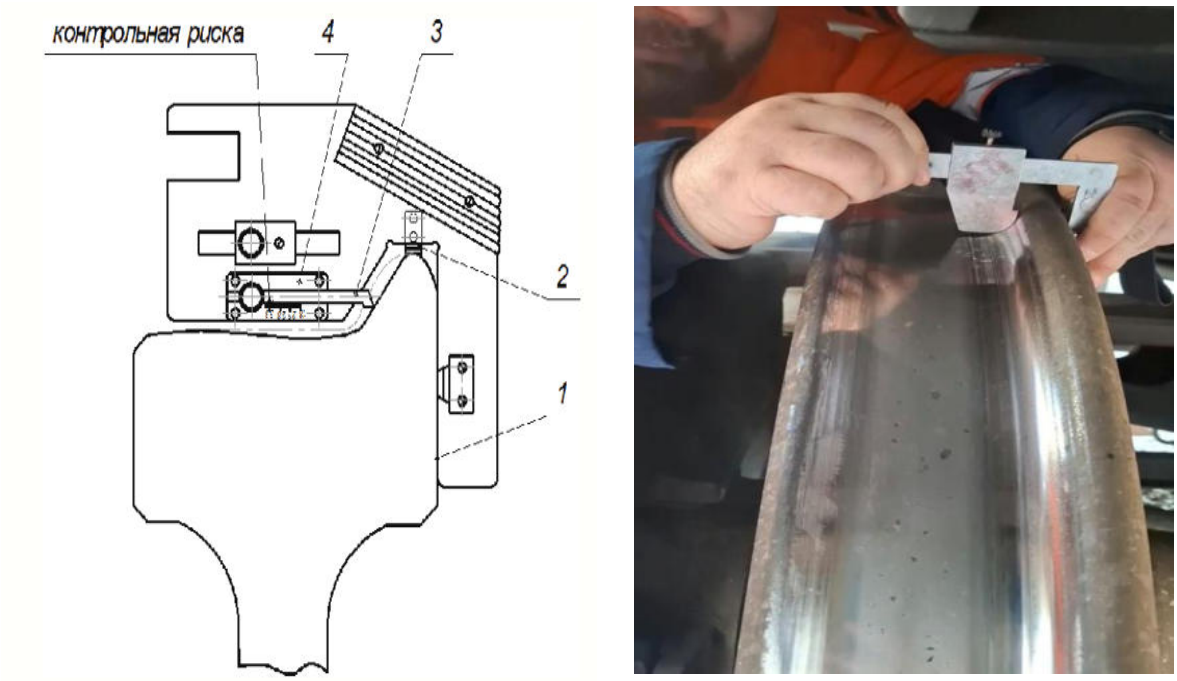
5.2 Жүк вагонының анықталған ақауларын жоюдың технологиялық реттілігі

Жүк вагонының жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру жөнінде қабылданған шешімнің практикалық жүзеге асырылуы ТҚКП-да және вагон депосында белгіленген технологиялық үдерістерге сәйкес анықталған ақауларды жою мысалында қарастырылады [51].

Жүк вагонының анықталған ақауларын жою нормативтік-техникалық құжаттаманың талаптарына сәйкес орындалады: доңғалақ жұптарын жөндеу – РД ВНИИЖТ 27.05.01.-2017 [164], тежегіш жабдығын жөндеу – 732-ЦВ-ЦЛ [165], арбаларды жөндеу – РД 32 ЦВ 052-2009 [166] құжаттарының негізінде, олардың қолдану саласын ескере отырып жүргізіледі. Қазақстан Республикасында жылжымалы құрамды техникалық пайдалану, оған қызмет көрсету және жөндеу жөніндегі жалпы талаптар [49] бекітілген ережелерде белгіленген.

Доңғалақ жұбының ақауын анықтау доңғалақ гребені мен домалау бетін визуалды тексеруден басталады. Вагон қараушы тозу мен зақымдану белгілерінің бар-жоғын тексеріп, содан кейін аспаптық бақылау жүргізеді. Өлшеу алдында шаблонның доңғалақпен жанасатын бөліктері ластанудан тазартылады.

Доңғалақ гребень қалыңдығы домалау бетінің тозуы мен жал қалыңдығын бақылауға арналған абсолюттік шаблонмен анықталады (5.6 сурет).



Сурет 5.6 – Доңғалақ гребені қалыңдығын бақылау [166]

Шаблонның тірек беттерін доңғалақ құрсауының ішкі қыры мен гребеннің төбесіне тығыз жанастырып, қиғаш орналасуына жол бермей орнатады. Көлденең өлшеуіш жылжыманы гребень жұмыс бетіне жанасқанға дейін жылжытып, шкала бойынша өлшенген мәнді қарайды. Алынған өлшем нормативтік шекпен салыстырылады. Бақылау нәтижелері негізінде доңғалақ профилін қалпына келтіру қажеттілігі анықталады (5.7 сурет) [164].



Сурет 5.7 – Доғалақ жұбының жұқа гребень ақауы

Гребень қалыңдығының рұқсат етілмейтін өлшемі анықталған кезде, доңғалақ профилін механикалық өңдеу арқылы қалпына келтіру мүмкіндігі бағаланады. Қалпына келтіру мүмкін болған жағдайда доңғалақ жұбын жонатын станок арқылы қалпына келтіріледі (5.8-сурет).



Сурет 5.8 – Доңғалақ жұбын жонатын станок

Ол үшін дөңгелектің өлшемдері және доңғалақ жұбын жөндеуден шығаруға қойылатын талаптарды сақтай отырып, белгіленген профилді алуға қажетті металл қоры бағаланады.

Доңғалақ жұбы мамандырылған доңғалақ учаскесіне жіберіледі. Өңдеу алдында оны тазалау, қарап-тексеру және техникалық жай-күйін бақылау жүргізіледі. Содан кейін доңғалақ жұбы доңғалақ жону станогына орнатылып, бекітіледі.

Доңалақ жұбы айналған кезде кескіш құрал доңғалақ бетінен металл қабатын алып, домалау беті мен гребень қажетті профилін қалыптастырады. Гребень қалыңдығын қалпына келтіру металл қоспай, доңғалақ диаметрін кішірейту кезінде оның профилін өзгерту арқылы жүзеге асырылады (5.9 сурет) [164].



Сурет 5.9 – Доңғалақ профилін қалпына келтіру

Нәтижелер нормативтік құжаттама талаптармен салыстырылады. Белгіленген талаптарға сәйкес келген жағдайда доңғалақ жұбын одан әрі пайдалануға рұқсат етіледі. Профильді рұқсат етілген өлшемдер шегінде қалпына келтіру мүмкін болмаса, доңғалақтарды немесе доңғалақ жұбын ауыстыру қажет.

Өңдеуден кейін гребень қалыңдығы қайта өлшеніп, доңғалақ жұбының профилі мен басқа да нормаланатын өлшемдері бақыланады (5.10 сурет).

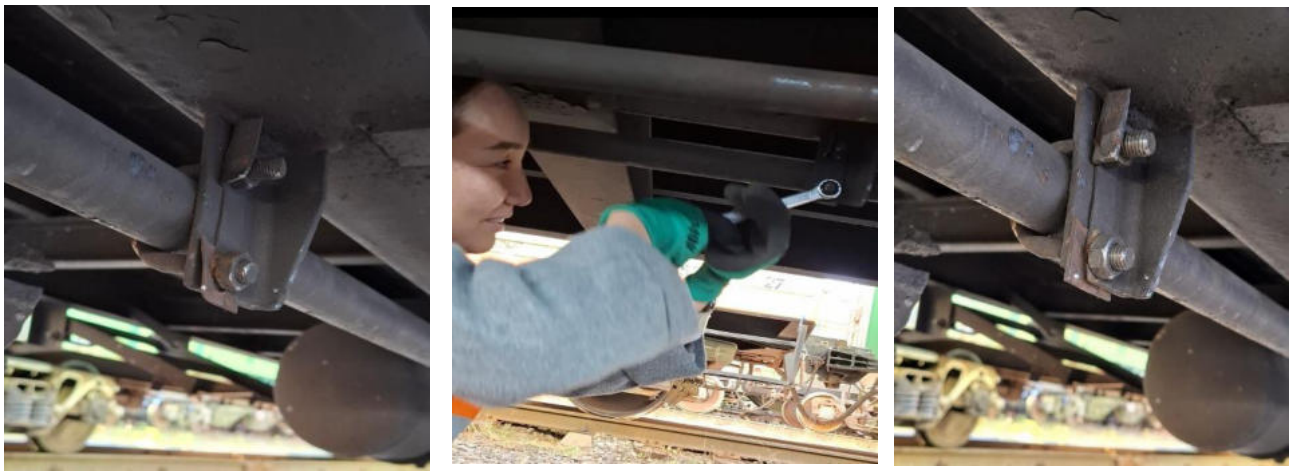


Сурет 5.10 - Өңдеуден кейін доңғалақ жұбының өлшемдерін бақылау барысы

Тежегіш жабдығының қарап-тексеру кезінде ауа құбыры түтіктерінің вагон рамасына бекітілуі тексеріледі. Қамыттарға, кронштейндерге және бұрандалы қосылыстарға ерекше назар аударылады. Бекітпенің босауы түтіктің ығысуы, қамыттың тығыз жанаспауы және үйкеліс іздері арқылы визуалды анықталады.

Гребень қалыңдығын бақылаудан айырмашылығы, бұл жағдайда бөлшектің тозуын өлшеу талап етілмейді, тек түтіктің сенімді бекітілгенін және бекіту элементтерінде зақымдардың жоқтығын анықтау қажет. Бекітпелердің орналасуын тексеру қажет болғанда, арақашықтықтар металл сызғышпен немесе рулеткамен өлшеніп, вагонның конструкторлық құжаттамасымен салыстырады [165].

Жөндеу тәртібі бекітпенің жай-күйіне байланысты анықталады. Бұрандалар мен қамыттар жарамды болса, босаған қосылыстарын кілтпен қатайтылады (5.11 сурет).



Сурет 5.11 – Ауа құбыры тұтігінің босаған бекітпесін қалпына келтіру

Зақымданған бөлшектер ауыстырылып, жетіспейтіндері орнатылады. Бұл жағдайда түтік конструкцияда көзделген қалыпта орналасып, тіректерде сенімді бекітілуі тиіс.

Жөндеуден кейін бекітпелер қайта тексеріліп, түтіктің оларға қатысты ығыспайтынына көз жеткізіледі. Егер жұмыс барысында ауа құбыры ажыратылған болса, жиналған қосылыстардың герметикалылығы қосымша тексеріледі. Қорытынды бақылау орындалған жұмыстар үшін көзделген көлемде жүргізіледі [165].

Рессорлық аспаны тексеру кезінде фрикциялық сыналардың орналасуы, серіппелердің бүтіндігі және қиғаштықтардың болмауы тексеріледі. Қорытынды бақылау орындалған жұмыстар үшін көзделген көлемде жүргізіледі [165].

Рессорлық аспаны тексеру кезінде фрикциялық сыналардың орналасуы, серіппелердің бүтіндігі және қиғаштықтардың болмауы тексеріледі. Анықталған ауытқу сынаның рессора үсті арқалығының төменгі тірек бетіне қатысты орналасуын өлшеу арқылы нақтыланды. Алынған мәндер арбаның тиісті конструкциясы мен бақылау түріне белгіленген талаптармен салыстырылады.

Егер ауытқу рұқсат етілген шектен асса, жөндеу учаскесінде рессорлық жинақ қажетті көлемде бөлшектеледі. Бөлшектерді көтеру және жылжыту үшін жүк көтергіш механизмдер қолданылады, ал бөлшектеу және кейінгі жинау жұмыстары арнайы жабдықталған орында жүргізіледі. Стенд серіппелер мен фрикциялық сыналарды шешіп алу және орнату жұмыстарын орындауға мүмкіндік береді (5.12 сурет) [167].



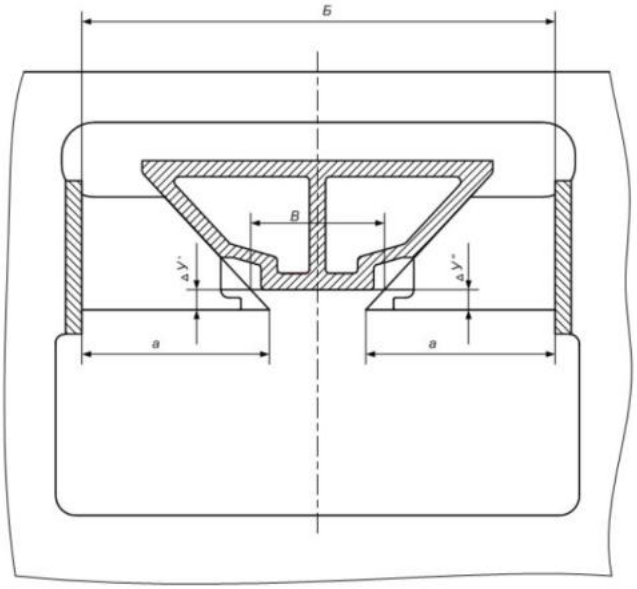
Сурет 5.12 – Тексеру және жөндеу кезінде арба бөлшектерін жылжытуға арналған қондырғы [168]

Бөлшектегеннен кейін бөлшектер тазартылып, олардың жай-күйі тексеріледі. Сыналар мен фрикциялық планкалардың жұмыс беттері, серіппелер және

рессора үсті арқалығы қалталарының беттері тексеріледі. Қажет болған жағдайда серіппелер сынақ стендінде тексеріледі.

Жөндеу көлемі анықталған ақауларға байланысты белгіленеді. Жарамсыз сыналар, серіппелер және басқа элементтер ауыстырылады, жөндеуге жарамды бөлшектре нормативтік құжаттамада көзделген шектерде қалпына келтіріліп, сынаның орналасуының бұзылуына әкелген себеп жойылады.

Жинаудан кейін серіппелердің орнатылуы, жұмыс беттерінің түйісуі және фрикциялық сыналардың орналасуы тексеріледі. Өлшеулер жөндеу құжаттамасында көзделген жинақталу және жүктелу күйінде орындалады. Бақылау сұлбасы РД 32 ЦВ 052-2009 [166] құжатында келтірілген (5.13-сурет).



Сурет 5.13 – Арбаны жинағаннан кейін фрикциялық сыналардың рессора үсті арқалығының төменгі тірек бетіне қатысты орналасуын бақылау сұлбасы [166]

Қорытынды бақылау нәтижелері бойынша жөнделген тораптардың нормативтік талаптарға сәйкестігі анықталады. Доңғалақ жұбы үшін қалпына келтірілген профиль мен доңғалақтың өлшемдері, ауа құбыры үшін бекітпелердің сенімділігі және қажет болған жағдайда қосылыстардың герметикалығы және рессорлық аспа үшін жинаудың дұрыстығы мен фрикциялық сыналардың орналасуы тексеріледі. Жарамдылығы расталған соң вагон пайдалануға жіберіледі.

Қарастырылған технологиялық операциялар вагонның жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіру жөніндегі шешімді практикалық іске асыру тәртібін көрсетеді. Ал 5.1 бөлімде келтірілген есептеулерді автоматтандыру және вагонды одан әрі пайдалану нұсқасын жедел таңдау үшін бағдарламалық модуль әзірленді. Оның құрылымы мен жұмыс істеу тәртібі қарастырылады.

5.3 Шешім қабылдау тиімділігін бағдарламалық іске асыру және бағалау

Жүк вагонын пайдалану жөнінде шешім қабылдау үдерісін автоматтандыру және есептеулерді жедел орындау мақсатында бағдарламалық модуль әзірленді. Бағдарламалық модуль диссертацияның 3.2-бөлімінде сипатталған жүк вагонын пайдаланудың оңтайлы сценарийін таңдау алгоритмінің қолданбалы іске асырылуы болып табылады. Оның жұмысы вагон тораптарының техникалық жай-күйі мен оларды одан әрі пайдаланудың экономикалық орындылығына негізделген шешім қабылдау кезеңдерінің реттілігін сипаттайтын графқа (3.1-сурет) негізделген.

Шешім қабылдау графы бес тораптар тобын қамтығанымен, бағдарламалық модульдің қазіргі нұсқасында ТҚКП-нің статистикалық деректері бойынша ақаулардың негізгі үлесі тиесілі төрт негізгі торап – доңғалақ жұптары, шанақ, автотежегіш жабдығы, автотіркегіш құрылғылары бойынша алгоритм іске асырылады. «Басқа тораптар» тобы деректер базасы кеңейтілген жағдайда бағдарламалық модульдің келесі нұсқаларына енгізілуі мүмкін.

Әзірленген бағдарламалық модуль жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету стратегиясын таңдауды автоматтандыруға арналған қолданбалы құрал болып табылады. Бағдарламаның негізгі мақсаты – пайдалану сценарийлерін жедел есетпеп, оларды салыстыру арқылы экономикалық тұрғыдан ең тиімді нұсқаны таңдау.

Бағдарламаның функционалдық мүмкіндіктері:

- деректерді жинау және өңдеу – пайдалану тыбысы мен техникалық қызмет көрсету, жөндеу және ауыстыру шығындары туралы бастапқы деректерді енгізу;
- болжамдық есептеу – пайдаланудың әрбір ықтимал сценарийі бойынша күтілетін пайданы анықтау;
- оңтайлы нұсқаны таңдау – ең жоғары экономикалық нәтижені қамтамасыз ететін сценарийді автоматты түрде таңдау.

Бағдарламалық модульдің қазіргі нұсқасында алгоритм жартылай вагонның техникалық тұрғыдан ең жауапты төрт негізгі торабын кезең-кезеңімен талдайды: доңғалақ жұптары, шанақ, автотежешіш жабдығы, автотіркегіш құрылғылары. Пайдаланушы бағдарламаға әрбір торап бойынша техникалық қызмет көрсету, жөндеу немесе ауытыру жөніндегі мәліметтерді енгізеді. Енгізілген деректер кейінгі есетпеулердің бастапқы негізі болып табылады.

Енгізілген параметрлер негізінде бағдарлама пайдаланудың төрт негізгі сценарийін салыстырады:

- жөндеусіз пайдалану – техникалық жағдайы қалыпты болған жағдайда вагонды әрі қарай пайдалану;
- жөндеу – анықталған ақауларды қалпына келтіру жұмыстарын орындау;
- ауыстуры – тораптың тозу шекті деңгейге жеткен кезде жаңа бөлшектерді немесе тораптарды ауыстыру;
- есептен шығару – техникалық немесе экономикалық тұрғыдан одан әрі қалпына келтірудің орынсыз болуына байланысты вагонды пайдаланудан шығару.

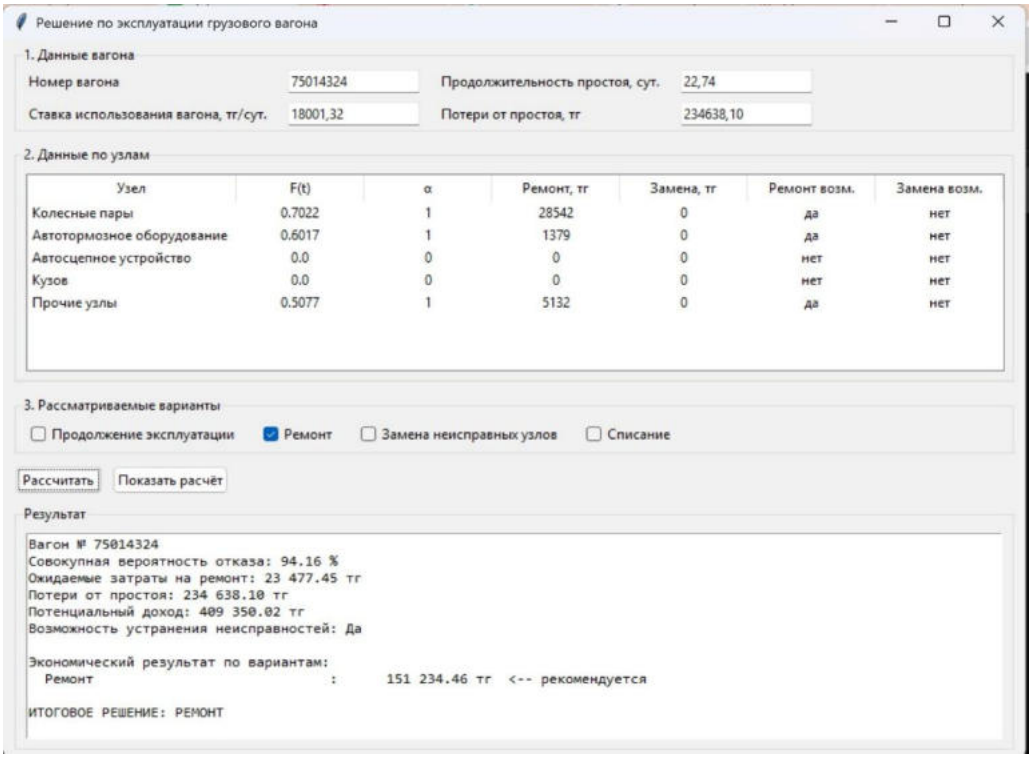
Есептеу әдістемесі болжанатын табыс пен техникалық әсер етуге байланысты жиынтық шығындарды салыстыру қағидатына негізделген. Бағдарлама

енгізілген деректерді талдап, қолданыстағы жағдай үшін ең ұтымды пайдалану сцераийін автоматты түрде анықтайды. Бқл техникалық іс-шаралардың орындылығын қорытынды экономикалық нәтижеге сүйене отырып объективті бағалауға мүмкіндік береді.

Бағдарламалық модульдің маңызды ерекшеліктерінің бірі – оның еліміздің теміржол көлігін пайдалану жағдайларына бейімделуі. Бағдарламада вагондарға ТҚКП-да жүргізілетін техникалыө өңдеу ерекшеліктері ескерілген, бұл әзірленген модульді нақты пайдалану жағдайларында қолдануға мүмкіндік береді.

Болашақта вагондардың деректер қорымен жұмыс істейтін, олардың техникалық жай-күйінің өзгеру динамикасын ескеретін және пайдалану, жөндеу, ауыстыру немесе еспетен шығару жөнінде пайданы максимизациялау критреийі негізінде оңтайлы ұсынымдарды автоматты түрде қалыптастыратын толыққанды бағдарламалық жүйені әзірлеу жоспарлануда.

Бағдарламалық модульдің жұмыс барысы мен есепеу нәтижелерінің экрандық көрінісі 5.14 суретте ұсынылған.



Сурет 5.14 – Бағдарламаның экрандық көрінісі және оңтайлы шешімді қалыптастыру нәтижесінің мысалы

5.14 суретте бақылау деректері негізінде бағдарламалық модульдің жұмыс нәтижесінің мысалы көрсетілген. Есептеу нәтижелері бойынша әрбір торап үшін күтілетін пайда мөлшері анықталып, экономикалық тұрғыдан ең тиімді пайдалану сценарийі ұсынылады. Бағдарламалық модуль енгізілген ақпаратты

өңдеп, математикалық модель негізінде басқаруышылық шешімді автоматты қалыптастырып, оңтайлы шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

5.4 Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша көлік-қойма есебін шешу мысалы

5.3-бөлімде әзірленген бағдарламалық модуль жүк вагонын пайдалану бойынша оңтайлы шешімді атвоматты түрде таңдауға мүмкіндік береді. Алайда қабылданған шешімді іс жүзінде жүзеге асыру ТҚКП-ғы қажетті қослақы бөлшектердің қолжетімділігіне тікелей байланысты. Осыған байланысты бұл бөлімде станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша көлік-қойма есебін шешу мысалы қарастырылады.

Бұл жүк вагондарын техникалық қызмет көрсету бойынша қабылданған шешімдерді қойма шаруашылығының логистикалық мүмкіндіктерімен өзара байланыстырып, ұсынылған әдістеменің практикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Есептеулерді жүргізу үшін Қарағанды теміржол бөлімшесінің бес негізгі станциясы таңдап алынды. Аталған станциялар өңірдің теміржол желісінің негізгі тораптарын құрайды және олардың әрқайсысында өндірістік қуаты әртүрлі ТҚКП жұмыс істейді. Сонымен қатар станциялар арасындағы қашықтықтың әртүрлі болуы әзірленген модельдің тиімділігін түрлі пайдалану жағдайларында бағалауға мүмкіндік береді. Бұл қосалқы бөлшектерді жақын орналасқан станциялар арасында да, алыс қашықтықтарға да қайта бөлу тиімділігін салыстырмалы түрде талдауға жағдай жасайды. Таңдап алынған станциялардың орналасу сызбасы 4 тарау 4.4 бөлімінің 4.1 суретінде көрсетілген.

Өңірдің географиялық орналасуы мен пайдалану ерекешеліктері ескеріліп, зерттеу нысаны ретінде Қарағанды теміржол бөлімшесінің келесі станциялары қаарстырылды:

1. Қарағайлы станциясы (Солтүстік бағыт). Қарағанды-Бүркітті тармағының соңғы станцияларының бірі болып табылады. Мұнда кен өндіру кәсіпорындарына қызмет көрсетіллетіндіктен, вагондарды тиеуге дайындау үшін қажетті қосалқы бөлшектер қорының болуы маңызды.

2. Жаңааууыл станциясы (Батыс бағыты). Қарағанды-Қоскөл тармағында орналасқан. Маневрлік жұмыстардың қырқындылығы жоғары болғандықтан, вагондарды техникалық қызмет көрсету үшін жеткілікті қослақы бөлшектер қорын тұрақты ұстап тұру қажет.

3. Жезқазған станциясы (Оңтүстік бағыт). Қарағанды бөлімшесінің шлағай орналасқан маңызды станцияларының бірі. Станцияың орталық қоймалардын қашық орналасуына байланысты ТҚКП-ны қажетті қосалқы бөлшектермне дербес қамтамасыз ету ерекше маңызға ие.

4. Жарық станциясы (Шығыс бағыт). Қарағанды-Қаражал тармағында орналасқан негізгі станциялардың бірі. Вагондардың техникалық дайындығын

қамтамасыз ету үшін мұнда сұранысқа ие қослақы бөлшектердің қажетті қоры сақталуы тиіс.

5. Қарағанды-Сұрыптау станциясы (Орталық торап). Қарағанды теміржол бөлімшесінің негізгі сұрыптау және тарату станциясы болып табылады. Бұл станция қосалқы бөлшектер ағындарын үйлестіруде және оларды басқа ТҚКП арасында қайта бөлуде орталыө рөл атқарады.

Жүк вагондарын жөндеу немесе тораптарын ауыстыру бойынша қабылданған шешімдерді іс жүзінде жүзеге асыру ТҚКП-ның қажетті қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етілуіне тікелей байланысты. Осыған байланысты қосалқы бөлшектер қорын тиімді бөлу әзірленген әдістеменің негізгі элементтерінің бірі болып табылады.

Есептік мысалда тораптық станциялардағы, оның ішінде сыныптан тыс Қарағанды-Сұрыптау станциясындағы ТҚ-ның көлемі шартты түрде 1000-4500 бірлік аралығында қабылданды. Қабылданған мәндер нақты статистикалық деректерге негізделмегенімен, олардың шамасы Қарағанды теміржол бөлімшесінің пайдалану жағдайларына сәйкес таңдалды.

Станциялардың орналасу сызбасында көрсетілгендей, 2023-2024 жылдары өңделген вагондардың орташа саны 2,1 млн бірліктен асып, тәулігіне шамамаен 5750 вагонды құрады. Вагондардың нормативтік тозуы мен жедел жөндеуді қажет ететін ағынын ескере отырып, қабылданған 1000-4500 бірлік аралығындағы қор көлемі пайдалану жағдайларына сәйкес келетін есептік мысал ретінде қабылданды.

5.5-кестеде келтірілген бастапқы деректер әзірленген әдістеменің жұмысқа қабілеттілігін тексеруге және вагондар ағынының жоғары қарқындылығы жағдайында қослақы бөлшектерді қайта бөлудің тиімділігін бағалауға арналған.

Кесте 5.5 – Қосалқы бөлшектердің ТҚ-ы [169]

№	Атауы	Габариттері (мм)	Орташа құны (тенге)	Саны	Ескертпе
Критикалық маңызы бар қосалқы бөлшектер					
1	Тежегіш қалыптары	300x150x80	25,000	150	Жүк және жолаушылар вагондарына арналған
2	Тежегіш цилиндрлері	Ø300x500	70,000	30	Автотежегіш жүйесінің элементі
3	Білік мойынтіректері	Ø200x100	120,000	100	Вагон жүріс бөліктеріне арналған
4	Автотіркегіш	1500x500x300	800,000	50	Вагондарды тіркестіруге арналған
5	Доңғалақ жұптары	Ø920x1500	1,500,000	40	Жүріс бөлігінің негізгі элементі
6	Кузов арқалықтары	6000x300x200	2,000,000	15	ДШанақтың көтергіш құрылымдарын жөнлеуге арналған
7	Тежеу жүйесінің жөндеу жиынтықтары	500x300x200	30,000	200	Тығыздағыштар, төсемдер, болттар
8	Доңғалақ жұптарының төлкелері	Ø100x50	10,000	100	Техникалық қызмет көрсету кезінде тұрақты ауыстырылады

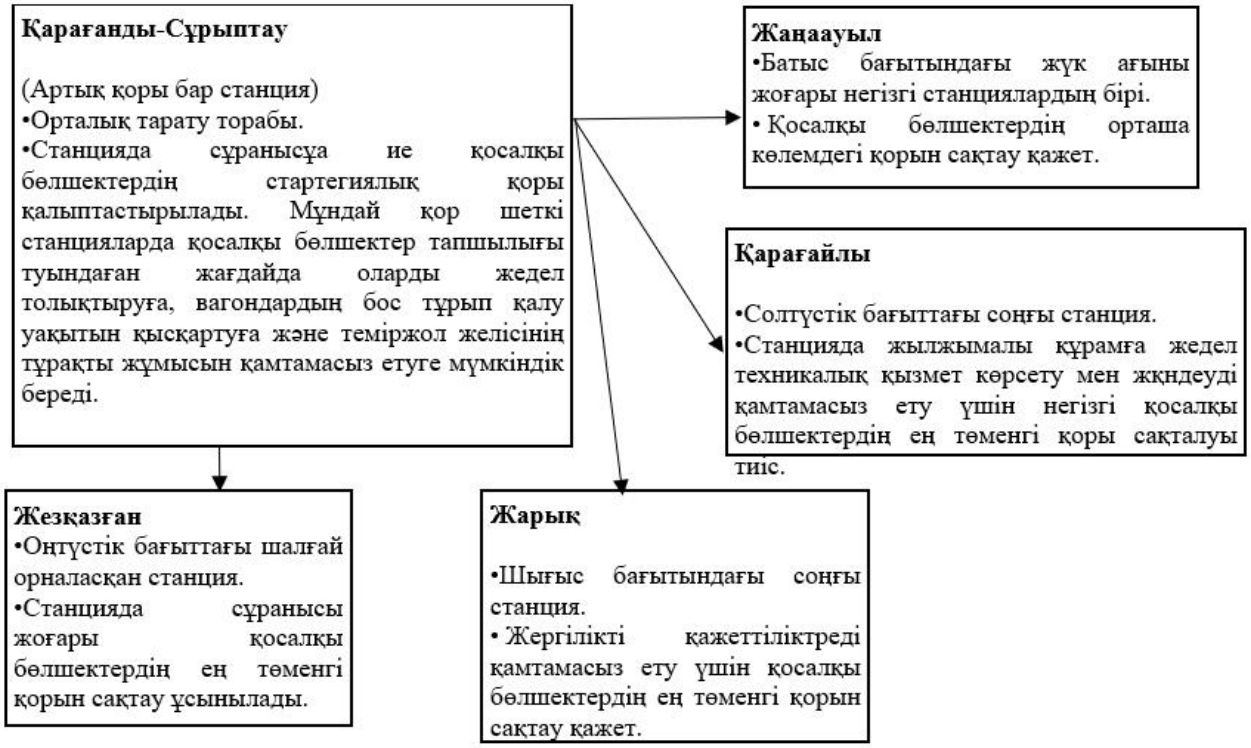
9	Тежегіш цилиндрлерінің тығыздағыштары	Ø150x20	3,000	300	Автотежегіш жүйесінің герметикалығын қамтамасыз етеді
10	Автотіркегіш құрылғысының жөндеу жиынтықтары	300x200x100	25,000	100	Автотіркегіш құрылғысының тозуын жоюға арналған
11	Шанақ панельдері	2000x1000x50	500,000	30	Пайдалану барысында жоспарлы ауыстырылады
12	Доңғалақ жұптарының температура датчиктері	100x50x50	50,000	50	Қызуды бақылауға арналған
13	Шанақ элементтері	2000x1000x50	500,000	10	Апаттан кейін ауыстырылады
14	Тығыздағыштар жиынтығы	300x200x50	10,000	100	Жанармай бактарын тығыздауға араналға.
15	Автотіркегіш құлыптары	200x150x100	40,000	20	Тіркегіш құрылғысы зақымданғанда ауыстырылады
16	Тежегіш резервуарлары	Ø500x1500	100,000	10	Пневматикалық тежегіш жүйесіне ауа жинақтайды
17	Шанақ серіппелері	1200x200x50	60,000	30	Шанақты арбаға аспалау үшін қолданылады
18	Шанақты бекіту элементтері	300x100x50	5,000	100	Шанақты сирек жөндей кезінде қолданылады

5.5-кестеде келтірілген құндық көрсеткіштер көлік-қойма есебін шешу үшін қабылданған есептік мәндер болып қабылданады. Есептік мәндерді пайдалану әзірленген әдістеменің жалпы экономикалық тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Қарағанды-Сұрыптау станциясында стратегиялық артық қорды сақтау ұсынылады. Мұндай қор көршілес ТҚКП-да қослақы бөлшектер тапшылығы туындаған жағдайда оларды жедел толықтыруға және жөндеу жұмыстары көлемі күтпеген жағдайда артқан кезде қажетті бөлшектерді қысқа мерзімде жеткізуге мүмкіндік береді.

Стартегиялық қорды Қарағанды-Сұрыптау станциясында орналастыру оның Қарағанды теміржол бөлімшесінің орталық торабында орналасуымен және көлік инфрақұрылымының дамығандығымен түсіндіріледі. Бұл қосалқы бөлшектерді жеткізу уақытын қысқартып, тасымалдау шығындарын төмендетуге, сондай-ақ сақтау, тасымалдау және қослақы бөлшектер тапшылығы тәуекелдері арасындағы оңтайлы деңгейде қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қосалқы бөлшектерді станциялар арасында қайта бөлу кезінде олардың стандартты қорын орналастыру сызбасы 5.15-суретте келтірілген.



Сурет 5.15 – Қосалқы бқлшектерді қайта бөлу кезіндегі станциялар бойынша стандартты қорды орналастыру стратегиясы

Әзірленген әдістеменің жұмысқа қабілеттілігін тексеру мақсатында есептік сценарий қалыптастырылады. Қолданылған бастапқы деректер шартты түрде қабылданғанымен, олар Қарағанды теміржол бөлімшесі станцияларын қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етудің жалпы ерекшеліктерін сипаттайды. Есептік сценарийде орталық станциядағы артық қордың көлемі желілік станциялардағы жалпы тапшылықпен сәйкестендіріліп, қосалқы бөлшектерді сақтау шығындары қолданыстағы есептік көрсеткіштер негізінде қабылданды.

Қабылданған сценарий бойынша орталық Қарағанды-Сұрыптау станциясында (№1) қосалқы бөлшектердің жалпы қоры 1380 бірлікті құрайды. Оның ішінде 1080 бірлік станциялар арасында қайта бөлуге болатын уақытша артық қор ретінде қарастырылды. Сонымен қатар желілік станциялардағы қосалқы бөлшектер тапшылығы ескерілді: Жарық станциясында (№2) – 342 бірлік, Жезқазған станциясында (№3) – 184 бірлік, Жаңааүыл станциясында (№4) – 176 бірлік, ал Қарағайлы станциясында (№5) – 304 бірлік. Жезқазған станциясында 1416 бірлік көлемінде қолданыстағы қор болғанымен, техникалық қызмет көрсету қажеттілігін толық қамтамасыз ету үшін қосымша 184 бөлшек қажет.

Қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің негізгі мақсаты – қолда бар қорларды ұтымды пайдалану арқылы ТҚКП-ның қажеттілігін қамтамасыз ету. Бұл ретте әрбір станцияда техникалық қызмет көрсету мен жөндеу жұмыстарын орындауға жеткілікті ең төменгі қор сақталуы тиіс.

Есептік мысалда Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялары арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу ағымдағы тапшылық пен артық қор көлемін ескере отырып жүзеге асырылады. Бастапқы шартты есептік деректер 5.6-кестеде келтірілген. Олардың негізінде сақтау және тасымалдау шығындарының арақатынасы бағаланып, қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің оңтайлы нұсқасы анықталады.

Кесте 5.6 – Есептеуге арналған бастапқы деректер

Көрсеткіштер	Қарағанды-Сұрыптау	Жарық	Жаңааууыл	Жезқазған	Қарағайлы
Қосалқы бөлшектердің орташа құны, тг	285 813	285 813	285 813	285 813	285 813
1 м^2 үшін коммуналдық қызметтердің құны, тг	928	1200	1345	825	1450
1 м^2 үшін амортизациялық аударымдар, тг	1125	1125	1125	1125	1125
Орташа жалақы, тг	220 000	130 000	130 000	180 000	130 000
Сақтандыру сыйлықақысы (қосалқы бөлшектер құнының 1%-ы), тг	2858,13	2858,13	2858,13	2858,13	2858,13
Қосалқы бөлшектердің амортизациясы: (құнының 5%-ы), тг.	14290,65	14290,65	14290,65	14290,65	14290,65
Бүлінуден болатын шығындар (қосалқы бөлшектер құнының 1%-ы), тг	2858,13	2858,13	2858,13	2858,13	2858,13
Қойма сыйымдылығы, дана (қоймада сақталатын қосалқы бөлшектердің ең көп саны)	4500	1500	1500	2200	1600
Ең төменгі қор, дана	3300	1100	1000	1600	1200
Қойма ауданы, м^2	350	120	110	175	130
Қызметкерлер саны	8	3	3	4	3

Ескерту – Кестедегі деректер авторлық есептік сценарий үшін қабылданған.

Есептік сценарийде қойма ғимараттарының параметрлері, қызметкерлер саны және еңбеақы қоры шартты түрде қабылданды. Қойма ауданы Жаңааууыл станциясында 110 м^2, Жарық станциясында 120 м^2, Жезқазған станциясында 175 м^2, Қарағайлы станциясында 130 м^2, ал орталық Қарағанды-Сұрыптау станциясында 350 м^2 құрайды.

Қойма алаңының 1 м^2 үшін коммуналдық қызметтердің есептік құны 825-1450 теңге аралығында қабылданса, қойма ғимараттарының амортизациялық шығындары барлық станциялар үшін 1 м^2-ге 1125 теңге мөлшерінде белгіленді.

Қойма қызметкерлерінің есептік саны желілік станцияларды 3 адамнан, ал орталық Қарағанды-Сұрыптау станциясында 8 адамға дейін қабылданды. Қызметкерлердің орташа есептік жалақысы станциялардың пайдалану ерекшеліктеріне сәйкес 130 000-220 000 теңге аралығында белігленді.

Есептеуде пайдаланылған бастапқы деректердің бір бөлігі шартты түрде қабылданды, өйткені қойма шығындары, қойма сыйымдылығы және ТҚКП-ның жұмысын ұйымдастыруға қатысты нақты мәліметтер кәсіпорынның ішкі ақпараты болып табылады және ашық қолжетімді емес. Осыған байланысты есептік сценарий әзірленген әдістеменің жұмысқа қабілеттілігін тексеруге және қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің пайдалану көрсеткіштеріне ықпалын бағалауға бағытталған.

Зерттеудің негізгі мақсаты жекелеген экономикалық көрсеткіштердің абсолюттік мәндерін анықтау емес, қосалқы бөлшектерді қайта бөлуге дейінгі және одан кейінгі көрсеткіштердің салыстырмалы өзгерісін бағалау болып табылады.

5.7-кестеде келтірілген бастапқы деректер негізінде қосалқы бөлшектерді сақтау, қойма ғимараттарын ұстау, қызметкерлердің еңбекақысы, сақтандыру және амортизация шығындарын қамтитын жиынтық шығындарға есептеу жүргізілді.

Кесте 5.7 – Қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын жиынтық шығындарды есептеу нәтижелері

Станция	Қойма ғимаратын ұстау шығындары, тг	Қызметтерге жұмсалатын шығындар, тг	Сақтандыру шығындары, тг	Қосалқы бөлшектердің амортизациясы, тг	Бүлінуден болатын шығындар, тг	Коммуналдық қызметтерге жұмсалатын шығындар, тг
Қарағанды-Сұрыптау	393 750	1 760 000	2 858,13	14 290,65	2 858,13	324 800
Жарық	135 000	390 000	2 858,13	14 290,65	2 858,13	144 000
Жаңақауыл	123 750	390 000	2 858,13	14 290,65	2 858,13	147 950
Жезқазған	196 875	720 000	2 858,13	14 290,65	2 858,13	144 375
Қарағайлы	146 250	390 000	2 858,13	14 290,65	2 858,13	188 500

5.7-кестеде келтірілген есептеу нәтижелерін талдау Қарағанды-Сұрыптау станциясында қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындардың ең жоғары екенін көрсетті. Жалпы шығын көлемі 2 498 556,91 теңгені құрайды. Бұл ең алдымен персоналға жұмсалатын шығындардың жоғары болуына (1 760 000 теңге) байланысты, себебі орталық станцияда қойма инфрақұрылымының көлемі мен орындалатын жұмыстардың қарқындылығы басқа станцияларға қарағанда жоғары.

Екінші орында Жезқазған станциясы орналасқан, мұнда жалпы шығындар 1 081 256,91 теңгені құрайды. Бұл көрсеткішке персонал шығындарының салыстырмалы түрде жоғары болуы (720 000 теңге) және қойма ғимаратын ұстауға жұмсалатын шығындар әсер етеді.

Жарық, Жаңақауыл және Қарағайлы станцияларында қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын жалпы шығындар өзара жақын болып, 681 706 - 744 756 теңге аралығында өзгереді. Бұл олардың қойма ауданы, коммуналдық

шығындары және қызметкерлер саны көрсеткіштерінің ұқсастығымен түсіндіріледі. Сонымен қатар сақтандыру мен қосалқы бөлшектердің амортизациясына жұмсалатын шығындардың барлық станциялар үшін бірдеу болуы жалпы шығындардағы айырмашылықтың негізінен қойма инфрақұрылымы мен персонал шығындары есебінен қалыптасатынын көрсетеді.

Есептеу нәтижелері қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындардың басым бөлігін қойма ғимараттарын ұстау және персоналға жұмсалатын шығындар құрайтынын көрсетті. Бұл ұзақ мерзімді кезеңде артық қорларды сақтаудың экономикалық тұрғыдан тиімсіз екенін дәлелдейді. Осыған байланысты қосалқы бөлшектерді қайта бөлу қойма сыйымдылығын оңтайлы пайдалануға және ресурстарды тиімді орналастыру арқылы сақтау шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді.

5.7-кестеде келтірілген жиынтық шығындар мен (4.4) формуласына сәйкес әрбір станция үшін қосалқы бөлшектердің бір данасын сақтауға жұмсалатын шығындар есептелді. Есептеу нәтижелері 5.8-кестеде келтірілген.

Кесте 5.8 – Қайта бөлуге дейінгі қосалқы бөлшектерді сақтау шығындары

Станция	Қайта бөлуге дейінгі сақтау шығындары, теңге	Станциядағы бір қосалқы бөлшекті сақтау шығыны, теңге
Қарағанды-Сұрыптау	2 498 556,91	555,23
Жарық	689 006,91	459,34
Жаңааулы	681 706,91	486,93
Жезқазған	1 081 256,91	491,48
Қарағайлы	744 756,91	465,47

5.8-кестеде келтірілген нәтижелерді талдау станциялар арасында қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындардың әртүрлі екенін көрсетеді. Ең жоғары шығын Қарағанды-Сұрыптау станциясында тіркелген және 2 498 556,91 теңгені құрайды. Бұл орталық станциядағы қойма сыйымдылығының, қойма ауданының және қызметкерлер санының басқа станцияларға қарағанда жоғары болуымен түсіндіріледі.

Ең төменгі сақтау шығындары Жарық станциясында байқалады (698 006,91 теңге). Бұл көрсеткіш қойма ауданының шағын болуына, персонал санының аздығына және қойманы ұстауға жұмсалатын шығындардың төмендігіне байланысты.

Алынған нәтижелер станциялар арасында сақтау шығындарының біркелкі бөлінбегенін көрсетеді.

5.8-кестеде келтірілген есептеу нәтижелері бойынша бір қосалқы бөлшекті сақтау шығыны Қарағанды-Сұрыптау станциясында ең жоғары болып, 555,23 теңгені, ал Жарық станциясында ең төмен болып, 459,34 теңгені құрады. Бұл станциялар арасындағы қойма сыйымдылығының, сақтау шығындарының және қойма инфрақұрылымын ұстауға жұмсалатын шығындардың әртүрлілігімен түсіндіріледі.

Бір қосалқы бөлшекті сақтау құнын төмендету мақсатында артық қорларды сақтау шығындары төмен станцияларға қайта бөлу ұсынылады. Мұндай тәсіл сақтау шығындарын оңтайландырып, қойма ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Станциялардағы қосалқы бөлшектердің тапшылығы мен артық қорлары туралы бастапқы деректер негізінде (5.9-кесте) қайта бөлуден кейінгі сақтау шығындары есептелді.

Кесте 5.9 – Станциялардағы қосалқы бөлшектердің ағымдағы тапшылығы мен артық қорының көрсеткіштері

Станция	Қосалқы бөлшектердің ағымдағы саны, дана	Ең төменгі қор, дана	Артық қор/ Тапшылық, дана	Қайта бөлуден кейінгі күтілетін қосалқы бөлшектер саны, дана
Қарағанды-Сұрыптау	4380	3300	1080	3374
Жарық	758	1100	342	1100
Жаңаауыл	824	1000	176	1000
Жезқазған	1416	1600	184	1600
Қарағайлы	896	1200	304	1200

Қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейінгі сақтау шығындарын есептеу үшін алдымен ідңстеменің (4.5) формуласына сәйкес оларды станциялар арасында тасымалдауға жұмсалатын шығындар анықталады. Есептеу нәтижелері 5.10-кестеде келтірілген.

Кесте 5.10 – Қарағанды-Сұрыптау станциясынан басқа станцияларға қосалқы бөлшектерді тасымалдау шығындары

Станция	Қашықтық, км	1 ваг/км үшін тариф, тг	Вагон саны	Тасымалдау шығындары
Жарық	157	92	1	14 444
Жаңаауыл	159	92	1	14 628
Жезқазған	529	92	1	48 668
Қарағайлы	252	92	2	46 368

Одан кейін әдістеменің (4.6) формуласына сәйкес қайта бөлуден кейінгі қосалқы бөлшектерді сақтау шығындары есептеледі. Ал (4.7) формуласы бойынша тасымалдау және сақтау шығындарын ескере отырып, станциялар арасындағы қосалқы бөлшектерді қайта бөлуге жұмсалатын жалпы шығындар анықталды. Есептеу нәтижелері 5.11-кестеде келтірілген.

Кесте 5.11 – Қайта бөлуден кейінгі қосалқы бөлшектерді сақтау шығындары

Станция	Қайта бөлуден кейінгі күтілетін қосалқы	Бір қосалқы бөлшек-ті сақтау	Қайта бөлуден кейінгі сақтау	Тасымалдау шығындары, теңге	Тасымалдауды ескергендегі қайта бөлуден кейінгі сақтау

	бөлшек-тер саны, дана	шығыны, теңге	шығындары, теңге		шығындары, теңге
Қарағанды-Сұрыптау	3374	555,23	1 873 344,02	0	1 873 344,02
Жарық	1100	459,34	505 274,00	14 444	519 718,00
Жаңақауыл	1000	486,93	486 930,00	14 628	501 558,00
Жезқазған	1600	491,48	786 368,00	48 668	835 036,00
Қарағайлы	1200	465,47	558 564,00	46 368	604 932,00

5.11-кестеде келтірілген есептеу нәтижелері қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейін сақтау шығындарының төмендейтінін көрсетеді. Бұл артық қорларды станциялар арасында ұтымды орналастыру арқылы қойма ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қайта бөлу нәтижесінде барлық станциялардағы қосалқы бөлшектер қоры белгіленген ең төменгі қор деңгейіне жеткізілді. Атап айтқанда, Жарық және Жаңақауыл станцияларында қайта бөлуден кейін қор көлемі тиісінше 1100 және 1000 бірлікке дейін толықтырылды. Бұл есептеу нәтижелері әзірленген әдістеменің қосалқы бөлшектерді қайта бөлуді тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік беретінін растайды.

Ұсынылған әдістеменің тиімділігін бағалау мақсатында қосалқы бөлшектер қорын басқарудың үш сценарийі қарастырылды: қайта бөлуді қолданбау, ішінара қайта бөлу және толық қайта бөлу. Әрбір сценарий үшін төрт негізгі көрсеткіш бағаланды: жалпы операциялық шығындар ($З_{\text{жалпы}}$), қосалқы бөлшектерді жеткізу уақыты ($t_{\text{жеткізу}}$), вагондардың бос тұрып қалу уақытының қысқаруы ($t_{\text{бос тұру}}$) және қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициенті ($N_{\text{қосалқы бөлшектер}}$).

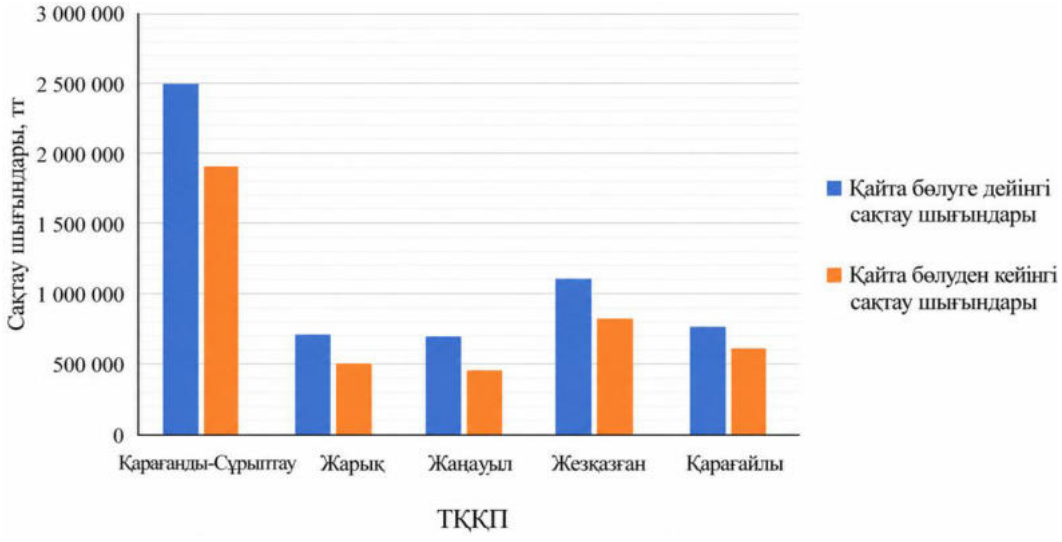
Бірінші криетрий бойынша қайта бөлуге дейінгі (5.8-кесте) және қайта бөлуден кейінгі (5.11-кесте) сақтау шығындары салыстырмалы түрде талданды. Ішінара қайта бөлу сценарийінде артық қор тек тапшылығы ең жоғары станцияларға ғана жіберілді. Есептік деректерге сәйкес Қарағанды-Сұрыптау станциясында 1080 бірлік артық қор болған, ал ең жоғары тапшылық Жарық станциясында (342 бірлік) тіркелді. Осыған байланысты артық қордың бір бөлігі Қарағанды-Сұрыптау станциясынан Жарық станциясына қайта бөлінді. Үш сценарий бойынша қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарының нәтижелері 5.12-кестеде келтірілген.

Кесте 5.12 –Қайта бөлуге дейінгі және қайта бөлуден кейінгі қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарын салыстыру

Станция	Қайта бөлуге дейінгі сақтау шығындары, теңге	Толық қайта бөлуден кейінгі сақтау шығындары, теңге	Қайта бөлудің тиімділігі	
				%
Қарағанды-Сұрыптау	2 498 556,91	1 873 346,02	625 210,89	25,02

Жарық	689 006,91	519 718,00	169 288,91	24,57
Жаңақауыл	681 706,91	501 558,00	180 148,91	26,43
Жезқазған	1 081 256,91	835 036,00	246 220,91	22,77
Қарағайлы	744 756,91	604 932,00	139 824,91	18,77

Алынған есептеу нәтижелері негізінде қорларды басқарудың үш сценарийі бойынша қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарының өзгеру графигі құрылды (5.16 сурет).



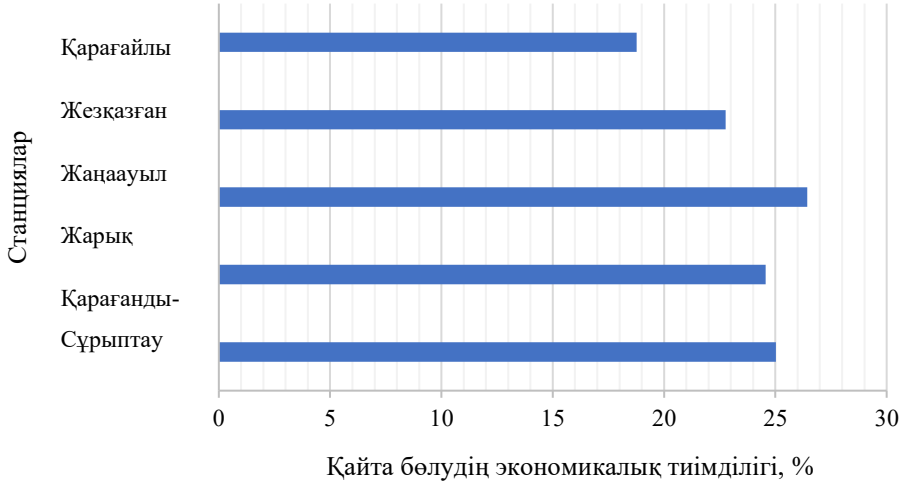
Сурет 5.16 – Станциялар бойынша қайта бөлуге дейінгі және кейінгі қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарының өзгеруі

5.15 суретте көрсетілген график үш сценарий бойынша қосалқы бөлшектерді сақтау шығындарының өзгеруін сипаттайды. Нәтижелер қайта бөлуді қолданған жағдайда сақтау шығындарының кезең-кезеңімен төмендейтінін көрсетеді.

Ең жоғары шығын қайта бөлу жүргізілмеген жағдайда Қарағанды-Сұрыптау станциясында тіркеліп, 2 498 556,91 теңгені құрады. Ішінара қайта бөлуден кейін 1 873 346,02 теңгеге дейін төмендеді. Бұл артық қорларды станциялар арасында ұтымды қайта бөлу сақтау шығындарын азайтып, қойма ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Жарық станциясында өайта бөлуге дейінгі сақтау шығындары 689 006,91 теңгені құраса, қайта бөлуден кейін олар 519 718,00 теңгеге дейін төмендеді. Осындай үрдіс Жезқазған, Жаңақауыл және Қарағайлы станцияларында да байқалды.

Бұл өзгерістер Қарағанды-Сұрыптау станциясындағы артық қорларды қайта бөлу нәтижесінде сақтау шығындарының оңтайландырылғанын көрсетеді. Орталық станцияда қойма ғимараттарын ұстау, персонал және коммуналдық қызметтерге жұмсалатын шығындардың жоғары болуы қосалқы бөлшектердің бір бөлігін басқа станцияларға қайта бөлудің сақтау шығындарын төмендетуге мүмкіндік бергенін көрсетті. Станциялар бойынша қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің экономикалық тиімділігі 5.17 суретте көрсетілген.



Сурет 5.17 – Станциялар бойынша қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің экономикалық тиімділігі

5.16-суретте көрсетілгендей, қосалқы бөлшектерді толық қайта бөлу нәтижесінде ең жоғары экономикалық тиімділік Жаңақұрылыс (26,43%), Қарағанды-Сұрыптау (25,02%) және Жарық (24,57%) станцияларында байқалады. Жалпы алғанда, аталған станциялар бойынша сақтау шығындары орта есеппен 25,34%-ға қысқарды. Бұл нәтижелер қосалқы бөлшектер қорын станциялар арасында ұтымды қайта бөлу сақтау шығындарын азайтып, қойма ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Жезқазған станциясында қайта бөлудің экономикалық тиімділіг 22,77% құрады. Бұл көрсеткіш Жаңақұрылыс, Қарағанды-Сұрыптау және Жарық станцияларымен салыстырғанда төмен болғанымен, қайта бөлу нәтижесінде сақтау шығындарының айтарлықтай қысқарғанын көрсетеді.

Ең төменгі экономикалық тиімділік Қарағайлы станциясында тіркеліп, 18,77% болды. Дегенмен, бұл нәтижелердің өзі қайта бөлу сақтау шығындарын азайтуға және станциялар арасындағы қослақы бөлшектер қорын ұтымды орналастыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Жалпы алғанда, жүргізілген есептеулер ішінара қайта бөлудің белгілі бір экономикалық нәтиже беретінін, ал толық қайта бөлу сақтау шығындарын барынша қысқартуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Одан кейін әдістеменің (4.8-4.10) формулаларына сәйкес тиімділіктің келесі критерийлері бойынша есептеулер жүргізілді. Екінші критерий ретінде қосалқы бөлшектерді мақсатты станцияларға жеткізу уақыты бағаланды. Есептеу нәтижелері 5.13-кестеде берілген.

Кесте 5.13 – Қосалқы бөлшектерді мақсатты станцияларға жеткізу уақыты

Станция	Тасымалдау уақыты, сағат	Түсіру және қоймаға орналастыру уақыты, сағат	Толық қайта бөлуден кейінгі жеткізу уақыты, сағат
Жарық	3,14	5	8,14

Жаңааул	3,53	4	7,53
Жезқазған	15,11	3	18,11
Қарағайлы	6,3	6	12,3

5.13-кестеде келтірілген нәтижелер қосалқы бөлшектерді жеткізу уақыты станциялар арасындағы қашықтыққа және тиеу-түсіру жұмыстарына жұмсалатын уақытқа тікелей тәуелді екенін көрсетеді.

Жарық станциясына қосалқы бөлшектерді жеткізу уақыты ішінара және толық қайта бөлу сценарийлерінде бірдей болып, 8,14 сағатты құрады. Жаңааул станциясында жеткізу уақыты 7,53 сағат болып, ең төмен көрсеткіштердің бірін көрсетті.

Ең ұзақ жеткізу уақыты Жезқазған станциясында тіркеліп, 18,11 сағатты құрады. Бұл ең алдымен станцияның орталық тарату пунктінен қашық орналасуымен түсіндіріледі. Қарағайлы станциясына жеткізу уақыты 12,30 сағат болды, бұл көрсеткіш Жарық пен Жаңааулға қарағанда жоғары, бірақ Жезқазғанға.

Жүргізілген талдау нәтижелері жеткізу уақытын қысқарту үшін логистикалық процестерді жетілдіру және қойма операцияларын оңтайландырудың орындылығын көрсетеді. Бұл қосалқы бөлшектерді жеткізу уақытын қысқартып, станцияларды материалдық-техникалық қамтамасыз ету тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Үшінші критерий бойынша вагондардың бос тұрып қалу уақыты көрсеткіші бойынша жүргізілген талдау нәтижелері 5.14-кестеде келтірілген.

Кесте 5.14 – Вагондардың бос тұрып қалу уақыты көрсеткішін талдау

Станциялар	Қайта бөлуге дейінгі орташа бос тұрып қалу уақыты, сағат	Қайта бөлуден кейінгі орташа бос тұрып қалу уақыты, сағат	Бос тұрып қалу уақытының қысқаруы, %
Жарық	7,98	7,18	10
Жаңааул	8	7,2	15
Жезқазған	23,68	20,13	10
Қарағайлы	40,41	34,35	10

5.14-кестеде келтірілген нәтижелер қосалқы бөлшектерді қайта бөлгеннен кейін вагондардың бос тұрып қалу уақыты барлық қарастырылған станцияларда қысқарғанын көрсетеді. Орташа алғанда бұл көрсеткіш 11,25% -ға төмендеді, бұл ұсынылған әдістеменің пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретінін.

Ең жоғары нәтиже Жаңааул станциясында байқалып, бос тұрып қалу уақыты 15% қысқарды. Жарық, Жезөазған және Қарағайлы станцияларында бұл көрсеткіш 10% деңгейінде болды. Сонымен қатар қайта бөлдуен кейін де Жезқазған станциясында бос тұру уақыты басқа станциялармен салыстырғанда жоғары болып қалды, бұл қосалқы бөлшектерді жеткізу уақытының ұзақтығымен байланысты. Қарағайлы станциясында да бос тұрып қалу

уақытының төмендеуіне қарамастан, оның абсолюттік мәні салыстрмалы түрде жоғары деңгейде сақталады.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер қосалқы бөлшектерді қайта бөлу вагондардың бос тұрып қалу уақытын қысқартуға және пайдалану процесінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретінін растайды.

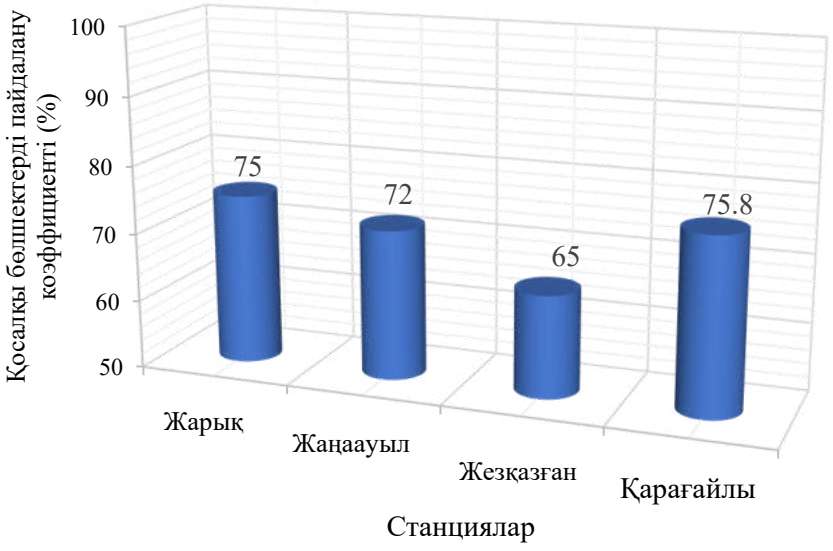
Әдістеменің төртінші критерийі – қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициенті бойынша жүргізілген талдау нәтижелері 5.15-кестеде ұсынылған.

Кесте 5.15 – Қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициенті бойынша талдау нәтижелері

Станциялар	Қайта бөлуден кейінгі қосалқы бөлшектер саны, дана	Нақты пайдаланылған қосалқы бөлшектер саны, дана	Қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициенті, %
Жарық	1100	825	75
Жаңақауыл	1000	720	72
Жезқазған	1600	1050	65,6
Қарағайлы	1200	910	75,8

Есептелген қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициенті қайта бөлуден кейінгі қорлардың жылжымалы құрамды жөндеу және техникалық қызмет көрсету барысында қаншалықты тиімді пайдаланылғанын сипаттайды.

5.15-кестеде келтірілген есептеу нәтижелері негізінде станциялар бойынша қосалқы бөлшектерді пайдалану коэфициентінің өзгеруі график түрінде көрсетіледі (5.18-сурет).



Сурет 5.18 – Станциялар бойынша қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициентінің өзгеруі

5.18-суретте көрсетілгендей, қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициентінің ең жоғары мәні Қарағайлы (75,8%) және Жарық (75,0%)

станцияларында тіркелді. Жаңааууыл станциясында бұл көрсеткіш 72,0% болса, Жезқазған станциясында ең төменгі мән – 65,6% байқалды.

Барлық қарастырылған станциялар бойынша қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициентінің орташа мәні шамамен 72% құрады. Бұл қайта бөлуден кейінгі қосалқы бөлшектер қорының тиімді пайдаланылған және ұсынылған қайта бөлу әдістемесінің материалдық ресурстарды ұтымды бөлуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Қосалқы бөлшектерді пайдалану коэффициентіндегі айырмашылықтар станциялардағы қор көлемі мен нақты пайдаланылған қосалқы бөлшектер санының ерекшеліктеріне байланысты қалыптасты.

Алынған нәтижелер қосалқы бөлшектер қорын басқару және оларды қайта бөлу мәселелеріне арналған зерттеулердің қорытындыларымен үйлеседі. Атап айтқанда, [170] еңбегінде материалдық қорларды орталықтандырылған басқару жергілікті артық қорларды қысқарту арқылы пайдалану шығындарын төмендетуге мүмкіндік беретіні көрсетілген. Осы зерттеуде бұл тұжырым қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нәтижесінде сақтау шығындарының және вагондардың бос тұрып қалу уақытының қысқаруымен расталды.

[171] зерттеуінде көпмақсатты оңтайландыру негізінде қорларды орналастырудың экономикалық тиімділігін көрсетті. Ал [172] еңбегінде тасымалдау шығындарының логистикалық шешімдердің тиімділігіне әсері қарастырылған. Ал Қарағанды теміржол бөлімшесі үшін жүргізілген есептеулерде тасымалдау шығындарының жалпы экономикалық нәтижеге әсері салыстырмалы түрде төмен екені анықталды. Бұл ұсынылған әдістемені қолдану жағдайында сақтау шығындарынң оңтайландырылуы жалпы экономикалық тиімділікке көбірек ықпал ететінін көрсетеді.

Жүргізілген есептеулердің нәтижелері бойынша ұсынылған әдістеме қоймада сақтау және тасымалдау шығындарын оңтайландыру арқылы жалпы операциялық шығындарды төмендетуге мүмкіндік беретіні анықталды. Қосалқы бөлшектерді сақтауға жұмсалатын шығындар орта есеппен 25%-ға қысқарды, бұл әр станцияда тұрақты қор сақтауға негізделген дәстүрлі тәсілмен салыстырғанда қайта бөлудің экономикалық тиімділігін көрсетеді. Сонымен қатар тасымалдауға байланысты қосымша шығындар экнономикалық тұрғыдан негізделген деңгейде қалып, жалпы нәтижеге айтарлықтай теріс әсер етпейді.

Сонымен бірге ұсынылған әдістеменің белгілі бір шектеулері бар. Есептік модельде тасымалдау тарифтері мен қосалқы бөлшектерге сұраныс тұрақты мәндер ретінде қабылданды. Нақты пайдалану жағдайында вагон ағындарының маусымдық өзгерістерін, тасымалдау тарифтерінің ауытқуын және тиеу-түсіру жұмыстары кезінде туындауы мүмкін технологиялық кідірістерді ескеру қажет. Зерттеуді одан әрі дамыту бағыттарының бірі ұсынылған әдістемені теміржол желісінің тығыздығы әртүрлі басқа өңірлерге бейімдеу және қосалқы бөлшектер қорын нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік беретін цифрлық технологияларды енгізу болып табылады.

Ұсынылған әдістеменің практикалық тиімділігін негіздеу үшін оны енгізудің болжамды экономикалық әсеріне есептеу жүргізілді. Оның нәтижелері келесі бөлімде қарастырылған.

5.5 Зерттеу нәтижелерін енгізудің экономикалық тиімділігін есептеу

Ұсынылған шешімдердің экономикалық тиімділігі жүк вагондарын пайдалану мен техникалық қызмет көрсету жүйесінде қол жеткізілетін ағымдағы үнемді бағдарламалық шешімді әзірлеуге және енгізуге жұмсалатын біржолғы шығындармен салыстыру негізінде бағаланады.

Диссертациялық жұмыста қолданылған есептеу әдістемесіне сәйкес экономикалық тиімділік әзірленген келесі шешімдерді кешенді қолдану нәтижесінде қамтамасыз етіледі:

1. Бағдарламалық модуль негізінде вагондарды пайдалану стратегиясын таңдауды автоматтандыру (3-тарау);
2. Полигон станциялары арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін қолдану (4-тарау).

Әзірленген шешімдер кешенін еншізу қабылданатын шешімдердің негізділігін арттыру, вагондардың жұмыс істемейтін паркте болу уақытын қысқарту, негізсіз жөндеу операцияларының санын азайту және қосалқы бөлшектерді неғұрлым ұтымды пайдалану есебінен пайдалану шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді.

Жүк вагодарын пайдалану мен жөндеуді дәстүрлі ұйымдастыру жағдайында қабылданатын пайдалану шешімдерінің сапасы операциялық шығындардың деңгейіне тікелей әсер етеді. Теміржол көлігі экономикасындағы салалық тәсілдерге сәйкес пайдалану шығындарының негізгі құрамына техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындар, вагондардың бос тұрып қауынан болатын шығындар, маневрлік жұмыстарға жұмсалатын шығындар және поездар қозғалысы кестесінің бұзылуына байланысты шығындар жатады [173]. Аталған шығын баптары осы зерттеуде әзірленген әдістемені енгізуден күтілетін болжамды экономикалық тиімділікті есептеудің негізі ретінде қабылданды.

Өзгерістер енгізілгенге дейінгі жиынтық базалық шығындар (5.1) формуласы бойынша анықталады:

$$С_{баз} = С_{жөн} + С_{бос\ тұру} + С_{ман} + С_{айыппұл};\qquad (5.1)$$

мұнда $С_{жөн}$ – жүк вагондарына техникалық қызмет көрсетуге және ағымдағы ағытпалы жөндеуге жұмсалатын шығындар;

$С_{бос\ тұру}$ – вагондардың жұмыс істемейтін паркте бос тұрып қалуынан болатын шығындар;

$С_{ман}$ – маневрлік жұмыстарға жұмсалатын шығындар;

$С_{айыппұл}$ – поездар қозғалысы кестесінің бұзылуынан және жүктерді жеткізу мерзімінің кешігуінен туындайтын айыппұлдарға байланысты шығындар.

Бағдарламалық модульді әзірлеуге және енгізуге жұмсалатын біржолғы шығындар ($К_{енг}$) (5.2) формуласы бойынша келесі шығындардан құралады:

$$К_{енг} = З_{әзір} + З_{әлеум} + З_{сынақ} + З_{оқу}; \quad (5.2)$$

мұнда $З_{әзір}$ – алгоритмдерді әзірлеушілердің еңбекақысына жұмсалатын шығындар;

$З_{әлеум}$ – еңбекақы қорынан әлеуметтік аударымдарға жұмсалатын міндетті төлемдер;

$З_{сынақ}$ – жүйені тәжірибелік пайдалануға, қабылдау-тапсыру сынақтарын жүргізуге және бейімдеуге жұмсалатын шығындар;

$З_{оқу}$ – ТҚКП-ның инженерлік-техникалық персоналын оқытуға жұмсалатын шығындар.

Ұсынылған әдістеменің экономикалық тиімділігін бағалау үшін шартты бастапқы деректер негізінде есептік мысал қарастырылды. Бастапқы деректер ретінде жүк вагондарын пайдалану барысында туындайтын негізгі пайдалану шығындарын сипаттайтын шартты мәндер қабылданды. Оларға вагондарға техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындар, жылжымалы құрамның жұмыс істемейтін паркте бос тұрып қалуынан болатын шығындар, маневрлік жұмыстарға жұмсалатын шығындар, сондай-ақ поездар қозғалысы кестесінің бұзылуына байланысты шығындар жатады. Есептеуге арналған бастапқы деректер 5.16-кестеде келтірілген.

Кесте 5.16 – Экономикалық тиімділікті есептеуге арналған бастапқы деректер

Көрсеткіш	Белгіленуі	Мәні, тг./жыл
Жүк вагондарына техникалық қызмет көрсетуге және ағымдағы ағытпалы жөндеуге жұмсалатын шығындар	$С_{жөн}$	12 000 000
Вагондардың жұмыс істемейтін паркте бос тұрып қалуынан болатын шығындар	$С_{бос\ т}$	11 000 000
Маневрлік жұмыстарға жұмсалатын шығындар	$С_{ман}$	2 000 000
Поездар қозғалысы кестесінің бұзылуынан және жүктерді жеткізу мерзімінің кешігуінен туындайтын шығындар	$С_{айыппұл}$	5 000 000

5.16-кестеде шығындар кәсіпорынның нақты қаржылық есептілігін сипаттамайды және авторлық есептік сценарий үшін қабылданған.

5.16-кестеде келтірілген бастапқы деректер негізінде (5.1) формуласы бойынша бағдарламалық модульді енгізуге дейінгі жиынтық базалық шығындар анықталады:

$$С_{баз} = 12\,000\,000 + 11\,000\,000 + 2\,000\,000 + 5\,000\,000 = 30\,000\,000 \text{ тг/жыл};$$

Есептеу нәтижесі бойынша негізгі сценарийдегі жылдық жиынтық пайдалану шығындары 30 000 000 шартты бірлікті құрады.

Әзірленген алгоритмді практикалық іске асыру үшін шешім қабылдауды қолдайтын бағдарламалық модульді әзірлеу және енгізу қажет. Осыған байланысты бағдарламалық модульді әзірлеуге, сынақтан өткізуге, тәжірибелік пайдалануға және персоналды оқытуға жұмсалатын біржолғы есептік мәндер 5.17-кестеде келтірілген [174]. Есептік мәндер нақты коммерциялық ұсынысқа немесе орындалған жұмыстар актісіне негізделмеген авторлық есептік бағалар болып табылады.

Кесте 5.17 – Бағдарламалық модульді енгізуге жұмсалатын шығындардың құрылымы

Шығындар бабы	Белгіленуі	Мәні, шартты бірлік
Алгоритмдер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге жұмсалатын шығындар	$З_{әзір}$	3 000 000
Әлеуметтік аударымдар	$З_{әлеум}$	600 000
Тәжірибелік пайдалану және сынақтан өткізу шығындары	$З_{сын}$	500 000
Персоналды оқыту шығындары	$З_{оқыту}$	400 000
Барлығы	$К_{енг}$	4 500 000

5.17-кестеде келтірілген бастапқы деректерді (5.2) формуласына қойып, бағдарламалық модульді әзірлеу және енгізуге жұмсалатын біржолғы шығындар анықталды:

$$К_{енг} = 3\,000\,000 + 600\,000 + 500\,000 + 400\,000 = 4\,500\,000 \text{ тг};$$

Есептеу нәтижесі бойынша бағдарламалық модульді әзірлеуге және енгізуге жұмсалатын біржолғы шығындар көлемі 4 500 000 шартты бірлікті құрады.

Экономикалық тиімділікті бағалау үшін бастапқы деректер ретінде 5.3 бөлімінде жүргізілген есептеулер нәтижесінде алынған көрсеткіштер пайдаланылды. Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін қолдану нәтижесінде техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындардың 25,34%-ға, ал вагондардың бос тұрып қалуынан болатын шығындардың 11,25%-ға төмендеуі анықталды. Аталған көрсеткіштер экономикалық тиімділікті есептеудің бастапқы деректері ретінде қабылданды.

Алынған нәтижелер негізінде әзірленген шешімдерді енгізгеннен кейін негізгі пайдалану шығындарының болжамды мәндері есептеледі.

Вагондарға техникалық қызмет көрсету мен жөндеуге жұмсалатын шығындардың болжамды мәні:

$$С_{жөн} = 12\,000\,000 \cdot (1 - 0{,}2534) = 8\,959\,200 \text{ тг};$$

Вагондардың жұмыс істемейтін паркте бос тұрып қалуынан болатын шығындардың болжамды мәні:

$$С_{пр} = 11\,000\,000 \cdot (1 - 0{,}1125) = 9\,762\,500 \text{ тг};$$

Маневрлік жұмыстарға жұмсалатын шығындар болжамдық нұсқада базалық мән деңгейінде қабылданады, өйткені зерттеу шеңберінде әзірленген шешімдердің осы шығындарды азайтуға тікелей әсері жеке бағаланбады.

$$С_{ман} = 2\,000\,000 \text{ тг};$$

Поездар қозғалысы кестесіне сай жүрмегеніне байланысты пайдалану шығындары есептік нұсқада базалық деңгейде – 5 000 000 тг мөлшерінде қабылданады, себебі зерттеу шеңберінде әзірленген шешімдердің осы шығындар бабына әсері жеке сандық тұрғыдан анықталған жоқ.

Әзірленген шешімдерді енгізгенннен кейінгі пайдалану шығындарының болжамды мәні (5.3) формуласы бойынша анықталады:

$$С_{болж} = С_{болж.жөндеу} + С_{болж.бос\,т.} + С_{болж.ман.} + С_{болж.айыппұл} \qquad (5.3)$$

$$С_{болж} = 8\,959\,200 + 9\,762\,500 + 1\,800\,000 + 4\,500\,000 = 25\,721\,700 \text{ тг};$$

Жылдық экономикалық тиімділік базалық және болжамды сценарийлердегі шығындардың айырмасы ретінде анықталды:

$$\Delta С = С_{баз} - С_{болж};$$

Есептеу нәтижесінде:

$$\Delta С = 30\,000\,000 - 25\,021\,700 = 4\,278\,300 \text{ тг};$$

Демек, әзірленген шешімдерді енгізу пайдалану шығындарын жылына 4 978 300 тг қысқартуға мүмкіндік береді.

Жұмсалатын қаражаттың тиімділігін бағалау үшін жобаның өтелу мерзімі келесідей есептелді:

$$Т_{өт} = \frac{К_{енг}}{\Delta С} = \frac{4\,500\,000}{4\,278\,300} = 1{,}05 \text{ жыл.}$$

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде әзірленген шешімдерді енгізу жыл сайынғы пайдалану шығындарын 4 278 300 шартты бірлікке қысқартуға мүмкіндік беретіні және жобаның өтелу мерзімі бір жылдан аспайтыны анықталды. Бұл нәтижелер ұсынылған алгоритмдер мен қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесінің экономикалық тиімділігін және оларды вагон паркін пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында практикада қолданудың орындылығын растайды.

Бесінші тарау бойынша қорытында

Бесінші тарауда әзірленген шешімдердің практикалық тексеруі жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды:

- №75014324 вагон мысалында тәуекелді бағалаудың ұсынылған екі кезеңді әдістемесінің жоғары техникалық тиімділігі расталды: жөндеу жұмыстарын жүргізу вагонның істен шығуының жиынтық ықтималдығын 94,16%-дан 27,34%-ға дейін төмендетуге мүмкіндік берді. Алынған нәтиже вагонның сенімділігінің қалпына келуіне және қауіпсіз пайдаланылуына кепілдік береді;
- жүк вагондарын пайдалану стратегиясын жедел таңдауға арналған шешім қабылдауды қолдайтын әзірленген бағдарламалық модульдің жұмысқа қабілеттілігі расталды. Апробация нәтижелері модульдің техникалық жай-күй мен экономикалық орындылықты бірлесіп талдау негізінде шешімдерді («пайдалануды жалғастыру», «жөндеу», «ауыстыру» немесе «есептен шығару») автоматтандырылған әрі негізделген түрде таңдауды қамтамасыз ететінін көрсетті;
- Қарағанды теміржол бөлімшесінің бес станциясы мысалында қосалқы бөлшектердің айналым қорыноңтайландыру және қайта бөлу әдістемесінің тиімділігі бағаланды. Нәтижесінде сақтау шығындары орта есеппен 25,34%-ға, ал вагондардың бос тұрып қалу уақыты 11,25%-ға қысқарды;
- экономикалық тиімділікті бағалау нәтижесінде ұсынылған шешімдерді енгізу жыл сайынғы пайдалану шығындарын 4 278 300 тг төмендететіні анықталды. Біржолғы шығындар 4 500 000 тг құрап, жобаның өтелу мерзімі 1,05 жылды құрады.

Алынған нәтижелер әзірленген бағдарламалық модуль мен қослақы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесінің жоғары техникалық-экономикалық тиімділігін растайды. Вагон паркін пайдалану тиімділігін арттыру үшін оларды вагон шаруашылығы кәсіпорындарында практикалық енгізудің орындылығын негіздейді.

Қорытынды

Диссертациялық жұмыс вагондарды одан әрі пайдалану бойынша шешім қабылдау алгоритмін және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу арқылы жүк вагондарын тиімді пайдалануды арттырудың маңызды қолданбалы міндетін шешуге бағытталған жаңа ғылыми негізделген нәтижелерді қамтиды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша мынадай негізгі нәтижелер алынды:

– Қазақстан Республикасы жүк вагон паркінің ағымдағы жай-күйіне талдау жүргізілді, вагондарға техникалық қызмет көрсетудің, диагностикалаудың және техникалық жай-күйін бақылаудың қолданыстағы әдістеріне сыни талдау жүргізілді, бұл зерттеудің негізгі проблемаларын айқындауға және мақсаты мен міндеттерін тұжырымдауға мүмкіндік берді;

– Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі (зерттеу полигоны) жүк вагондарының ақауларына статистикалық талдау жүргізіліп, «Жүк вагондарының негізгі ақаулары» (КЖА 2005 04) жіктеуішіне сәйкес вагондардың негізгі тораптары мен бөлшектерінде жиі кездесетін істен шығулар бойынша деректер базасы қалыптастырылды;

– жүк вагонының одан әрі пайдалану стратегиясын таңдау кезінде ескерілетін негізгі тораптарының техникалық жай-күйінің параметрлері айқындалды;

– жүк вагондарын пайдалану шешімін таңдау үшін оңтайлылық критерийі негізделді;

– жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен экономикалық көрсеткіштерін ескеріп, оларды одан әрі пайдалану шешімін таңдау алгоритмін қалыптастыратын ықтималдық-детерминделген математикалық модель әзірленді;

– № 75014324 вагон мысалында тәуекелді бағалаудың екі кезеңді әдістемесіне практикалық сынақ жүргізіліп, оның жоғары техникалық тиімділігі расталды: жөндеу жұмыстарын жүргізу нәтижесінде вагонның жиынтық істен шығу ықтималдығы 94,16 %-дан 27,34 %-ға дейін төмендеді, бұл оның сенімділігін қалпына келтіруге және пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді;

– станциялардың қажеттілігін, қолда бар қорларды және төмендетілмейтін қорды сақтау қажеттілігін ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі мен әдістемесі әзірленді;

– Қарағанды теміржол бөлімшесінің жағдайлары үшін қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын модельдеу жүргізілді. Әзірленген әдістемені қолдану қорларды ұстау шығындарын орта есеппен 25,34 %-ға, вагондардың тұрып қалу уақытын орта есеппен 11,25 %-ға қысқартуға және қайта бөлуден кейін қосалқы бөлшектерді пайдаланудың орташа коэффициентін шамамен 72 % деңгейінде қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіні анықталды;

– жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модуль әзірленіп, оның жұмысы есептік мысалдар негізінде тексерілді;

– әзірленген шешімдердің экономикалық тиімділігі бағаланды. Есептік жылдық экономикалық әсер 4 278 300 теңгені құрады, ал біржолғы шығындар 4 500 000 теңге болған жағдайда өтелу мерзімі 1,05 жылды құрады;

– әзірленген алгоритм, бағдарламалық модуль және қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру кезінде қолданылуы мүмкін;

– зерттеудің одан әрі даму перспективасы жүк вагондарын пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған ғылыми-әдістемелік тәсілді жетілдірумен байланысты.

Диссертациялық жұмысты жазу барысында жасанды интеллект құралы әдебиеттер сілтемелерін рәсімдеу, өзекті ғылыми жарияланымдарды іздеу кезінде көмекші құрал ретінде пайдаланылды. Дереккөздер міндетті түрде түпнұсқаларымен тексерілді. Жұмыстың мазмұндық бөлігін, ғылыми қорытындыларын, қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдарын қалыптастыру, зерттеу нәтижелерін түсіндіру үшін жасанды интеллект құралдары қолданылған жоқ.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Аналитический обзор транспортно-логистического комплекса Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Астана: KAZLOGISTICS. – https://www.kazlogistics.kz/upload/iblock/fd2/fd2133ee4090c40a585465074bc8b11e.pdf?utm_source

2. Документ транспортно-логистического комплекса Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Астана: KAZLOGISTICS. – URL: https://www.kazlogistics.kz/upload/iblock/08e/08eabdb1d1da4d4634f740f7d62181aa.doc

3. Обзор железнодорожной отрасли: нарушение рыночных механизмов мешает развитию [Электронный ресурс]. – Астана: Halyk Finance, 2023. – URL: https://halykfinance.kz/download/files/analytics/AC_railways.pdf

4. ТОО «КТЖ – Грузовые перевозки». О компании [Электронный ресурс]. – URL: https://ktzh-gp.kz/ru/about/

5. Министерство транспорта Республики Казахстан. Новость пресс-службы [Электронный ресурс]. – URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/mps/press/news/details/301324?lang=ru

6. Железнодорожная отрасль Казахстана: рельсовый каркас страны [Электронный ресурс] // Rail-news.kz. – 10.02.2020. – URL: https://rail-news.kz/ru/interview/6432-zheleznodorozhnaya-otrasl-kazahstana-relsovyy-karkas-strany.html

7. Қазақстанның теміржол картасы (Railway Map of Kazakhstan) [Электрондық ресурс] // Wikipedia. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Railway_Map_of_Kazakhstan_%28kk%29.png

8. АО «НК «Қазақстан темір жолы». Обоснование к отчету о деятельности по регулируемым услугам магистральной железнодорожной сети за 2022 год [Электронный ресурс]. – URL: https://railways.kz/media/filer_public/42/53/4253b9f2-c007-4dd2-842e-e5482ddaf62e/obosnovanie_k_otchetu_o_deiatelnosti_ao_nk_ktzh_po_2022_g.docx

9. Министерство транспорта Республики Казахстан. Официальный документ [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://www.gov.kz/uploads/2024/7/1/12239a0e8dc7411baf6f77ed3bcaede9_original.2316788.pdf

10. ТОО «КТЖ – Грузовые перевозки». По итогам 11 месяцев 2025 года объём перевозок грузов по сети АО «НК «ҚТЖ» составил 287,9 млн тонн [Электронный ресурс]. – 18.12.2025. – URL: https://ktzh-gp.kz/ru/media/news/news_main_section_ru/25565/

11. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Публикации по транспорту [Электронный ресурс]. – URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/publications/

12. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Транспорт в Республике Казахстан (январь–декабрь 2025 г.) [Электронный ресурс]. – 12.01.2026. – URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-transport/publications/280668/

13. Информационно-аналитическая система «Талдау» [Электронный ресурс] // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – Режим доступа: https://taldau.stat.gov.kz, свободный (дата обращения: 21.06.2026)

14. Типы железнодорожных вагонов [Электронный ресурс] // Rail-news.kz. – 26.08.2021. – URL: https://rail-news.kz/ru/cargo-transportation/9563-tipy-zh-d-vagonov.html

15. Захарова Т. В., Васильев С. М., Моисейчикова О. М. Вагоны. – 2022.

16. Вагоны / под ред. Л.Д. Кузьмича [Электронный ресурс] // СЦБИСТ. – URL: http://scbist.com/vagony-i-vagonnoe-hozyaistvo/6783-knigi-vagonnikam.html

17. 3000 новых полувагонов пополнят парк железнодорожных перевозок Казахстана [Электронный ресурс] // Аграрный сектор. – 23.08.2023. – URL: https://agrosektor.kz/agriculture-news/3000-novyh-poluvagonov-popolnyat-park-zheleznodorozhnyh-perevozok-kazahstana.html

18. Транспортная компания «Eurotrans Group». Перевозки на железнодорожных платформах [Электронный ресурс]. – URL: https://eurotrans.kz/ru/perevozki-v-platformakh

19. Фотогалерея грузовых вагонов [Электронный ресурс] // Vagon.by (фото вагона). – URL: https://vagon.by/gallery/image/1461

20. Жүк вагондарының қызмет ету мерзімін арттыру әдісінің негіздемесі / П.У. Байгожина, А.С. Кадыров, С. Ж. Кабикенов, Bartosz Wieczorek; Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті // Университет еңбектері=Труды университета. - 2024. - №4. - С. 226-231DOI 10.52209/1609-1825_2024_4_226

21. Сход с рельсов 14 вагонов расследует комиссия в Карагандинской области [Электронный ресурс] – https://kaztag.kz/ru/news/skhod-s-relsov-14-vagonov-rassleduet-komissiya-v-karagandinskoy-oblasti

22. Парк подвижного состава в Казахстане изношен более чем наполовину [Электронный ресурс] // Zakon.kz. – 29.10.2024. – URL: https://www.zakon.kz/obshestvo/6454180-park-podvizhnogo-sostava-v-kazakhstane-iznoshen-bolee-chem-napolovinu.html

23. Три грузовых вагонов сошли с рельсов в Карагандинской области [Электронды ресурс]. – https://www.inform.kz/ru/tri-gruzovih-vagona-soshli-s-relsov-v-karagandinskoy-oblasti-269cfe

24. Аналитический исследовательский центр развития конкуренции Агентства по защите и развитию конкуренции Республики Казахстан. Анализ рынка железнодорожных грузоперевозок [Электронный ресурс]. – Астана, 2024. – URL: https://www.gov.kz/uploads/2024/7/1/12239a0e8dc7411baf6f77ed3bcaede9_original.2316788.pdf

25. 3000 новых полувагонов пополнят парк железнодорожных перевозок Казахстана [Электронный ресурс] // Аграрный сектор. – 23.08.2023. – URL: https://agrosektor.kz/agriculture-news/3000-novyh-poluvagonov-popolnyat-park-zheleznodorozhnyh-perevozok-kazahstana.html

26. Шамсутдинова Ж. Вагончик тронется, износ останется: сколько локомотивов импортирует Казахстан. Инфографика [Электронный ресурс] // LSM.kz. – 28.11.2024. – URL: https://lsm.kz/vagonchik-tronetsya-kak-kazahstan-zakryvaet-nedostatok-podvizhnogo-sostava-infografika

27. Ассоциация национальных экспедиторов Республики Казахстан (АНЭК). Итоговый отчет исследовательского проекта «Определение отраслевых показателей, источников данных и организация учета на железнодорожном транспорте» [Электронный ресурс]. – Алматы: KAZLOGISTICS, 2022. – URL: https://www.kazlogistics.kz/storage/corfond/2021_stat_otchet_ANEK.pdf

28. Информационный лист № 3 за III квартал 2021 г. по проекту «Определение отраслевых показателей, источников данных и организация учета на железнодорожном транспорте» Ассоциация Национальных экспедиторов Республики Казахстан (АНЭК)

29. Анализ рынка железнодорожных грузоперевозок : публичная версия отчёта [Электронный ресурс] / Аналитический центр по развитию и защите конкуренции Республики Казахстан. – URL:https://arccd.kz/wp-content/uploads/2024/09/analiz-rynka-zhd-gruzoperevozok-aiczrk-publichnaya-versiya.pdf

30. Қазақстандық вагондар (контейнерлер) операторлары мен тасымалдаушылары қауымдастығы (ҚазОТҚ). Қауымдастық мүшелері [Электрондық ресурс]. – URL: https://kazapo.kz/partners.php

31. АО «Казтемиртранс». О компании [Электронный ресурс]. – URL: https://ktzh-gp.kz/ru/about/

32. Официальный ресурс ТОО «Исткомтранс» [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://www.ect.kz/

33. PTC Operator в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт «PTC Operator». – URL: https://ptc-operator.kz/category/services/

34. ГК «Texol»: создавая новый центр вагоностроения в Атырау [Электронный ресурс] // Rollingstock World : отраслевой портал.-2023.- URL: https://rollingstockworld.ru/gruzovye-vagony/gk-texol-sozdavaya-novyj-czentr-vagonostroeniya-v-atyrau/

35. Официальный ресурс ТОО «ТрансКом» [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://transcom.kz/ru/

36. О компании АО «Астык Транс» [Электронный ресурс] // Официальный сайт «Астык Транс». – URL: https://astyktrans.kz/o-kompanii

37. «Кедентранссервис» АҚ. Ресми интернет-сайт [Электрондық ресурс]. – URL: https://www.kdts.kz/

38. АО «Қазтеміртранс». Парк грузовых вагонов пополнился новыми полувагонами [Электронный ресурс]. – URL: https://qaztt.kz/news/novye-50-poluvagonov-popolnili-park-ao-aztemrtrans-191

39. European Comission. Study on the revision of the Railway State Aid Guidelines: Final Report [Электрондық ресурс] – https://competition-policy.ec.europa.eu/system/files/2023-03/KD0423349enn_railway_guidelines_final_report.pdf

40. Advances in Condition Monitoring of Railway Infrastructure / A. Mosleh, D. Ribeiro, A. Malekjafarian, M. D. Martínez-Rodrigo // Sensors. – 2024. – Vol. 24, No. 3. – P. 830. – DOI: 10.3390/s24030830

41. МЕМСТ 22235–2010. Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ [Электронный ресурс]. – Введ. 01.05.2011. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200082560

42. ТР ТС 001/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» [Электронный ресурс]: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710. – URL: https://docs.cntd.ru/document/902293438

43. ГОСТ 9246–2013. Тележки двухосные трехэлементные грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.2014. – URL: https://internet-law.ru/gosts/gost/55844/

44. ГОСТ 32884-2014 Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава. Термины и определения. https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293765/4293765948.htm

45. European Union Agency For Railways. Rolling Stock – Freight Wagons TSI https://www.era.europa.eu/domains/technical-specifications-interoperability/rolling-stock-freight-wagons-tsi_en

46. BS EN 12663-2:2010+A1:2023. Railway applications – Structural requirements of railway vehicle bodies. Part 2: Freight wagons [Электрондық ресурс] – https://www.china-gauges.com/Uploads/download/66441cc310c90.pdf

47. Association of American Railroads (AAR). Manual of Standards and Recommended Practies. [Электрондық ресурс] – https://www.aar.org/wp-content/uploads/2019/10/Revised-Appendix-W-02-15-2019-T80.2.4.pdf

48. Классификатор «Основные неисправности грузовых вагонов» (КЖА 2005 05) [Электронный ресурс]: утв. Комиссией Совета по железнодорожному транспорту полномочных специалистов вагонного хозяйства железнодорожных администраций (протокол от 23–25 марта 2004 г. № 33): с изм. от 21.09.2005 г. – URL: https://prg.kz/document/?doc_id=35895071

49. Об утверждении Правил технической эксплуатации, обслуживания и ремонта подвижного состава [Электронный ресурс]: приказ Министра индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 27 июня 2019 года № 453. – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1900018952

50. Вагондардың жағдайын техникалық және функционалдық диагностика негізінде болжау қажеттілігінің негіздемесі, Байгожина П.У., Wieczorek В.Университет Еңбектері №1 (98), бөлім «Құрылыс, Көлік», Қарағанды, 2025 ж., 273-280 б. DOI 10.52209/1609-1825_2025_1_273

51. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрщику вагонов): № 808-2017 ПКБ ЦВ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.07.2022 г.) [Электрондық ресурс] // Параграф ақпараттық жүйесі. URL: https://prg.kz/document/?doc_id=30849748

52. Услуги по организации текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов [Электронный ресурс]. – URL: https://astyktrans.kz/upload/medialibrary/Техническая%20спецификация.PDF

53. Типовой договор на оказание услуг по ремонту грузовых вагонов [Электронный ресурс]. – URL: https://ptc-holding.kz/wp-content/uploads/2021/07/Prilozhenie-5-Tipovoi-dogovor-na-DR-gruzovyh-vagonov.pdf

54. Официальный ресурс ТОО «Қамқор Вагон» [Электронный ресурс]. – URL: https://kamkor-vagon.kz/ru

55. Пичев, С. В. Вагонное хозяйство : учебник для вузов ж.-д. транспорта / С. В. Пичев. – М. : УМЦ ЖДТ, 2011. – 592 с

56. Устич, П. А. Вагонное хозяйство : учебник для вузов / П. А. Устич, И. И. Хаба, В. А. Ивашов. – М. : Маршрут, 2003. – 560 с.

57. EASTCOMTRANS Transport & Logistics. География ремонтов подвижного состава [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ect.kz/com_repair_geo.html

58. Байгожина П.У., Wieczorek B. Жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігін болжау негізінде оларды пайдалану тиімділігін арттыру. «XVI Сағынов оқулары. Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері, Бөлім 3, «Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ». – Қарағанды: 2024, бет. 425-426.

59. Налабордин, Д. Г. Оценка влияния уровня надежности и безопасности грузовых вагонов на параметры системы их технического обслуживания и ремонта : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Налабордин Дмитрий Геннадьевич. – Омск, 2015. – 156 с.

60. Рожкова Е.А. Оценка и прогнозирование технического состояния грузового вагона // Вестник Брянского государственного технического университета**.** – 2021. – № 5 (102). – С. 40–47. – DOI: 10.30987/1999-8775-2021-5-40-47

61. Карпов В.А. Определение ресурса деталей и узлов тягового подвижного состава по результатам инструментального и неразрушающего контроля (на примере элементов колёсной пары электровоза ВЛ80С): автореферат дис. … канд. техн. наук: 05.22.07. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2019. – 24 с. – URL: https://rut-miit.ru/content/Автореферат%20Карпов%20В.А.%2017.12.19г%20р3..pdf

62. Zaripov, R., Sembaev, N., Suleymenov, A., Gavrilovs, P. (2020). Perspective Directions for the Development of a New Generation Complex of Cargo Wagons. In: Ginters, E., Ruiz Estrada, M., Piera Eroles, M. (eds) ICTE in Transportation and Logistics 2019. ICTE ToL 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_24

63. Licciardello R., Ricci S. Present and Future of Rail Freight: Problems and Challenges // In: Sładkowski A. (eds) *Modern Trends and Research in Intermodal Transportation*. Studies in Systems, Decision and Control, vol. 400. – Cham: Springer, 2022. – P. 405–449. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87120-8_9

64. Об утверждении Концепции развития железнодорожного транспорта Республики Казахстан до 2029 года [Электронный ресурс] : постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2024 года № 224. – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/G24IK000224

65. Годовой отчет АО «НК «Қазақстан темір жолы» за 2023 год [Электронный ресурс]: Анализ операционных показателей и финансовых результатов. – Астана, 2024. – С. 84-86. – URL: https://railways.kz/

66. Байгожина П.У., Wieczorek B. Жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігін болжау негізінде оларды пайдалану тиімділігін арттыру. «XVI Сағынов оқулары. Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері, Бөлім 3, «Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ». – Қарағанды: 2024, бет. 425-426.

67. Автоматизированный контроль технического состояния подвижного состава [Электрондық ресурс] // ГК «МТ-Интеграция». – URL: https://mt-integration.ru/reshenia/avtomatizirovannyy-kontrol-tekhnicheskogo-sostoyaniya-podvizhnogo-sostava/

68. ТКДК-ЗПС. Технический комплекс дистанционного контроля загрузки подвижного состава [Электрондық ресурс] // ПК «Автоматика». – URL: https://pkavt.ru/products/tkdk-zps

69. Система акустического контроля буксовых узлов [Электрондық ресурс] // ЭЛКОМ. – URL: https://elkom-metro.com/products/sistemy-distantsionnoy-diagnostiki-podvizhnogo-sostava/sistema-akusticheskogo-kontrolya-buksovykh-uzlov

70. Железнодорожный транспорт. Оборудование для неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава [Электрондық ресурс] // НПП «Промприбор». – URL: https://www.ndtprompribor.ru/index.php?id=149&layout=edit&option=com_sppagebuilder&view=page

71. Бурченков, В. В. Автоматизированные системы контроля подвижного состава : учебное пособие / В. В. Бурченков. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 183 с.

72. СТ РК 1836-2008. Система контроля нагрева букс тягового подвижного состава. Технические требования [Электрондық ресурс]. – URL: https://prg.kz/Document/?doc_id=33250070.

73. Musayev J., Satpayeva N., Rsymbetova N. Application of fuzzy logic methods for solving production tasks during maintenance and repair of railway rolling stock // International Journal of Advanced Logistics, Transport and Engineering. – 2024. – Vol. 12, № 4. – P. 11–17. – DOI: 10.52167/2790-5829-2024-12-4-11-17.

74. Криворудченко В. Ф., Ахмеджанов Р. А., Зыков Ю. В., Матяш Ю. И. Техническая диагностика вагонов. Часть 2. Диагностирование узлов и деталей

вагонов при изготовлении, ремонте и в условиях эксплуатации: учебник. – М.: УМЦ ЖДТ, 2013. – 315 с. – ISBN 978-5-89035-682-6.

75. Iyer S., Velmurugan T., Gandomi A.H., Noor Mohammed V., Saravanan K., Nandakumar S. Structural health monitoring of railway tracks using IoT-based multi-robot system // Neural Computing and Applications. – 2021. – Vol. 33, No. 11. – P. 5897–5915. DOI:10.1007/s00521-020-05366-9

76. Мусаев Ж.С., Ивановцева Н.В, Сүлеева Н.З. Оптимизация профиля поверхности катания колес пассажирских вагонов TALGO, ТОМ 121 №2 (2022): Вестник КазАТК., DOI: https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-121-2-30-37.

77. Кибитова Р., Ивановцева Н., Утепова А., Сүлеева Н., Джакупов Н. Роль автоматизированной комплексной системы контроля в техническом обслуживании подвижного состава // Вестник КазАТК**.** – 2025. – Т. 138, № 3. – С. 57–66. – DOI: 10.52167/1609-1817-2025-138-3-57-66.

78. Imasheva G., Abdullayev S., Tokmurzina N., Adilova N., Bakyt G. Prospects for the Use of Gondola Cars on Bogies of Model ZK1 in the Organization of Heavy Freight Traffic in the Republic of Kazakhstan // Mechanika. – 2018. – Vol. 24, No. 1. – P. 32–36. – DOI: https://doi.org/10.5755/j01.mech.24.1.17710

79. Чебышев, П.Л. О средних величинах // Полное собрание сочинений П.Л. Чебышева. – М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1947. – Т. 2 : мат. анализ. – С. 431–437. http://e-heritage.ru/Book/10097306

80. Liapounoff A. Nouvelle forme du théorème sur la limite de probabilité // Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg. – 1901. – T. XII, № 5. – P. 1–24. – URL: https://www.biodiversitylibrary.org/item/263497#page/353/mode/1up

81. Galton F. Natural Inheritance [Электрондық ресурс]. – London: Macmillan and Co., 1889. – URL: https://www.biodiversitylibrary.org/item/125362

82. Pearson K. The Grammar of Science [Электрондық ресурс]. – London: Walter Scott, 1892. – 493 p. – URL: https://books.google.kz/books?id=k1c_AQAAIAAJ

83. Fisher R.A. Statistical Methods for Research Workers [Электрондық ресурс]. – Edinburgh: Oliver and Boyd, 1925. – URL: https://psychclassics.yorku.ca/Fisher/Methods/

84. Иванова Т.В., Рудаков В.А., Ковригина И.В. Прогнозирование числа отказов грузовых вагонов в межремонтном периоде на основе статистической оценки // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2023. – № 3 (79). – С. 159–170. – DOI: 10.26731/1813-9108.2023.3(79).159-170

85. Voloshyn D., Voloshyna L., Pleskach O., Pleskach I. Reliability assurance features of modern railway axlebox assemblies // *Procedia Structural Integrity*. – 2026. – Vol. 81. – P. 264–268. – DOI: 10.1016/j.prostr.2026.03.046

86. Yang J., Len H., Wang J., Zhao Y. Reliability Assessment Model and Simulation of Journal Bearing of Railway Freight Cars Based on Bayesian Method under Small Sample Sizes // *Journal of Advanced Transportation*. – 2022. – Vol. 2022. – Article 5275843. – DOI: 10.1155/2022/5275843.

87. Zhang Y., An Z., Lu M., Meng Q. Reliability analysis of railway freight car wheelset based on Birnbaum-Saunders fatigue life distribution // *Vibroengineering Procedia*. – 2020. – Vol. 35. – P. 88–93. – DOI: 10.21595/vp.2020.21797.

88. Spiroiu M.-A., Arsene S. Alternative Usage of Maximum Likelihood Method to Estimate the Railway Wheelset Reliability Probabilistic Model // *Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering*. – 2022. – Vol. 65, No. 4S.

89. Зарипов Р.Ю., Сулейменов А.Д., Каримова Ж.Р. Исследование надежности цельнометаллических полувагонов // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 4. – С. 119–128. – DOI: 10.48081/GQRV7549.

90. Vaičiūnas G., Gelumbickas G. Diesel Trains Reliability Diversity Research // *Procedia Engineering*. – 2016. – Vol. 134. – P. 95–100. – DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.044.

91. Lai J., Wang K., Shi Y., Xu J., Chen J., Wang P., Beer M. Reliability assessment of freight wagon passing through railway turnouts using adaptive Kriging surrogate model // International Journal of Rail Transportation. – 2025. – Vol. 13, No. 1. – P. 49–68. – DOI: 10.1080/23248378.2024.2304000**.**

92. Iliopoulos I.A., Sakellariou J.S**.** Remaining Useful Life Estimation of Hollow Worn Railway Vehicle Wheels via On-Board Random Vibration-Based Wheel Tread Depth Estimation // *Sensors*. – 2024. – Vol. 24, No. 2. – Art. 375. – DOI: 10.3390/s24020375.

93. Jiang Z., Banjevic D., E M., Jardine A.K.S., Li Q. Remaining useful life estimation of metropolitan train wheels considering measurement error // *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. – 2018. – Vol. 24, No. 4. – P. 422–436. – DOI: 10.1108/JQME-04-2016-0017

94. Louragli S., Abouelanouar B., Lachhab A. Remaining Useful Life Estimation of Railway Wheels Using a Gamma Stochastic Degradation Model // *Applied Sciences*. – 2026. – Vol. 16, No. 17. – Art. 8819. – DOI: 10.3390/app16178819

95. He D., Yan J., Jin Z., Zou X., Shan S., Xiang Z., Miao J. Remaining useful life prediction for train bearing based on an ILSTM network with adaptive hyperparameter optimization // *Transportation Safety and Environment*. – 2024. – Vol. 6, No. 2. – Art. tdad021. – DOI: 10.1093/tse/tdad021

96. Zhang, Z., Yang, B., Liu, J. et al. Multiscale investigation on fatigue crack growth and remaining useful life of bogie frame materials under service-induced damage. Railw. Eng. Sci. 34, 489–512 (2026). https://doi.org/10.1007/s40534-025-00419-y

97. Путято А.В., Коновалов Е.Н. Прогнозирование ресурса несущих конструкций вагонов специального подвижного состава с различным техническим состоянием // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – 2017. – Вып. 6. – С. 11–14. – ISSN 2306-3084.

98. Рейдемейстер А.Г., Калашник В.А., Шикунов А.А., Дюнев А.А., Рыжов С.В. Остаточный ресурс кузовов пассажирских вагонов, прошедших КВР/КРП, по окончании назначенного срока службы // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: материалы 78-й Международной научно-

практической конференции (Днепр, 17–18 мая 2018 г.). – Днепр, 2018. – С. 51–52.

99. Мухамедова З. Г., Ибадуллаев А., Мамаев Ш. И. Расчет остаточного ресурса и продление срока службы специального самоходного подвижного состава //Universum: технические науки. – 2022. – №. 2-3 (95). – С. 36-40.

100. Zeng Y. et al. A new physics-based data-driven guideline for wear modelling and prediction of train wheels //Wear. – 2020. – Т. 456. – С. 203355

101. Fourie C.J., Du Plessis J.A. Implementation of machine learning techniques for prognostics for railway wheel flange wear // South African Journal of Industrial Engineering. – 2020. – Vol. 31, No. 1. – P. 78–92. – DOI: 10.7166/31-1-2128.

102. Shangguan A., Xie G., Fei R., Mu L., Hei X. Train wheel degradation generation and prediction based on the time series generation adversarial network // Reliability Engineering & System Safety. – 2023. – Vol. 229. – Art. 108816. – DOI: 10.1016/j.ress.2022.108816

103. Zhang L., Qi Y. Research on the wheel wear prediction of heavy-haul freight wagon based on the roller rig test and line test // Industrial Lubrication and Tribology. – 2025. – Vol. 77, No. 6. – P. 1016–1027. – DOI: 10.1108/ILT-09-2024-0329

104. Chen J., Yu C., Cheng Q., Guan Y., Zhang Q., Li W., Ouyang F., Wang Z. Research on friction performance and wear rate prediction of high-speed train brake pads // Wear. – 2023. – Vol. 514–515. – Art. 204564. – DOI: 10.1016/j.wear.2022.204564

105. Иванова Т. В. и др. Прогнозирование износов в элементах трения тележки модели 18-9855 //ОБРАЗОВАНИЕ-НАУКА-ПРОИЗВОДСТВО. – 2019. – С. 30-36.

106. Fourie C.J., Tendayi T.G. A decision-making framework for effective maintenance management using life cycle costing (LCC) in a rolling stock environment // South African Journal of Industrial Engineering. – 2016. – Vol. 27, No. 4. – P. 142–152. – DOI: 10.7166/27-4-1526

107. Jiang Z., Banjevic D., E M., Li B. Optimizing the re-profiling policy regarding metropolitan train wheels based on a semi-Markov decision process // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. – 2017. – Vol. 231, No. 5. – P. 495–507. – DOI: 10.1177/1748006X17710816

108. Eisenberger D., Fink O. Assessment of maintenance strategies for railway vehicles using Petri-nets // Transportation Research Procedia. – 2017. – Vol. 27. – P. 205–214. – DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12.012

109. Braga J.A.P., Andrade A.R. Optimizing maintenance decisions in railway wheelsets: A Markov decision process approach // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. – 2019. – Vol. 233, No. 2. – P. 285–300. – DOI: 10.1177/1748006X18783403

110. Dinmohammadi F. A risk-based modelling approach to maintenance optimization of railway rolling stock: A case study of pantograph system // Journal of Quality in Maintenance Engineering. – 2019. – Vol. 25, No. 2. – P. 272–293. – DOI: 10.1108/JQME-11-2016-0070

111. Шапошник В.Ю. Новые стратегии технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов // Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте. – 2017. – № 13. – DOI: 10.15802/ecsrt2017/136864

112. Musayev J., Satpayeva N., Rsymbetova N. Application of fuzzy logic methods for solving production tasks during maintenance and repair of railway rolling stock // International Journal of Advanced Logistics, Transport and Engineering. – 2024. – Vol. 12, No. 4. – P. 11–17. – DOI: 10.52167/2790-5829-2024-12-4-11-17

113. Лукин, В. В. Вагоны. Общий курс : учебник для вузов ж.-д. транспорта / В. В. Лукин, П. С. Анисимов, Ю. П. Федосеев. – М. : Маршрут, 2004. – 424

114. Осмотрщик вагонов: полувагон, строение кузова, рамы, неисправности [Электронный ресурс] // Образовательная социальная сеть nsportal.ru. — 2016. — URL: https://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2016/05/27/osmotrshchik-vagonov-poluvagon-stroenie-kuzova-ramy-neispravnosti

115. Вагоны: Проектирование, устройство и методы испытаний. [Djv- 4.4M] Под редакцией канд. техн. наук Л.Д. Кузьмича. Авторы: Леонид Дмитриевич Кузьмич, Александр Васильевич Кузнецов, Борис Александрович Ржавинский, Арон Львович Спиваковский, Виктор Иванович Кириллов, Ханан Исаакович Пейрик, Борис Михайлович Мысливец. (Москва: «Машиностроение», 1978) 376с

116. Технические средства железных дорог : учебник для техникумов и коллеждей ж.-д. транспорта / под ред. В. И. Апановича. – М. : УМЦ ЖДТ, 2021. – 582 с. https://rcit.su/techinfo.html

117. Вагонные тележки: каталог продукции [Электронный ресурс] // Компания «РМ Рейл» (RM Rail). – 2024. – URL: https://rmrail.ru/catalogue/vagonnye-telezhki-/

118. Шепелин, П. В. Совершенствование технологии технического обслуживания грузовых вагонов на основе комплексного мониторинга их состояния : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Шепелин Павел Викторович. — М.: РУТ (МИИТ), 2020. – 164 с. – URL: https://miit.ru/content/ДИССЕРТАЦИЯ-signed.pdf?id_wm=829722

119. Черноусова Н.В. Конструкция тележек грузовых вагонов: учебный материал [Электрондық ресурс]. – 2020. – 18 с. – URL: https://vermt.ru/assets/upload/files/%D0%A2%D0%AD-18-2%20%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf

120. Электронный технический кабинет осмотрщика вагонов [Электронный ресурс] : Интерактивное учебное пособие по устройству и ремонту вагонов. – URL: https://www.vagonnik.rf/SYS/EPS/tex.kab/tex.kab.html

121. Классификация неисправностей колесных пар грузовых вагонов [Электронный ресурс] // Блог компании Calipri-NLT. – 2024. – URL: https://calipri-nlt.ru/blog/neispravnosti-kolesnyh-par/

122. Техническая неисправность колесных пар вагонов в пути: это вина перевозчика? [Электронный ресурс] // Юридический блог «Адвокат Кравец». –

URL: https://advokat-kravets.ru/blog/perevozka/tehnicheskaya-neispravnost-kolesnyh-par-vagonov-v-puti-eto-vina-perevozchika.html

123. Булавин, Ю. П. Конструирование и расчет вагонов : учебно-методическое пособие / Ю. П. Булавин, Ю. Я. Бутенко. – Ростов н/Д : РГУПС, 2017. – 99 с.

124. Мусаев Ж.С., Мәлік А.А., Ахметова П.Т., Утепова А.У., Туркебаев М.Ж. Динамика грузовых вагонов с различным состоянием тележек в кривых участках пути // Вестник КазАТК. – 2025. – № 1 (136). – С. 17–26. DOI: https://doi.org/10.52167/1609-1817-2025-136-1-17-26

125. Перспективы развития парка грузовых вагонов: от конструкции к эксплуатации [Электронный ресурс] // Техника железных дорог (techzd.ru) : аналитический обзор. – 2024. – URL: https://techzd.ru/news/analytics/

126. Кузова грузовых вагонов: устройство и основные элементы [Электронный ресурс] // Техническая библиотека Gdzp.ru. — URL: https://gdzp.ru/poleznaya-informaciya/kuzova-gruzovyh-vagonov/

127. Захарова, Т. В. Вагоны : учебное пособие / Т. В. Захарова, С. М. Васильев, О. М. Моисейчикова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. — Гомель : БелГУТ, 2022. — 238 с. — ISBN 978-985-891-058-7.

128. Абрамец С. В. Осмотрщик вагонов. Полувагон: строение кузова, рамы, неисправности [Электронный ресурс] // Образовательная социальная сеть nsportal.ru. – URL: https://nsportal.ru/shkola/raznoe/library/2016/05/27/osmotrshchik-vagonov-poluvagon-stroenie-kuzova-ramy-neispravnosti

129. Основные признаки неисправностей вагонов [Электрондық ресурс] // Вагонник. – URL: http://vagonnik.blogspot.com/2014/01/blog-post_6371.html

130. ГОСТ 33434-2015 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УСТРОЙСТВО СЦЕПНОЕ И АВТОСЦЕПНОЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА Технические требования и правила приемки https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32481269&pos=5;-88#pos=5;-88

131. Устройство и техническое обслуживание вагонов: электронный учебный комплекс [Электронный ресурс]. — URL: http://81.1.243.39/441/

132. Автосцепка СА-3 [Электрондық ресурс] // СЦБИСТ – сайт железнодорожников. URL: https://scbist.com/wiki/8984-avtoscepka-sa-3-a.html

133. Назначение тормозного оборудования грузовых вагонов: термины и определения [Электронный ресурс] // Техническая библиотека Gdzp.ru. – URL: https://gdzp.ru/poleznaya-informaciya/tormoza-vagonov/naznachenie-tormoznogo-oborudovaniya-gruzovyh-vagonov-terminy/

134. Асадченко, В. Р. Автоматические тормоза подвижного состава : учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / В. Р. Асадченко. – М. : Маршрут, 2006. – 392 с.

135. Тормозная система подвижного состава РЖД [Электрондық ресурс] // Региональный Центр Инновационных Технологий (РЦИТ). URL: https://rcit.su/proj-zd06.html

136. Автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП) [Электронный ресурс] // СЦБИСТ: Железнодорожный форум, документация, справочники. – URL: https://scbist.com/studentu-dvizhencu/7774-avtomatizirovannaya-sistema-operativnogo-upravleniya-perevozkami-asoup.html

137. 1996 Stafford rail crash [Электронный ресурс] // Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/1990_Stafford_rail_crash

138. International Union of Wagon Keepers (UIP) : ресми сайт [Электрондық ресурс]. – URL: https://uiprail.org/

139. Goods train derails near railway station [Электрондық ресурс] // The Times of India. – 2015. – 5 July. – URL: https://timesofindia.indiatimes.com/india/goods-train-derails-near-railway-station/articleshow/47946384.cms

140. Norwegian Safety Investigation Authority (NSIA) : ресми сайт [Электрондық ресурс]. – URL: Home | nsia

141. Llangennech derailment [Электрондық ресурс] // Wikipedia. – URL: Llangennech derailment - Wikipedia

142. Zhang Y., An Z., Lu M., Meng Q. Reliability analysis of railway freight car wheelset based on Birnbaunm-Saunders fatigue life distribution // Vibroengineering PROCEDIA. – 2020. – Vol. 35. – P. 88–93. – DOI: 10.21595/vp.2020.21797.

143. Байгожина П.У., Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Ақаулы вагондар туралы ақпаратты жинау және өңдеу. 2025 жылғы «27» ақпан № 55245 Авторлық құқық объектісі. Объектіні жасаған күні - 25.02.2025 ж.

144. Kadyrov A.S., Baigozhina P.U., Kukesheva A.B., Imanov M.O., Karsakova A.Z. Algorithm for making the optimal decision for further operation of freight cars. Communications - Scientific Letters of the University of Žilina, - 2025. V. 27., Iss. 4. – Article number 2075. DOI: 10.26552/com.C.2025.049

145. Rozvany, G. I. N. Structural design via optimality criteria: the Prager approach to structural optimization / G. I. N. Rozvany. – Dordrecht : Springer Science & Business Media, 2012. – Vol. 8. – 465 p. – ISBN 978-94-009-3919-6

146. Теміржол көлігі туралы: Қазақстан Республикасының 2001 жылғы 8 желтоқсандағы № 266 Заңы [Электрондық ресурс] // «Әділет» ақпараттық-құқықтық жүйесі. – URL: https://zan.adilet.kz/temirzhol-koligi-turaly-08-12-2001-no-266/

147. Baigozhina P.U., Kadyrov A.S., Kukesheva A.B., Jósko M., Ulbrich D., Warguła Ł., Wieczorek B. Reducing Storage Costs and Downtime in Railways Through Spare Parts Redistribution and MCDA-Based Optimization. Applied Sciences (Switzerland), -2025. V. 15., Iss. 24. – Article number 12957. https://doi.org/10.3390/app152412957

148. Байгожина П.У., Wieczorek B. Теміржол көлігінде қосалқы бөлшектерді бөлуді оңтайландыру тәсілдеріне шолу. «XVIII Сағынов оқулары. Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері, Бөлім 3, «Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ». – Қарағанды: 2026, бет. 439-440.

149. Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E. *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2021. 544 p. ISBN 978-0-07-340336-6.

150. Wang D., Sun Y., Yu L., Shen K., Li J., Wu X. *Research on the optimization method of inventory management of important spare parts of intercity railway* // PLoS ONE. – 2025. – Vol. 20, No. 7. – Article e0327852. – DOI: 10.1371/journal.pone.0327852.

151. Usanov D., van de Ven P., van der Mei R. *Integrating Condition-Based Maintenance into Dynamic Spare Parts Management*. Preprint. – 2020. – DOI: 10.48550/arXiv.2004.01928.

152. Rossi R. *Inventory Analytics*. – Cambridge: Open Book Publishers, 2021. – 310 p. – ISBN 978-1-80064-177-8. – DOI: 10.11647/OBP.0252.

153. van Houtum G.J., Kranenburg B. *Spare Parts Inventory Control under System Availability Constraints*. – New York: Springer, 2015. – XV, 215 p. – (International Series in Operations Research & Management Science; Vol. 227). – DOI: 10.1007/978-1-4899-7609-3.

154. Ramdass K.R., Phuluwa H.S., Ndou N. Applying Lean to the Supply Chain in the Railway Industry // *Proceedings of the 5th African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. – 2024. – DOI: 10.46254/AF05.20240147

155. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. – Harlow: Pearson Education Limited, 2019. – 528 p. – ISBN 978-1-292-25789-1.

156. Basten R.J.I., Houtum G.J. van. System-oriented inventory models for spare parts management: A review // International Journal of Production Economics. – 2020. – Vol. 225. – Article 107617. – DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.107617

157. Chopra S., Meindl P. supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. – Harlow: Pearson Education Limited, 2019. – 528 p. – ISBN 978-1-292-25789-1.

158. Milewski D. Total Costs of Centralized and Decentralized Inventory Strategies - Including External Costs//Sustainability. – 2020. – Vol. 12, No. 22. – Art. 9346. – DOI: 10.3390/su12229346.

159. Khuankrue I., Boonto S., Tsujimura Y. Modeling the Material-Inventory Transporty ortation Problem Using Multi-Objective Optimization. – arXiv preprint arXiv:2206.02350, 2022. – DOI: 10.48550/arXiv.2206.02350.

160. Байгожина П.У., Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Ақаулы вагондар туралы ақпаратты жинау және өңдеу. 2025 жылғы «27» ақпан № 55245 Авторлық құқық объектісі.

161. Прейскурант цен на ТОР-2023 [Электрондық ресурс] // Инженерный центр вагоностроения. – 2023. – 31 января. – URL: https://wagon-cargo.ru/news/preyskurant-tsen-na-tor-2023/

162. Книга номерного учета наличия и ремонта неисправных вагонов грузового парка (форма ВУ-31) [Электрондық ресурс] // Вагонник.РФ. – URL:

http://xn--b1amah.xn--d1ad.xn--p1ai/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_%D0%92%D0%A3-31

163. Тарифное руководство (прейскурант). Часть 3 [Электрондық ресурс] // ТОО «КТЖ – Грузовые перевозки» : ресми сайт. – URL: https://ktzh-gp.kz/ru/activity/tariff-policy/cargo-transportation/tarifnoe-rukovodstvo-preyskurant-chast-3/

164. РД ВНИИЖТ 27.05.01-2017. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм [Электрондық ресурс] – URL: https://prg.kz/document/?doc_id=38147002

165. 732-ЦВ-ЦЛ. Общее руководство по ремонту тормозного оборудования вагонов: утверждено Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол от 18–19 мая 2011 г. [Электрондық ресурс] URL:https://prg.kz/Document/?doc_id=31494625&utm_source

166. РД 32 ЦВ 052-2009. Ремонт тележек грузовых вагонов**:** руководящий документ [Электрондық ресурс]. URL: https://www.regtransservice.ru/wp-content/uploads/2021/02/doc39.pdf?utm_source

167. Стенд разборки-сборки тележки [Электрондық ресурс] // Русгидравлик : ресми сайт. – URL: https://rusgidravlik.ru/catalog/dlya-zheleznodorozhnogo-transporta/oborudovanie-dlya-sborki-telezhek-vagonov/stend-razborki-sborki-telezhki/

168. Установка для раздвижки, кантования деталей тележки 18-100 для дефектоскопии [Электрондық ресурс] // ИПЦ «Вагоника» : ресми сайт. – URL: Установка для раздвижки, кантования деталей тележки 18-100 для дефектоскопии — Для ремонта тележек грузового вагона — Оборудование — ИПЦ «Вагоника»

169. Прайс-лист на вагонные запчасти : от 30 апреля 2026 г. [Электрондық ресурс] URL:https://www.ooovss.ru/vagonzap

170. Milewski D. Total Costs of Centralized and Decentralized Inventory Strategies – Including External Costs // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, № 22. – Article 9346. – https://doi.org/10.3390/su12229346

171. Khuankrue I., Boonto S., Tsujimura Y. Modeling the Material-Inventory Transportation Problem Using Multi-Objective Optimization : preprint // arXiv. – 2022. https://arxiv.org/html/2206.02350v1

172. Aguezzoul A. Transportation-driven supplier selection and order allocation in supply chains // Supply Chain Forum: An International Journal. – 2026. – Advance online publication. https://doi.org/10.1080/16258312.2026.2641419

173. Экономика железнодорожного транспорта : учебник для СПО / Н. П. Терешина, В. А. Подсорин, Ю. Н. Кожевников, М. Г. Данилина ; под редакцией Н. П. Терешиной, В. А. Подсорина – 2-е изд. – Саратов : Профобразование, 2025. – 370 с. – ISBN 978-5-4488-1298-9.

174. U.S. Government Accountability Office. Cost Estimating and Assessment Guide: Best Practices for Developing and Managing Program Costs. – Washington, DC, 2020. – GAO-20-195G. – URL: https://www.gao.gov/products/gao-20-195g

Қосымша А

«ҰК «ҚТЖ» АҚ филиалы – Қарағанды пайдалану депосына диссертацияның нәтижелерін енгізу туралы акт

БЕКІТЕМІН
«ҰК «ҚТЖ» АҚ филиалы – Қарағанды пайдалану вагон депосының директоры
Сеитов А.Н.
«14» 01 2026 ж.

Философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған
докторант Байгожина Перизат Увалиевнаның
диссертациялық жұмысының нәтижелерін енгізу туралы
АКТ

Біз, төменде қол қоюшылар, «ҰК «ҚТЖ» АҚ филиалы – Қарағанды пайдалану вагон депосының директоры Сеитов А.Н. және «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ өкілдері, атап айтқанда ғылыми-зерттеу жұмыстарының жетекшілері, техника ғылымдарының докторы, профессор-зерттеуші Кадыров А.С., техника ғылымдарының кандидаты, профессор Кабикенов С.Ж. және ғылыми-зерттеу жұмысын орындаушысы докторант Байгожина П.У., «ҰК «ҚТЖ» АҚ филиалы – Қарағанды пайдалану вагон депосында жүк вагондарының негізгі тораптарының істен шығу ықтималдығын, оларды қалпына келтіруге жұмсалатын шығындарды және одан әрі пайдалану нұсқаларының экономикалық көрсеткіштерін есептеуді автоматтандыруға арналған бағдарламалық модуль мен оны әзірлеуге арналған техникалық тапсырма мен ұсыныстарды беру туралы осы актіні жасадық.

Бұдан әрі «ҰК «ҚТЖ» АҚ филиалы – Қарағанды пайдалану вагон депосынан жүк вагондарының жұмысқа қабілеттілігін бағалау және оларды одан әрі пайдалану нұсқаларын салыстыру бойынша есептеулерді автоматтандыруға арналған бағдарламалық модуль мен оны қолдану жөніндегі ұсыныстарды пайдалану және оларды кәсіпорында енгізу үшін қаражат өндіріп алу талап етілмейді.

ДҒЗЖ ғылыми жетекшілері Кадыров А.С.
Кабикенов С.Ж.

Ғылыми-зерттеу жұмысының орындаушысы Байгожина П.У.

Қосымша Ә

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін оқу процесіне енгізу туралы акт

«БЕКІТЕМІН»
Басқарма мүшесі –
Академиялық мәселелер
жөніндегі проректор
«Әбілқас Сағынов атындағы
Қарағанды техникалық
университеті» КеАҚ
Нусупбеков Б.Р.
«09» 12 2026 ж.

Ғылыми-зерттеу жұмысы нәтижелерін
оқу үдерісіне енгізу туралы
АКТ

Осы актімен 8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Байгожина Перизат Увалиевнаның «Жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігін болжау негізінде оларды пайдалану тиімділігін арттыру әдісін әзірлеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысының нәтижелері «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ-ның «Көлік техникасы және логистикалық жүйелер» кафедрасында оқу үдерісінде пайдаланылып отырғанын растаймыз.

Оқу үдерісін ұйымдастыру шеңберінде диссертациялық зерттеу нәтижелері «Өндірістік пайдалану. Әдістер мен модельдер» пәні бойынша дәрістік және практикалық сабақтардың мазмұнына енгізілді. Атап айтқанда, 7М07104 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасының 1-курс магистранттары үшін «Ресурстарды бөлуді оңтайландыру» тақырыбы бойынша қосымша дәрістік және практикалық тапсырмалар әзірленіп, оқу үдерісінде қолданылды.

№3 дәрістің атауы: «Ресурстарды бөлуді оңтайландыру».

Қысқаша түсініктеме: Дәріс мазмұны ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелері негізінде қосалқы бөлшектермен қамтамасыз ету тиімділігін бағалау және техникалық қызмет көрсету пункттері арасындағы қосалқы бөлшектері ұтымды бөлу мәселелерімен толықтырылды.

Жүк вагондарына техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді уақтылы орындау қажетті қосалқы бөлшектердің қолжетімділігіне байланысты. Қосалқы бөлшектер қорының станциялар арасында біркелкі бөлінбеуі жекелеген пункттерде артық қордың жинақталуына, ал басқаларында тапшылықтың туындауына әкеледі. Бұл сақтау шығындарының артуына және вагондардың жөндеуді күту уақытының ұзаруына әсер етеді.

Дәрісте өндірістік пайдалану тиімділігін арттыру мақсатында қосалқы бөлшектерге қажеттілікті анықтау, қолда бар қорлардың жеткіліктілігін бағалау және оларды станциялар арасында қайта бөлу мәселелері қарастырылады. Қосалқы бөлшектерді басқару кезінде станциялардың қажеттілігі,

төмендетілмейтін қор мөлшері, сақтау және тасымалдау шығындарын ескеретін ескеретін қайта бөлу әдістемесі қарастырылады.

Диссертациялық зерттеу нәтижелері негізінде әзірленген қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі түсіндіріледі. Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялары мысалында қосалқы бөлшектердің тапшылығы мен артық қорын анықтау, қайта бөлу нұсқаларын салыстыру және жалпы шығындары ең аз шешімді таңдау тәртібі көрсетіледі. Сонымен қатар қабылданған шешімдердің өндірістік пайдалану тиімділігіне ықпалы қарастырылады.

Аталған толықтыру білім алушылардың жеткізуді басқару тиімділігін бағалау, техникалық қызмет көрсету пункттері арасындағы қосалқы бөлшектерді үйлестіру және қайта бөлу бойынша негізделген шешімдер қабылдау жөніндегі білімдерін тереңдетуге бағытталған.

3 практикалық сабақтың атауы: «Ресурстарды бөлуді оңтайландыру».

Қысқаша түсініктеме. Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялары мысалында техникалық қызмет көрсету пункттері арасындағы қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің тиімді нұсқасын анықтау алгоритмі қарастырылады. Есептеу барысында станциялардағы қосалқы бөлшектердің қолда бар қоры мен қажеттілігі, азайтылмайтын қор мөлшері, сақтау және тасымалдау шығындары ескеріледі.

Сабақтың мақсаты: магистранттардың қосалқы бөлшектер қорын қайта бөлуді оңтайландыру, есептеу нәтижелерін талдау және таңдалған шешімді негіздеу дағдыларын қалыптастыру.

Практикалық жұмысты орындау тәртібі:

1. Бастапқы деректермен және қосалқы бөлшектерді қайта бөлуді есептеу әдістемесімен танысу.
2. Станциялардағы қосалқы бөлшектердің қолда бар қорын, қажеттілігін және азайтылмайтын қор мөлшерін анықтау.
3. Қосалқы бөлшектердің тапшылығы мен қайта бөлуге болатын артық қор көлемін есептеу.
4. Қосалқы бөлшектерді сақтау және станциялар арасында тасымалдау шығындарын есептеу.
5. Қайта бөлу нұсқаларын салыстырып, белгіленген шектеулерді ескере отырып, тиімді нұсқаны таңдау.
6. Қайта бөлу нәтижесінде сақтау шығындары мен вагондардың жөндеуді күту уақытының өзгерісін бағалау.
7. Есептеу нәтижелері бойынша қорытынды жасап, таңдалған шешімнің тиімділігін негіздеу.

Енгізудің тиімділігі. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері негізінде қосалқы бөлшектер қорын басқару және оларды станциялар арасында қайта бөлу мәселелерін зерделеуге бағытталған оқу-әдістемелік материалдар мен практикалық тапсырмалар әзірленді. Оларды оқу үдерісінде пайдалану магистранттардың қорларды тиімді басқару туралы білімдерін толықтыруға, қосалқы бөлшектерге қажеттілікті анықтау, сақтау және тасымалдау

шығындарын есептеу, қайта бөлу нұсқаларын салыстыру және тиімді шешімді негіздеу дағдыларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Енгізу орны мен мерзімі: Диссертациялық жұмыстың нәтижелері 7М07104 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасының 1-курс магистранттарының жұмыс оқу бағдарламасына сәйкес 1-курстың 1, 2 семестрінде «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ-ның «Көлік техникасы және логистикалық жүйелер» кафедрасында оқу үдерісіне енгізілді.

Енгізу нысаны: «Ресурстарды бөлуді оңтайландыру» тақырыбында дәріс және практикалық сабақ өткізу.

ҒжәнеИД директоры
PhD, қауымдастырылған профессор
(доцент) Б.Д. Сулеев

КЛжәнеИЭ факультетінің деканы
PhD, қауымдастырылған профессор
(доцент) Э.Ж. Кызылбаева

КЛжәнеИЭФ СҚЕК төрағасы
п.ғ.к., қауымдастырылған профессор
(доцент) Н.Ф. Абаева

КТжәнеЛЖ кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған профессор
(доцент) Н.Б. Жаркенов

Ғылыми кенесшілер:
КТжәнеЛЖ кафедрасының
т.ғ.д., профессор-зерттеуші А.С. Кадыров

КТжәнеЛЖ кафедрасының
т.ғ.к., профессор С.Ж. Кабикенов

Докторант П.У. Байгожина

Қосымша Б

Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы куәлік



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

АВТОРЛЫҚ ҚҰҚЫҚПЕН ҚОРҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРГЕ ҚҰҚЫҚТАРДЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ТІЗІЛІМГЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ

КУӘЛІК

2025 жылғы «27» ақпан № 55245

Автордың (авторлардың) жөні, аты, әкесінің аты (егер ол жеке басын куәландыратын құжатта көрсетілсе):
БАЙГОЖИНА ПЕРИЗАТ УВАЛИЕВНА, Кадыров Адиль Суратович, Карсакова Акбопе Жолаевна

Авторлық құқық объектісі: әдеби туынды

Объектінің атауы: Ақаулы вагондар туралы ақпаратты жинау және өңдеу

Объектінің жасалған күні: 25.02.2025

ЭЦҚ қол қойылды

С. Ахметов

Қосымша В

Кесте В – КЖА 2005 04 классификаторынан үзінді

Код	Толық атауы	Қысқаша атауы	Себебі
101	Рельстен шығуы	Сход с рельс	2
102	Жұқа гребень	Тонк.гребень	2
103	Нормадан жоғары сырғанау шеңберінің прокаты	Прк.по кр.кт	2
104	Сырғанау бетінің сақиналы тозуы	Кол.вр.пвкт	2
105	Сырғанау бетіндегі жабысуы	Нав.на пвкт	2
106	Сырғанау бетіндегі сырғытпа	Плз.на пвкт	2
107	Доңғалақ шеңберін кесу	Вщр.обод.кл	2
108	Дөңгелектің жиегін ұсақтау	Рзд.обода кл	2
109	Жотаның үшкір орамы	Остр.накт.гр	2
110	Жотаның тік кесіндісі	Врт.подр.гр	2
111	Жіңішке жиек	Тонкий обод	2
112	Жиектің жарылуы	Трщ.обода	1

*Ескертпе: 1-себеп-технологиялық ақаулық; 2-себеп-пайдалану тозуы; 3-себеп-өзге де зақымданулар.

Қосымша Г

Вагонның орындалған жөндеулері туралы 2653 анықтама (вагонның толық паспорты)

```
СПРАВКА О ВЫПОЛНЕННЫХ РЕМОНТАХ ВАГОНА 75014324  25.02.24 12:45:48.0
N   ВИД РЕМОНТА ДАТА РЕМОНТА        ДОРОГА РЕМОНТА     ДЕПО РЕМОНТА
--- ----------- ------------------- ------------------ ------------------
 1  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (548 - ПОВРЕЖДЕНИЕ СЛИВНОГО ПРИБОРА ЦИСТЕРНЫ )
 2  ТЕК-1       14 ФЕВРАЛЯ  2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4049 ТОО "ЕРТЫС СЕРВИС"
 3  ТЕК-2       27 АПРЕЛЯ   2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (443 - ИЗЛОМ РЫЧАГОВ И ТЯГ ТОРМОЗНОЙ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ )
 4  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
 5  ТЕК-1       01 ИЮНЯ     2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4049 ТОО "ЕРТЫС СЕРВИС"
 6  ТЕК-1       03 АВГУСТА  2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4037 ВЧД-6 КАЗАЛИНСК
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
 7  ТЕК-1       26 НОЯБРЯ   2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (208 - ИЗНОС КОЛПАКА СКОЛЬЗУНА )
 8  ТЕК-2       08 ДЕКАБРЯ  2014 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4048 ВЧД-34 КУРОРТ-БОРОВОЕ
                (117 - НЕРАВНОМЕРНЫЙ ПРОКАТ ПО КРУГУ КАТАНИЯ ВЫШЕ НОРМЫ )
 9  ТЕК-1       18 АПРЕЛЯ   2015 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4043 ВЧД-23 СЕМИПАЛАТИНСК
                (441 - ОБРЫВ / ИЗЛОМ ВОЗДУХОПРОВОДА И ПОДВОДЯЩИХ ТРУБ ТОРМОЗНОЙ
МАГИСТРАЛИ )
10  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (509 - НЕИСПРАВНОСТЬ СЛИВНОГО ПРИБОРА ЦИСТЕРНЫ )
11  ТЕК-1       22 АПРЕЛЯ   2015 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4049 ТОО "ЕРТЫС СЕРВИС"
12  ТЕК-1       02 ИЮЛЯ     2015 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4036 ВЧД-4 КАНДЫАГАШ
                (447 - РАЗРЕГУЛИРОВАНИЕ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ )
13  ТЕК-2       10 ИЮЛЯ     2015 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (214 - ИЗЛОМ ПРУЖИН )
14  ДЕП.        -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (570 - ИСТЕК КАЛЕНДАРНЫЙ СРОК ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА )
15  ДЕП.        30 ИЮЛЯ     2016 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1181 ТОО "ШИМКЕНТРЕМСЕРВИС"
                (7600 - ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ С НАНЕСЕНИЕМ ТРАФАРЕТА )
                (3108 - УСТАНОВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ ТЕЛЕЖЕК МОДЕЛИ 18-100 )
16  ТЕК-1       22 АПРЕЛЯ   2017 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4051 ТОО "BATYS PETROLEUM"
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
17  ТЕК-1       05 СЕНТЯБРЯ 2017 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
18  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
19  ТЕК-1       26 ОКТЯБРЯ  2017 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4051 ТОО "BATYS PETROLEUM"
20  ТЕК-1       02 ДЕКАБРЯ  2017 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
21  ТЕК-1       11 ДЕКАБРЯ  2017 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (219 - ЗАВЫШЕНИЕ/ЗАНИЖЕНИЕ ФРИКЦИОННОГО КЛИНА ОТНОСИТЕЛЬНО ОПОРНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ НАДРЕ  )
22  ТЕК-1       30 МАРТА    2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
23  ТЕК-1       21 МАЯ      2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4036 ВЧД-4 КАНДЫАГАШ
                (447 - РАЗРЕГУЛИРОВАНИЕ РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ )
24  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
25  ТЕК-1       08 ИЮНЯ     2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4051 ТОО "BATYS PETROLEUM"
26  ТЕК-2       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (106 - ПОЛЗУН НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ )
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
```

```
27  ТЕК-2       02 ИЮЛЯ     2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4269 ТОО "РТИ-АНПЗ"
28  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1245 ВЧД-1 АТЫРАУ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
29  ТЕК-1       08 ИЮЛЯ     2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4051 ТОО "BATYS PETROLEUM"
30  ТЕК-1       23 ДЕКАБРЯ  2018 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
                (509 - НЕИСПРАВНОСТЬ СЛИВНОГО ПРИБОРА ЦИСТЕРНЫ )
31  ТЕК-1       23 МАРТА    2019 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
32  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
33  ТЕК-1       17 МАЯ      2019 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
34  ТЕК-1       14 ИЮНЯ     2019 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
35  ДЕП.        -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (570 - ИСТЕК КАЛЕНДАРНЫЙ СРОК ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА )
36  ДЕП.        06 АВГУСТА  2020 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  220 АО "АВРЗ"
                (3108 - УСТАНОВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ ТЕЛЕЖЕК МОДЕЛИ 18-100 )
                (7600 - ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ С НАНЕСЕНИЕМ ТРАФАРЕТА )
37  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д. 4105 ВЧДЭ-2 ОРСК ОАО "РЖД"
                (549 - НЕИСПРАВНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО / РАЗГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВАГОНОВ  )
38  ТЕК-1       24 АВГУСТА  2020 Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д. 4156 ППС НИКЕЛЬ
ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ФИЛИАЛА ПАО "ПГК"
39  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д. 4105 ВЧДЭ-2 ОРСК ОАО "РЖД"
                (549 - НЕИСПРАВНОСТЬ ПОГРУЗОЧНО / РАЗГРУЗОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВАГОНОВ  )
40  ТЕК-1       19 МАРТА    2021 Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д. 4156 ППС НИКЕЛЬ
ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ФИЛИАЛА ПАО "ПГК"
41  ТЕК-2       05 ЯНВАРЯ   2022 Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д.  610 ВАГОННОЕ ДЕПО
ПЕТРОПАВЛОВСК ОАО "РЖД"
                (107 - ВЫЩЕРБИНА ОБОДА КОЛЕСА )
                (225 - ИЗЛОМ ОПОРНОЙ ПРОКЛАДКИ В БУКСОВОМ ПРОЕМЕ )
                (912 - ПРЕТЕНЗИИ К КАЧЕСТВУ ВЫПОЛНЕНИЯ ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА )
42  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
43  ТЕК-1       06 ФЕВРАЛЯ  2022 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
44  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (566 - НЕИСПРАВНОСТЬ УПЛОТНИТЕЛЬНОГО КОЛЬЦА КЛАПАНА СЛИВНОГО ПРИБОРА
ЦИСТЕРНЫ )
45  ТЕК-1       09 АПРЕЛЯ   2022 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
46  ТЕК-1       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (533 - ПОВРЕЖДЕНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ПЛОЩАДКИ )
47  ТЕК-1       01 ДЕКАБРЯ  2022 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4050 ТОО "КАЗЫКУРТ-ЮГ"
48  ТЕК-2       -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.  770 ВЧД-16 ЕКИБАСТУЗ
                (440 - ОСЛАБЛЕНИЕ КРЕПЛЕНИЯ ТРУБ ВОЗДУХОПРОВОДА И ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
)
49  ТЕК-1       14 ФЕВРАЛЯ  2023 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4344 ТОО "ВАГОННЫЙ СЕРВИС"
50  ТЕК-2       -- -------- ---- Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д. 4105 ВЧДЭ-2 ОРСК ОАО "РЖД"
                (102 - ТОНКИЙ ГРЕБЕНЬ )
51  ТЕК-2       18 МАЯ      2023 Г. 80 ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д.  719 ВУ ОРСК - СП ОРСКОГО ВРЗ
- ФИЛИАЛА ООО "НВК"
52  ДЕП.        -- -------- ---- Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 4046 ВЧД-30 АРЫСЬ
                (570 - ИСТЕК КАЛЕНДАРНЫЙ СРОК ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА )
53  ДЕП.        31 ИЮЛЯ     2023 Г. 68 КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д. 1181 ТОО "ШИМКЕНТРЕМСЕРВИС"
                (7600 - ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ С НАНЕСЕНИЕМ ТРАФАРЕТА )
                (3108 - УСТАНОВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ ТЕЛЕЖЕК МОДЕЛИ 18-100 )
--- ----------- ------------------- ------------------ ------------------
  СВЕДЕНИЯ О 3-Х ПОСЛЕДНИХ РЕМОНТАХ ВАГОНА N 75014324
*** РЕМОНТ 53 *** 31.07.23 18:13   ** ПОСЛЕДНИЙ *****************
     В А Г О Н   N          75014324
ДАТА ВВОДА                  31 ИЮЛЯ     2023 Г. 15:13
СОБСТВЕННИК                 27    КАЗАХСТАН
ДОРОГА                      68    КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.
ДЕПО РЕМОНТА                1181    ТОО "ШИМКЕНТРЕМСЕРВИС"
НЕИСПРАВНОСТИ               --
```

```
ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ БЫЛ НАЗНАЧЕН 1 ДЕПОВСКОЙ   06 АВГУСТА  2023 Г.
ВИД ПРОИЗВЕДЕННОГО РЕМОНТА  1 ДЕПОВСКОЙ
СТАНЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ВУ-23      --
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-23     --
ДАТА-ВРЕМЯ НЕИСПРАВНОСТИ    --
НАЧАЛО РЕМОНТА              31 ИЮЛЯ     2023 Г. 09:00 ПОРОЖНИЙ ПРОБЕГ 64356 КМ
КОНЕЦ  РЕМОНТА              31 ИЮЛЯ     2023 Г. 18:13 ГРУЖЕНЫЙ ПРОБЕГ 85750 КМ
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-36     184 ОТ Ф68      (44 6829 5)02
МОДЕРНИЗАЦИИ                7600 ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ С НАНЕСЕНИЕМ ТРАФАРЕТА
                            3108 УСТАНОВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ ТЕЛЕЖЕК МОДЕЛИ 18-100
   СООБЩЕНИЕ 1353 ОТСУТСТВУЕТ
*** РЕМОНТ 52 *** 17.07.23 05:35   ** ПРЕДПОСЛЕДНИЙ **************
     В А Г О Н   N          75014324
ДАТА ВВОДА                  17 ИЮЛЯ     2023 Г. 02:38
СОБСТВЕННИК                 27    КАЗАХСТАН
ДОРОГА                      68    КАЗАХСТАНСКАЯ Ж.Д.
ДЕПО РЕМОНТА                4046    ВЧД-30 АРЫСЬ
НЕИСПРАВНОСТИ               570 ИСТЕК КАЛЕНДАРНЫЙ СРОК ДЕПОВСКОГО РЕМОНТА
ВИД ПРОИЗВЕДЕННОГО РЕМОНТА  1 ДЕПОВСКОЙ
СТАНЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ВУ-23      69874
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-23     17 ОТ Ф68      (9 69870 5)13
ДАТА-ВРЕМЯ НЕИСПРАВНОСТИ    17 ИЮЛЯ     2023 Г. 05:35
НАЧАЛО РЕМОНТА              --
КОНЕЦ  РЕМОНТА              --
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-36     --
МОДЕРНИЗАЦИЙ НЕТ
   СООБЩЕНИЕ 1354 ОТСУТСТВУЕТ
*** РЕМОНТ 51 *** 18.05.23 14:05   ******************************
     В А Г О Н   N          75014324
ДАТА ВВОДА                  18 МАЯ      2023 Г. 14:34
СОБСТВЕННИК                 27    КАЗАХСТАН
ДОРОГА                      80    ЮЖНО-УРАЛЬСКАЯ Ж.Д.
ДЕПО РЕМОНТА                0719    ВУ ОРСК - СП ОРСКОГО ВРЗ - ФИЛИАЛА ООО "НВК"
НЕИСПРАВНОСТИ               --
ВИД ПРОИЗВЕДЕННОГО РЕМОНТА  4 ТЕКУЩИЙ
СТАНЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ВУ-23      --
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-23     --
ДАТА-ВРЕМЯ НЕИСПРАВНОСТИ    --
НАЧАЛО РЕМОНТА              18 МАЯ      2023 Г. 11:00 ПОРОЖНИЙ ПРОБЕГ 60307 КМ
КОНЕЦ  РЕМОНТА              18 МАЯ      2023 Г. 14:05 ГРУЖЕНЫЙ ПРОБЕГ 79367 КМ
НОМЕР УВЕДОМЛЕНИЯ ВУ-36     276 ОТ Ф80ASK   (06 4930 9)28
МОДЕРНИЗАЦИЙ НЕТ
   СООБЩЕНИЕ 1353 ОТСУТСТВУЕТ
********************** КОНЕЦ СПРАВКИ **********************
```

Қосымша Д

Жүк вагонын одан әрі пайдалану туралы шешім қабылдау алгоритмінің графигі

