

ҚАРАҒАНДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ӘОЖ 625.1=512.122

Қолжазба құқығында

КАРСАКОВА АҚБОПЕ ЖОЛАЕВНА

Түзету-қағу-өңдеу ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту

6D071300 – Көлік, көлік техникасы және технологиялары

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер:
т.ғ.д., профессор
Кадыров А.С.,

т.ғ.д., профессор
Грачев В.В.
(ПМЖҚУ, Ресей)

Қазақстан Республикасы
Қарағанды, 2021

Мазмұны

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	4
СІЛТЕМЕЛЕР	5
КІРІСПЕ	6
1 ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІ МЕН МӘСЕЛЕНІҢ ЖАҒДАЙЫ	8
1.1 Қазақстандағы теміржолдардың жай-күйі мен пайдаланылуын талдау	8
1.2 Теміржол жолының балласт қабатының жұмысы	12
1.3 Теміржол құрылысы мен жөндеу жұмыстарына қолданылатын машиналар	15
1.4 Балласт негізін үздіксіз жұмыс істейтін жұмыс органдарымен тығыздау бойынша зерттеу нәтижелерін талдау	19
1.5 Зерттеудің мақсаты мен міндеті	24
2 ТҮЗЕТУ-ҚАҒУ-ӨҢДЕУ ВПО-3-3000 МАШИНАСЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҢҒЫРТУ ӘДІСТЕРІН ТАҢДАУ	26
2.1 Қазақстан Республикасында теміржол жолын жөндейтін машиналарын пайдалану және олардың қызмет ету мерзімдері	26
2.2 Эксперименттік мәліметтерді жинау және машиналардың істен шығуы мен оның себептерін талдау	30
2.3 Тәжірибелік деректерді талдау	39
2.4 ВПО-3-3000 машинасының құрылымы	48
2.5 ВПО-3-3000 машинасының жұмыс тиімділігін арттыру әдісін таңдау (паретизация, екі торапты жаңғырту қажеттілігі туралы қорытынды)	53
2.6 ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың оңтайлы уақытын анықтау	56
3 ВПО-3-3000 МАШИНАСЫНЫҢ ДІРІЛ ТАҚТА МЕХАНИЗМІН ҚАЙТА ЖАҢҒЫРТУ	60
3.1 Діріл тақтаның жұмыс режимі және құрылымы	60
3.2 Діріл тақталарын батырып жүктеу	62
3.3 Діріл тақта жетегінің істен шығу себептері	69
3.4 Гидравликалық жетекті қолдануды негіздеу	72
3.5 ВПО-3000 машинасының гидравликалық жетегін есептеу және конструкциясы	74
4 РЕЛЬСТІ ҚАРМАУ МЕХАНИЗМІН ЖАҢҒЫРТУ	85
4.1 Қармау механизмінің конструкциясы мен жұмыс циклы туралы сипаттама	85
4.2 Роликті қармаулардың істен шығу себептері	87
4.3 Жол машиналарын пайдалануда қолданылатын көтеру-тегістеу құрылғысының кернеулі-деформацияланған жағдайын зерттеу	89
4.4 ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту бойынша экономикалық тиімділігінің есебі	98
ҚОРЫТЫНДЫ	100

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	101
ҚОСЫМША А - Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін Ақадыр машиналандырылған жол дистансасына енгізу актісі	109
ҚОСЫМША Ә - Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін Шу машиналандырылған жол дистансасына енгізу актісі	110
ҚОСЫМША Б – Техникалық тапсырма. ВПО-3-3000 түзету-қағу-өңдеу машинасының роликті рельсті қармауларының тәжірибелік конструкциясын жобалауға	112
ҚОСЫМША В – Техникалық тапсырма. Балласты тығыздауға арналған діріл тақталы машинаның гидравликалық жетегінің тәжірибелік дизайнын жаңғырту	118
ҚОСЫМША Г - Диссертациялық жұмыс нәтижелерінің оқу процесіне енгізілгені жөніндегі актісі	123

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

АҚ – Акционерлік қоғам
ЖАҚ – Жабық акционерлік қоғам
ЖБ – Жол бөлімдері
ЭЖО - Электрмен жабдықтау орталығы
СББД - Сигнал беру және байланыс дистанциясы
ВПД - Пайдалану вагон депосы
ҚТЖ – Қазақстан теміржолы
ЖШС – Жауапкершілігі шектеулі серіктестік
ВПр – Түзету-қағу- тегістеу машиналары
ВПрМ - Түзету-қағу- тегістеу машиналары
ВПО- Түзету-қағу- тегістеу машиналары
БУМ – Балласты тығыздаушы машиналар
ДСП-С – Жол қабатын динамикалық тұрақтандыру
Р – Тегістеуші
ЩОМ-Д - қиыршық тас тазалайтын машиналар
ТЖ – техникалық жөндеу
Б – бөлшектер
ДГС – жол қабатын тұрақтандыратын машин

СІЛТЕМЕЛЕР

ҚР СТ EN 13230-2019 Ауыстырылатын темірбетонды шпалдар мен діңгектер
МЕСТ 7392-2014 Теміржолдың балласт қабатына арналған тығыз тау жыныстарынан жасалған шағылтас
МЕСТ 14063-68*. Гидроаппаратура және пневмоаппаратура.
МЕСТ 8734- 75. Суықтай деформацияланған жіксіз болат құбырлар.
ҚР СТ 1213-2003 Құрылыс жұмыстары үшін тығыз тау жыныстарынан бөлінген шағыл тас және қиыршық тас
МЕСТ 17411-91 Көлемді гидрожетектер жалпы техникалық талаптар
МЕСТ 16770-86 Көлемді гидрожетектер мен майлау жүйелеріне арналған бактар

КІРІСПЕ

«Дамыған мемлекеттің саяси бағыты «Қазақстан-2050» Стратегиясы» жолдауында Қазақстан 2050 жылға қарай әлемнің дамыған 30 елінің қатарына кіру міндеті қойылған [1].

АҚ «ҰК «ҚТЖ» ұлттық логистикалық оператор ретінде «Қазақстан-2050» Стратегиясын шешу барысында 2050 жылға дейін еліміз арқылы өтетін транзиттік тасымалды 10 есе өсіруге бет алды [1].

Елдегі жалпы қолданыстағы теміржолдардың пайдалану ұзындығы 21,2 мың км. Теміржол жолдарын жөндеу "Нұрлы жол" инфрақұрылымды дамыту мемлекеттік бағдарламасының негізгі бағыттарының бірі болып табылады [2].

Теміржолдарды жөндеу жұмыстарын механикаландыру маңызды мәселе болып табылады. Бұл жұмыстарды жүргізуге арналған бірқатар машиналар бар: ВПО-3-3000, Дуоматик, Унимат, ВПР, ДГС. Елімізде жиі қолданылатын ВПО-3-3000 машинасы болып табылады. Машина жолды түзетуге және тығыздауға арналған және құны 1 000 000 долларға дейін жетеді.

Талдау көрсеткендей, бұл машинаның түйіндерінің істен шығуына байланысты тоқтап қалуы теміржол жолдарын жөндеуде және қалпына келтіруде айтарлықтай уақытты жоғалтады.

Жаңа машиналарды сатып алу өте қымбат, сондықтан кейбір түйіндер мен бөлшектерін ауыстыру арқылы осы машиналарды жаңарту мүмкін және қажет.

Осыған байланысты диссертация тақырыбы **өзекті** болып табылады.

Диссертацияның мақсаты ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың нұсқаларын жасау үшін тәуелділіктерді анықтау болып табылады.

Қойылған мақсатқа келесі міндеттерді шешу арқылы қол жеткізілді:

- Қазақстан теміржолдарының жай-күйін талдау, теміржолдарды жөндеу және салу кезінде қолданылатын машиналардың конструкцияларына талдау жасау;
- жөндеуге арналған машиналардың істен шығу жиілігі және олардың себептері бойынша жол аралығына және пайдалану уақытына байланысты статистикалық деректерді жинау және талдау;
- жаңғырту және тораптар есебінен ВПО-3-3000 машинасының жұмыс тиімділігін арттыру әдісін таңдау;
- оңтайлылық критерийін негіздеу және тораптарды жаңғыртудың оңтайлы уақытының құндық параметрлерге тәуелділігін белгілеу;
- діріл тақтасының істен шығу себептерін статистикалық талдау, гидравликалық жетекті қолдануды негіздеу және есептеу;
- ВПО-3-3000 жол жөндейтін машиналарды пайдалану кезінде көтергіш-тегістеу құрылғысының кернеулі-деформативті жағдайын зерттеу;
- конструкцияның ұсынылған өзгерістерінің экономикалық тиімділігін есептеу.

Диссертацияның негізгі идеясы ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту арқылы теміржолдарды жөндеу жұмыстарының тиімділігін арттыру болып табылады, бұл жаңаларын сатып алуға қарағанда әлдеқайда тиімді.

Диссертацияның ғылыми жаңалығы дірілтақтасы жетегінің құрылымы, оны өзгертумен және көтергіш-тегістеу құрылғысының жұмыс принципімен анықталады және:

- жөнделетін жол учаскесінің ұзындығына және істен шығу уақытына байланысты теміржолдарды жөндеуге арналған машиналардың тораптары мен агрегаттарының істен шығу себептері мен жиілігінің статикалық тәуелділігін алуда;

- ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту әдістерін негіздеуде;

- техниканың тораптарын немесе агрегаттарын жаңғыртудың оңтайлы уақытын белгілеуде;

- ВПО-3-3000 машинасының көтеру-тегістеу құрылғысының кернеулі-деформацияланған күйін сипаттайтын тәуелділіктерді алуда болып табылады.

Автор қорғауға шығарады:

- теміржолды жөндеуге арналған машиналардың істен шығу жиілігі мен себептері туралы алынған эксперименттік деректерді;

- ВПО-3-3000 машиналарының істен шығу себептері бойынша алынған бақылау нәтижелерін;

- ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту әдісін таңдауды;

- дірілтақтаның көлемді гидравликалық жетегінің есептерін;

- пайдалану процесінде көтергіш-тегістегіш құрылғы конструкциясының кернеулі-деформативті жай-күйін сипаттайтын тәуелділіктер;

- түйінді жаңасына ауыстырудың оңтайлы уақытын анықтайтын тәуелділіктер;

- ұсынылған модернизацияның нәтижелері мен экономикалық тиімділігін есептеу әдісі.

Практикалық маңыздылығы - жаңғыртудың оңтайлы уақытын анықтау әдістемесін жасау, модернизация объектілерін таңдау және олардың жұмыс параметрлерін есептеу болып табылады.

Зерттеу нысаны - теміржолдарды жөндеуге және салуға арналған машиналар.

Зерттеу пәні – түзету-өңдеу-қағу ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту.

Жарияланымдар: Диссертацияның негізгі ғылыми ережелері 12 жұмыста жарияланды. Оның ішінде Web of Science және Scopus индекстелетін журналдарда 1 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала, халықаралық конференциялар еңбектерінің жинақтарында 6 мақала. Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы 1 куәлік алынды.

1 ЗЕРТТЕУ МІНДЕТТЕРІ МЕН МӘСЕЛЕНІҢ ЖАҒДАЙЫ

1.1 Қазақстандағы теміржолдардың жай-күйі мен пайдаланылуын талдау

Қазақстанда жалпы қолданыстағы теміржолдардың пайдалану ұзындығы 21,2 мың км деңгейінде сақталады, 1.1-кестеде «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ жайлы жалпы ақпараттар көрсетілген [3].

Кесте 1.1 - Ұлттық компания АҚ «Қазақстан теміржолы» туралы жалпы ақпарат

1	«Қазақстан темір жолы «ҰК» АҚ толық жол ұзындығы	21 158,2 км
2	Вокзалдар	300 ғимарат
3	Темір жол желісінің пайдалану ұзындығы, сонымен қатар:	16 060,8 км
4	- қос жолды желілердің ұзындығы	5 007,0 км
5	- электрлендірілген учаскелердің ұзындығы	4 237,5 км
6	- түйіспесіз жолдардың ұзындығы	13 839,9 км
7	Мемлекетаралық түйісу пункттерінің саны	14
8	Станциялар саны	834
9	Магистральдық желі бөлімшелерінің саны	12
10	ЖБ саны	42
11	ЭЖО саны	25
12	СББД саны	36
13	ВПД саны	17
14	«ҚТЖ» «ҰК» АҚ (2019 жылға) жұмыскерлерінің саны	47 525 адам

Мемлекет бойынша 2019 жылы жүк айналымы 191 302 млн.т-км. құрады.

2018 жылы жүк айналымы 1,5% артық орындалды.

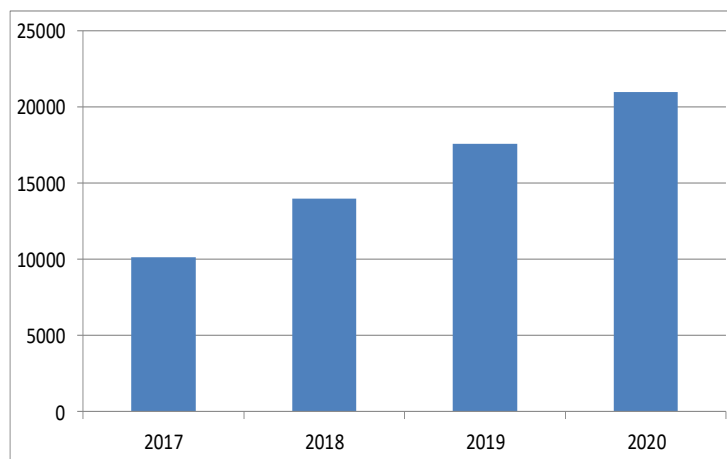
Өсу:

- импорттық қатынаста 15%;
- мемлекеттік қатынаста 0,4%;
- экспорттық қатынаста 0,2% азайды.

Қазақстанда жыл сайынғы жүк айналымы артып келеді. Жүк айналымының арту себебі басқа мемлекеттерге түрлі жүктерді тасудың артуымен түсіндіріледі. Мысалы, металл кендері, мұнай өнімдері, астық, қара және түсті металдар. Қазақстан Республикасы бойынша көрші мемлекеттерге контейнерлердегі жүктер және ол мемлекеттерден құрылыс заттары, химикаттар, сондай-ақ кокс, азық-түлік жүктері импортының артуымен байланысты [5].

2018 жылы Қытай халық республикасына жүк тасымалдау көлемі 13 977 мың тоннаны құрады, бұл 2017 жылмен салыстырғанда 3 827 мың тоннаға немесе 37,3 % - ға артық.

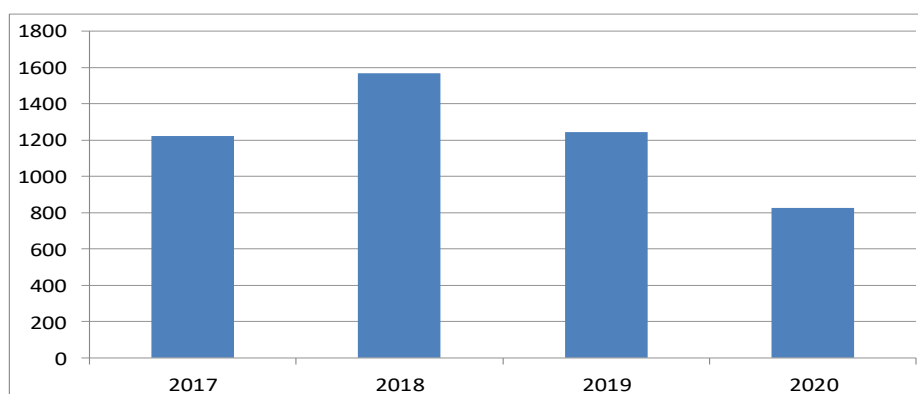
Сонымен қатар, 2018 жылы Қытай-Еуропа-Қытай бағыты бойынша 2925 контейнерлік жүк пойызы ұйымдастырылды, бұл 2017 жылмен салыстырғанда 955 пойызға артық тасымалданды [5].



Сурет 1.1 - 2017-2020 жылдар аралығындағы Қазақстан мен Қытай мемлекеті арасындағы тасымал көлемі

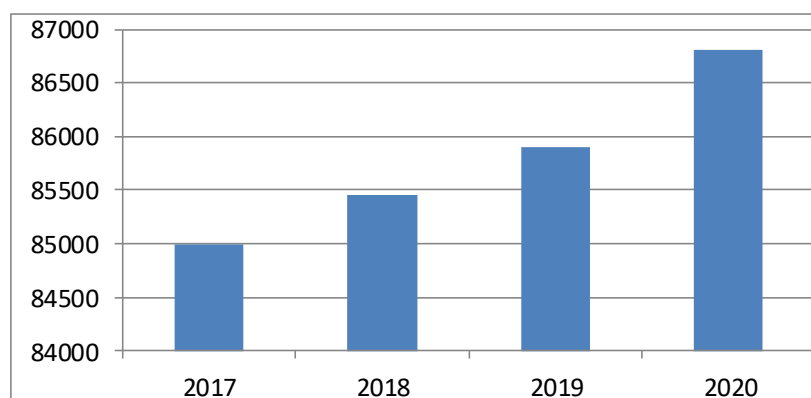
2018 жылы Қазақстан мен Түрікменстан мемлекеттері бойынша жүк тасымалдау көлемі біршама артты, өсім Түрікменстан арқылы бидай өнімдері, кебек және ұн тарту қалдықтары тасымалдарының экспорттық тасымалының артуына, сондай-ақ Түркіменстаннан химикаттар мен азық-түлік және шыныдан жасалған бұйымдардың тасымалы арқылы импорттық тасымалдар артады [5].

Түркменбашы қаласынан Қазақстан арқылы Қытай еліне жөнелтілетін «мұнай коксы» бойынша тасымалдар жүргізілді (1.2-сурет) [3].



Сурет 1.2 - 2017-2020 жылдар аралығындағы Қазақстан мен Түркменстан арасындағы тасымалдар көлемі

2018 жылы Қазақстан мен Түрікменстан мемлекеттері арасында жүк тасымалдау көлемі 15% - ға артты [5].



Сурет 1.3 - 2017-2020 жылдар аралығындағы Қазақстан мен Ресей мемлекеттері арасындағы жүк тасымалының көлемі

2018 жылы Қазақстан мен Ресей мемлекеттері арасындағы жүк тасымалдау көлемі 1% - ға артты (1.3-сурет) [5].

Мемлекеттен өтетін транзиттік тасымалдар 7% - ға артты [5].

Қазақстан Республикасының аумағы бойынша Қытай мемлекеті бағытына транзиттік тасымалдардың артуы контейнерлердегі жүктердің және ол мемлекеттен химикаттардың импортқа шығуының артуымен байланысты [5].

Сонымен қатар, 2018 жылы Қытай-Еуропа-Қытай бағыты бойынша 2925 контейнерлік пойыз тасымалдары орындалды, ол әдеттегіден 955 пойызға көп.

2018 жылы Қазақстан мен Иран арасындағы тасымалдау көлемі 192,6 мың тоннаға артып, 2066,6 мың тоннаны немесе 2017 жылмен салыстырғанда 10% - ға артық тоннаны құрады. Тасымалдау көрсеткіштерінің артуы астық жүктері тасымалдарының өсуіне байланысты экспорттық тасымалдар көлемінің 138,1 мың тоннаға немесе 9% - ға және транзиттік тасымалдар көлемінің 75,3 мың тоннаға немесе 29% - ға артуына байланысты болды [5].

2018 жылы Қытай - Қазақстан - Түрікменстан - Иран бағыты бойынша тұрақты контейнерлік пойыз жүк тасымалдай бастады.

Жүк тасымалдайтын пойыздардың жүк кернеулігі мен жүру жылдамдығын өсіру теміржолды жөндеу және ағымды қадағалау бойынша жұмыстарды жүргізу барысын жақсарту үшін қолданыстағы жол жөндейтін машиналар мен қондырғыларды үнемі жетілдіріп отыру керек, өйткені теміржолдың жай-күйі тасымалдау процесінің апатсыз болуына және қаржылық тиімділігіне әсер ететін негізгі фактор болып табылады [6].

Жүк және жолаушы тасымалдайтын пойыздар жылдамдығын өсіру - пайдалану жұмысын жақсартудың және теміржолды дамытудың негізгі мақсаты болып саналады. Пойыз қозғалысының кестесі бойынша пойыздар жүрісіне рұқсат етілген жылдамдықты өсіру – тасымал уақытын қысқартуды,

қызмет сапасын арттыруды және қосымша жүк және жолаушылар ағынын қосуды білдіреді.

Пойыздың жылдамдығын өсіру келесі жолмен жүзеге асады:

- жаңа теміржол желілерін салу;
- қолданыстағы теміржолдар желілерін жаңғыртып қайта құру;
- жаңғыртылған жылжымалы құрамдарын пайдалану.

Қолданыстағы теміржол желілерін қайта салу және құрылыс жұмыстарын сапалы жүргізу жылдамдықты 210-260 км/сағ дейін арттыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Пойыз жылдамдығын жоғарыға арттыруға мамандандырылған жоғары жылдамдықты магистраль жолдарды салу ұсынылады [7].

Қазіргі уақытта теміржол жолдарын жөндеу жұмыстарын орындау үшін өнімділігі жоғары жол жөндейтін машиналарының кешендері қолданылады. Жолды жөндеу немесе құрылыс жұмыстары белгіленген уақыт аралығында – "толаскез" деп аталатын – базадан қашық орналасқан жерде жүргізіледі. Жол жөндейтін машиналардың бұзылуы кезінде "толаскездің" уақыты жоспарланған уақыттан артуы мүмкін, бұл поездар қозғалысы кестесінің бұзылуына және пойыздардың тоқтауына әкеледі. Жол жөндеу кезінде жол жөндейтін машиналардың бұзылуын жедел жою шараларына дұрыс көңіл бөлінбейді.

Теміржол көлігін дамытудың мақсаты пойыздардың қозғалыс жылдамдығының артуымен байланысты. Жоғары жылдамдықты қозғалыс теміржол желілерінің құрылысына да, жолдың жоғарғы қабатын жөндеуге және жолды ағымдағы күтіп ұстау нормаларына да аса ерекше талаптар қояды. Пойыз қозғалысының 141 км/сағ жылдамдығынан бастап күрделі жөндеудің және жолды ағымдағы күтіп ұстауға кететін еңбек күштері, материалдық және энергия сыйымдылығы үш есе артады [8]. Теміржолға қызмет көрсету мен жөндеуді орындау мүмкіндіктері қысқартылады, жол жұмыстарының басталу және аяқталу мерзімдерінің дәлдігіне, сондай-ақ оларды орындау сапасына қойылатын талаптар көбейеді. Осындай жағдайда негізгі міндеттердің бірі - жол техникасын пайдалану тиімділігін арттыру болып табылады. Жол жөндеу кезінде пайда болатын жұмыс органдарының бұзылуына байланысты жол жөндейтін машиналардың кенеттен тоқтап қалуын азайту қажет. Осы сәтте "толаскездегі" жол жөндейтін машиналарының істен шығуы себебінен поездардың кідіруіне мүлдем рұқсат жоқ [9].

Көптеген ғылыми жұмыстар жол жөндейтін техниканы қолданудың тиімділігін арттыру сұрақтарын қарастырған. Бұл жұмыстарды шартты түрде бірнеше ғылыми бағыттар түрінде ұсынуға болады: технологияны жетілдіру және жол жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру бойынша келесі ғалымдардың жұмыстары бар: Ахметов Г.М. [10], Мусаев С.К. [11], Ибраимов А.К. [12], Ахметов М.Ф. [12], Тюлюбаева З.Ж. [12], Уразбеков А.К. [13], Омаров А.Ж. [13], Лехно И.Б. [14], Шульга В.Я. [15] және басқалары; жол жөндейтін машиналардың құрылымы мен жұмыс органдарын жетілдіру бойынша келесі

ғалымдар айналысқан: Поляков Е.И. [16], М.В. Попович [71], Новиков Е.В. [17], Атаманюк А.В. [40,35,71] және басқалары; жол жөндейтін машиналарға техникалық қызмет көрсетуді жетілдіру және оларды ұйымдастыру бойынша сұрақтарды қарастырған ғалымдар Манаков А.Л. [18], Коларж С.А. [19] және тағы басқалары. Жоғарыда аталған жұмыстарда жол машиналарының жұмыс органдарының кенеттен істен-шығу себептері мен бұзылу жиілігі қарастырылмайды [20].

1.2 Теміржол жолының балласт қабатының жұмысы

Теміржол көлігіндегі техникалық құралдың басты элементі болып теміржол жолы саналады. Теміржол жолы үстіңгі және төменгі қабаттан тұрады. Теміржол жолының жай-күйіне пойыздардың жүру қауіпсіздігі, үздіксіздігі және пойызды қолдану тиімділігі тәуелді [21].

Теміржол жолын салу барысында балласт қабаты ретінде келесі материалдар қолданылады: астыңғы қабатқа – қиыршық тас және құмды қиыршық тас; үстіңгі қабатқа – табиғи тастан жасалған қиыршық тас.

Балласт материалдарына қойылатын талаптар тиісті стандарттармен бекітіледі, олардың сапасын тиісті сертификаттау қызметтері кепілдік береді. Балласт қабатына қолданылатын қиыршық тас 25 тен 60 мм мөлшеріндегі тастар болуы қажет [22].

Жолдың рельс-шпал торын қолдануға болатын талапқа сай деңгейде ұстау үшін оған жиі қағу-түзету, тығыздау және тұрақтандыру жұмыстарын жасау, яғни рельс жолының енін стандарт бойынша сақтау керек [23].

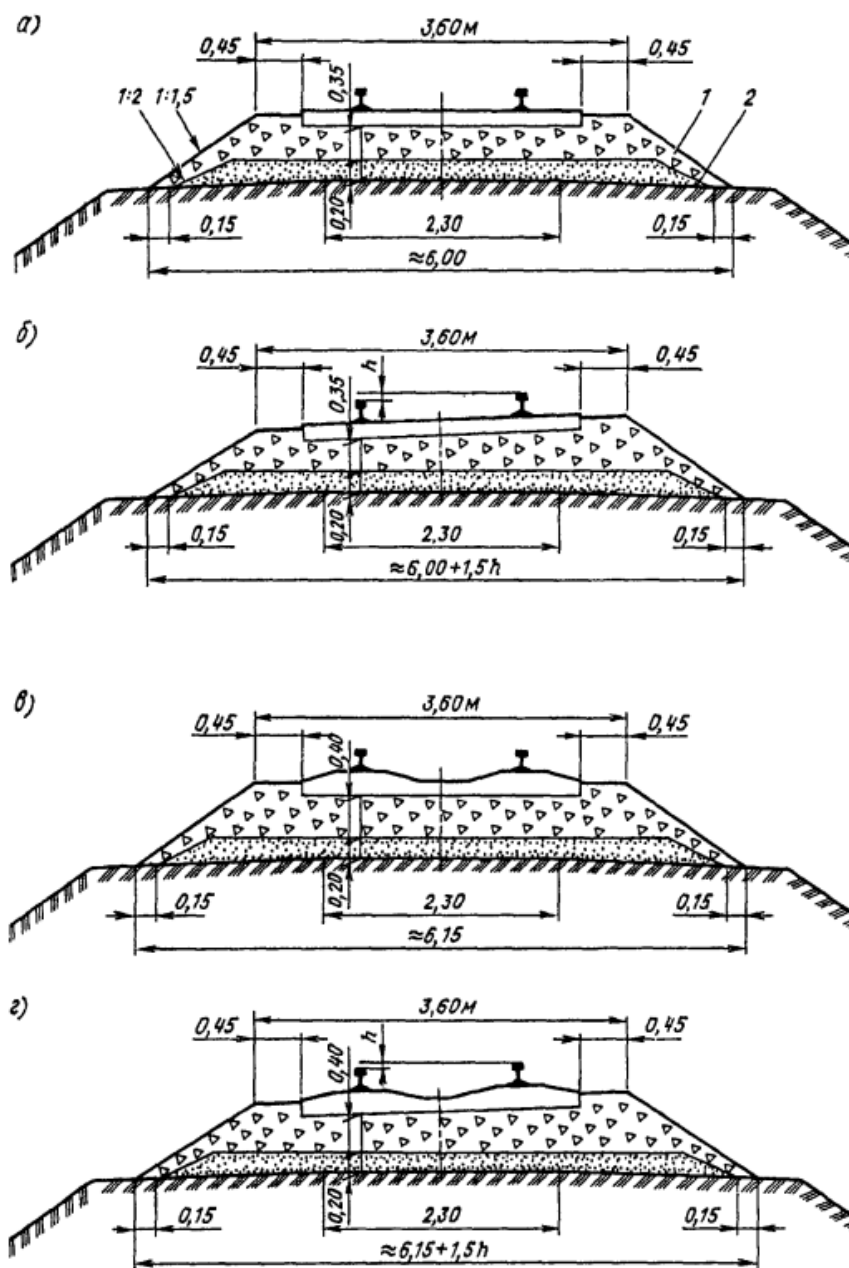
Балласт қабатының материалы берік, серпімді, ығысуларға жақсы кедергі келтіру керек, су мен аязға төзімді және тоқ өткізу қабілеті нашар болуы керек. Бұл талаптарға қиыршық тас, асбест өнеркәсібі қалдықтары, құм және шлактар сай келеді [24].

Біздің елімізде көп жағдайларда қиыршық тас балласт материалы ретінде қолданылады. Теміржолдарға балласт материалы ретінде 25-60 мм мөлшеріндегі қиыршық тастар қолданылады [25, 55 бет].

Құрылымдары бойынша балласт қабаты: бір қабатты, екі қабатты және үш қабатты болып бөлінеді [25, 55 бет].

Балласт қабатының міндеті: жер қабатының топырағымен балласт қабатын кірлетпеу, топырақты езілуден, кебуден және жарылудан сақтау [25, 55 бет].

Балласт призмасының қисық және тік учаскелердегі көлденең профилі 1.4 – суретте көрсетілген, 1.1 - кестеде балласт призмасының өлшемдері көрсетілген [25,55 бет].



Сурет 1.4 – Бір жолды учаскелердегі құмды бетті, қиыршық тасты, ауыр түрдегі жолдың үстіңгі қабатындағы балласт призмасының көлденең профилі: *а, б* – сәйкесінше ағаш шпалды тік және қисық жолдарда; *в, г* – темірбетон шпалдарында; *h* – сыртқы рельстің биіктеуі; *1* - қиыршық тас, *2* – құм

Балласт призмасының құрылымына тәуелсіз шпал астындағы балласттың қалыңдығы негізгі жер қабатының деформациясын болдырмау үшін жеткілікті болу керек. Бір қабатты призмада шпал астындағы балластың жалпы қалыңдығы балласт төсеніші қалыңдығының қосындысынан (1.2 кесте) кем болмауы керек және шпал астындағы балласт қалыңдығы жолдың әрбір класына сай болуы керек [25, 55 бет].

Кесте 1.2 Жол класына байланысты балласт призмасының негізгі өлшемдері, см

Жол класы	Шпал астындағы балласт қабатының ең аз мөлшері (қисықтың ішкі желісі бойынша)		Балласт төсенішінің қалыңдығы	Ең аз енінің мөлшері	
				Призма иығы	Жер қабатының жиектері
	ағаш	темірбетон			
1,2	35	40	20	45	50
3	30	35	20	35	45
4	25	30	20	25	40
5	15	20	20	25	40

Балласт қабатының қалдық деформациясы теміржолды жөндейтін машиналардың және пойыз пойыздарының діріл әсерінен балласт тастарын қайта орау арқылы, сондай-ақ бөлшектердің қырлары мен абразивтік тозуына байланысты біртіндеп тығыздау нәтижесінде пайда болады. Балласт қабатының шекті тығыздалуынан кейін оның қалдық деформациясы бөлшектердің сығылуына байланысты пайда болады [25, 55 бет].

Жолдың әркелкі тығыздалуы тік және көлденең қималардағы әр-түрлі қысымдарға байланысты. Осыған байланысты балласт материалының қиыршық құрамын және негізгі өлшемдерін дұрыс тандай білу жол жұмыстарының технико-экономикалық көрсеткіштерін анықтауға ықпалын тигізеді [25, 55 бет].

Балласт қабатының ығысуға кедергісі (τ_c) балласт тастарының ішкі үйкелуімен және жабысуымен анықталады (кесте 1.3) [25, 55 бет].

$$\tau_c = c + f\sigma, \quad (111)$$

мұнда σ – жолдың үстіңгі қабатының салмағы мен пойыз жүктемесінен балласт қабатына түсетін қалыпты тік кернеу.

Кесте 1.3 - Түрлі балласт материалының ығысуға кедергісі [29]

Балласт түрі	Тас мөлшері, мм	Статикалық жүктемедегі көрсеткіштер	
		φ , град	c , МПа
Қиыршық тасты	25-70	50	>0,02
	25-60	47	>0,02
	25-50	45	>0,02
	25-40	42	>0,02
	5-25	40	<0,02
Асбест	ҚР СТ 1549-2006	45-50	>0,02
Қиыршық тасты	ҚР СТ 1549-2006	35-37	<0,02
Құмды	ҚР СТ 1549-2006	25-35	<0,02

Пойыз өткендегі шпал астындағы қысымдарды тарату жол табанынан 50-60 см тереңдікте жүреді. Осымен балласт қабатының ең аз қалыңдығы шектеледі.

Рельс шпалдарының көлденең ығысуына беріктік және тік жазықтықтағы теміржолдың тұрақтылығы балласт призмасының иық еніне байланысты болады. Сонымен, призманың иық ені 45 см болатын жолда түзету жұмыстардың көлемі иықтың ені 25 см салыстырғанда - $1/3$ есе аз.

Жылдамдығы жоғары желілерде (141-200 км/сағ.) шпал астындағы қиыршық тас қабаты 40 см-ден аз болмауы керек, балласт призмасының иық ені – 45 см-ден аз болмауы керек.

Балласт қабатының ластануына байланысты рельс желілерінің бір деңгейден орташа ауытқуы 10 – 15 мм-ге дейін болады. Осыған байланысты пойыз қозғалысының жылдамдығын шектеу шаралары да жүргізіледі [25, 55 бет].

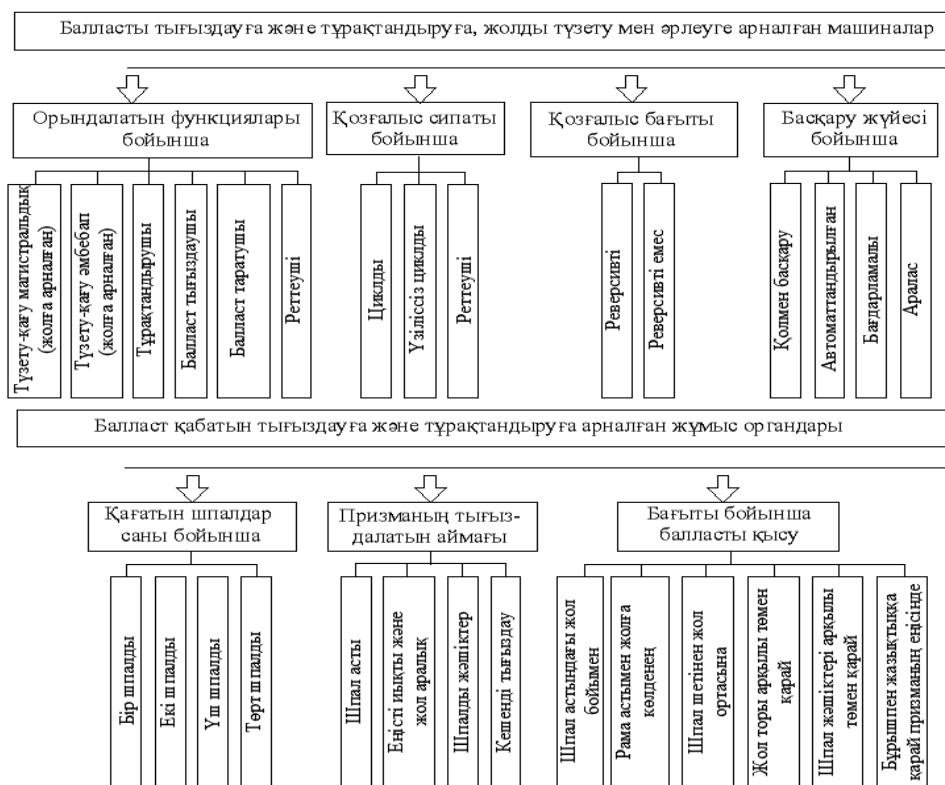
«Қазақстан темір жолы» АҚ ҰК жолдарында балласт қабатының қиыршық тасты түрі жиі қолданылады. Бірінші және екінші класты теміржол жолдарында темірбетон шпалы астына қиыршық тасты балласт түрі 40 см-ден аз емес қалыңдықта төселеді.

Балласт қабатының ластануы жылжымалы құрамнан келген жүктеменің әсерінен қиыршық тастың механикалық тозуынан, шпал бекітетін механизмдердің әсерінен және балласт қабатына сырттан түскен қоқыстардың әсерінен болады. Балласт қабатын ластайтын бес түрлі зат бар: темірбетон шпалдарының тозған қалдықтары; балласт асты қиыршықталған қабаттан жоғарыға көтерілген бөлшектер; жер қабатынан көтерілген бөлшектер; тасымалданатын сусымалы заттардың вагондардан түскен бөлшектері.

Балласт материалын тазалау қажеттілігі оның ластануына байланысты, бұл қиыршық тастың сүзу қабілетін жоғалтуға және жолдың жағдайының нашарлауына әкеледі [27, 28].

1.3 Теміржол құрылысы мен жөндеу жұмыстарына қолданылатын машиналар

Балласт қабатын тығыздап, түзеп, қағатын жол жөндейтін машиналар мен механизмдер орындалатын жұмыс функциясының әрекет ету жиілігіне және бір уақытта бекітілетін шпал санына байланысты жіктеледі (сурет 1.5) [29, 414 бет].



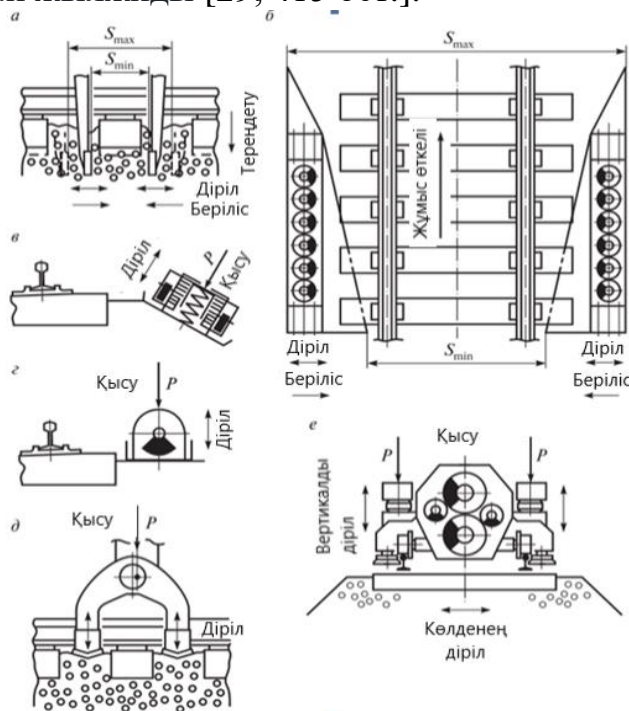
Сурет 1.5 - Жолды түзеп, қағып және балласт қабатын тығыздап, нығайтатын машиналар мен жұмыс органдарының жіктелуі

Шетелде теміржол жолдарының құрылысы кезінде жолды қағуға, түзетуге, сондай-ақ жолды күнделікті қадағалауға және жөндеу жұмыстарын жүргізуге арналған циклды, үздіксіз-циклды және үздіксіз жұмыс істейтін қағу-түзету машиналары жасалып шығарылады.

Жүк кернеулігі, пойыз қозғалысының жылдамдығы мен салмағына қарай жолдың құрылымы жетілдірілді, сонымен қатар түрлі жол жөндеу технологиялары жасалды.

Түзету-қағу және тегістеу жұмыстарын механикаландыру үшін циклды жұмыс жасайтын түзеу-қағу-тегістеу машиналары қолданылады: ВПР типті магистралды (ВПР-02М және т.б.) және әмбебап (жол мен бұрмалы бағыттамаға арналған) ВПРС типті; үздіксіз-циклды жұмыс жасайтын машиналар; ВПО типті үздіксіз жұмыс жасайтын (ВПО-3-3000, ВПО-3-3000С).

Шпал жәшіктері мен еністердегі балласт қабатын тығыздау жұмыстары БУМ типті (БУМ-1М) машиналармен жүргізіледі. Балласт қабатын соңғы тұрақтандырып тығыздау жұмыстары жолды динамикалық тұрақтандырғыштармен (ДСП-С, МДС) жүргізіледі. В.Х. Балашенко жүйесіндегі үздіксіз жұмыс істейтін ПРБ типті жолын түзету үшін мамандандырылған машиналар, үздіксіз және циклдік режимде жұмыс істейтін Р-2000 және Р-02 машиналары қолданылады. Көлік құрылысында трактор базасындағы түзеу-қағу-тегістеу (ВПРМ) машиналары қолданылады. Призма аймағындағы балластты тығыздау қосымша балласт беру арқылы немесе балластсыз күшпен қысу тәсілдерімен машиналармен өңделеді. Түзеу-қағу және тығыздау машиналарының бірқатар механизмдері жазық, тігінен және басқа бағытта күш беру арқылы – дірілмен қысу тәсілін қолданады. Шпал асты аймағындағы қабатты тығыздау (1.6-сурет) шпалдардың бойлық жиектері жағынан циклды және үздіксіз-циклды жұмыс жасайтын машиналарына арналған соққы күректерімен (1.6-сурет, а) және шпалдардың шеттері жағынан үздіксіз жұмыс жасайтын машиналарға арналған еніс тығыздағыш сыналары бар діріл тақталарымен (1.6-сурет, б), оның көлденең дірілмен қысу арқылы түзету-қағу машиналарымен жүзеге асырылады. Бірінші жағдайда соққылағышты тереңдету операциясы орындалады, олардың күрекшелері шпалға жақындағанда балласт қысылады және рельс басының жоғарғы деңгейіне көтеріледі, содан кейін өңделетін келесі шпалдарға қарай жылжиды [29, 415 бет.].

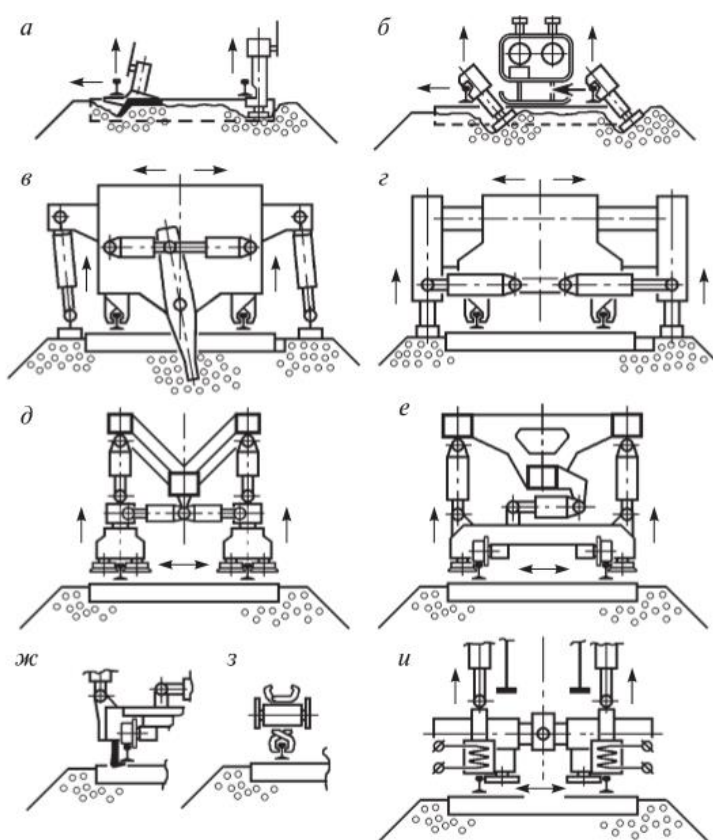


Сурет 1.6 - Балласт қабатын тығыздауға және тұрақтандыруға арналған жұмыс органдары

Екінші жағдайда машина V_M бағытында үздіксіз қозғалған кезде балласт төменгі шпал асты аймағына сынамен мәжбүрлі түрде беріледі, оның

тығыздағыш беті қозғалыс бағытына қарай β әсер ету бұрышымен орналасқан. Жол аралық пен еңіс-иықты аймақтардағы балласт қабатын тығыздау Р жүктемесімен қысатын діріл тақтамен жүргізіледі. Бұл жағдайда діріл тақта еңіске орнатылады (1.6-сурет, в) немесе иыққа орнатылады (1.6-сурет, г). Шпал жәшіктеріндегі балласт қабатын дірілмен қысу мөртабандар арқылы жүргізіледі (1.6 - сурет, д). Динамикалық тұрақтандырғыш шпал асты балластын тығыздауды жолдың рельс-шпал торы арқылы жүргізіледі. Ол бір мезетте дірілмен бірге Р жүктемесімен тік және жазық бағытта қысылады (1.6 - сурет, е).

Рельс-шпал торын машинамен көлденең бойлықпен, жоспарда және деңгей бойынша түзетулер (1.7 сурет) жұмыс органдары болып табылатын-түрлі орындаушы құрылымды және әсер ететін көтеру-түзету құрылғыларымен орындалады (1.8 сурет) [29, 416 бет].



Сурет 1.7 – Рельс-шпал торын түзететін жұмыс органдары

Рельс-шпал торының жергілікті ақауларлы жоюға жолдық гидравликалық домкрат және реттеу аспаптары (1.7-сурет, а), сонымен қатар моторлы гидравликалық реттегіштер қолданылады (1.7-сурет, б).

Рельс-шпал торларын циклды жұмыс жасайтын жол көтергіштермен көтеру балластқа тіреліп орындалады, ал оны қозғалту анкерлі құрылғыларды (1.7-сурет, в) қолдану арқылы немесе жазық кеңістікте қозғалту арқылы орындалады (1.7 - сурет, г). Циклды жұмыс жасайтын – ВПР типті (1.7 - сурет, д) және ВПРС типті әмбебап машиналарда (1.7 -

сурет, е) роликті қармау құрылғысы (көтеру-тегістеу құрылғысы) бар. ВПРМ типті үздіксіз жұмыс жасайтын машиналарда көтеру-тегістеу құрылғысы ретінде шынжыр табанды қармаулар жұмыс жасайды (1.7 - сурет, и), сондай-ақ ВПО типті машиналарда электромагнитті-роликті қармаулар қолданылады (1.7 - сурет, и) [29, 417 бет].

Қазіргі заманауи жол жұмыстарының технологиясы бойынша мына ғалымдардың жұмыстарында қарастырылған: Ахметов М.Ф. [30], Ибраимов А.К. [30], Ахметов Г.М. [31], Кожабеков Ж.Т. [31], Муратов А.М. [31], Айталиева Ш.М. [32], Мусаев С.К. [32], Уразбеков А.К. [33], Закиров Р.С. [34], Омаров А.Д. [34], Каменский В.Б. [35], Gallagher G. [36], Leiper Q. [36], Clark M. [36], Яковлева Е.В. [37], Шабалин Г.И. [38], Семенов В.Т. [39], Федулова В.Ф. [40], Esveld C. [41], Титов В.П. [42] және басқа да жол шаруашылығы мамандары қарастырған.

Жол машиналарын пайдалану жүйесі мен құрылғысына жол қызметтері келесі талаптарды қояды:

- мүмкін болса жол жұмыстарының пойыз қозғаласына кедергісі минималды болу керек;

- жол жұмыстарын орындау үшін жолды пайдаланудан шығару уақытын қысқартуға мүмкіндігінше жол машиналарының көліктік және жұмыс жылдамдықтарын арттыру керек;

- жол машиналарымен орындалған жұмыстардың сапасы жұмыс аяқталғаннан кейін пойыз қозғалысының толық қауіпсіздігі мен графикте рұқсат етілген жылдамдыққа тез жету арқылы сипатталады.

1.4 Балласт негізін үздіксіз жұмыс істейтін жұмыс органдарымен тығыздау бойынша зерттеу нәтижелерін талдау

Шпал асты балласт қабатын тығыздау – бұл күрделі көп факторлы үрдіс. Тығыздау үрдісінің жалпы анықтамасы – күшпен әсер етіп олардың орналасуын реттеу арқылы көлем бірлігіндегі бөлшектердің концентрациясын арттыру. Тығыздауда екі нысан өзара әрекеттеседі – балласт қабаты (балласт призмасы) және жол жөндейтін машиналардың жұмыс органдары [53, 104 бет].

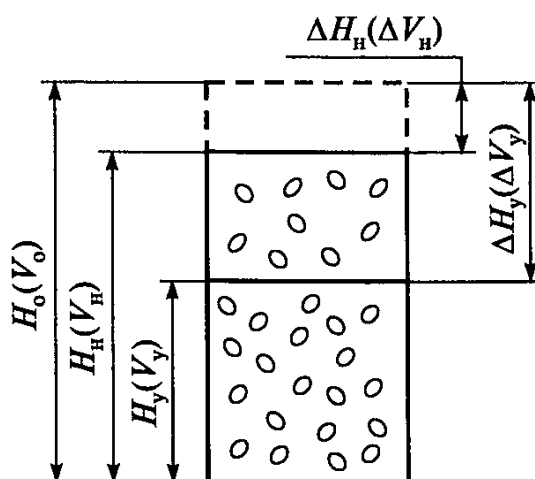
Теміржол жолының балласт қабатын тығыздауға келесі ғалымдардың жұмыстары арналған: Атаманюк А.В. [43], Попович М.В. [44], Пикалов А.С. [45], Stage J. [46], Gashin P.N. [47], Цыкунов Ю.И. [48], Гапеенко Ю.В. [49] және басқа авторлар.

Ғалымдардың еңбегінде сусымалы ортаны дірілмен тығыздау теориясы негізделген, тығыздау үрдісінің сөну сипаты анықталған, діріл әсерінен ішкі үйкеліс коэффициентінің азаюы көрсетілген және құрылыс материалдары мен топырақты тығыздау үрдісіне ықтималдық тұрғыдан қарау дамытылған. Дірілмен тығыздайтын жұмыс органдары өңделетін материалдан алынып та, алынбай да жұмыс істей алады.

Балласт призмасының (қабаттың) жай-күйі тығыздаудың сапасымен сипатталады.

Тығыздаудың көрсеткіштерін сараптау үшін алғашқы уақыт кезінде қалыңдығы H_H болатын балласт қабатын алайық (1.8-сурет) [53]. Тігінен күшпен әсер еткеннен кейін қабат қысылады, соның әсерінен тығыздалған балласт қабатының жаңа қалыңдығы H_Y болады. Қалыңдығы H_0 болатын болжаммен бос күйден тығыздауға дейінгі және тығыздаудан кейінгі жай-күйін ΔH_H , ΔH_Y шөгү өлшемдерімен сипаттауға болады. Балласт қабатын тығыздау сапасы балласт қабатының шектен тыс бос күйінен салыстырмалы тығыздау деңгейімен сипатталады, яғни бастапқы тығыздалған күйі мен біркелкілігі [29]:

$$E_H = \frac{\Delta H_H}{H_0} = \frac{\Delta V_H}{V_0}; \quad E_Y = \frac{\Delta H_Y}{H_0} = \frac{\Delta V_Y}{V_0}, \quad (1.1)$$



Сурет 1.8 – Салыстырмалы тығыздаудың шөгүі E есептеу схемасы

мұнда $\Delta V_H, \Delta V_Y$ - болжам бойынша шектен тыс бос күйден тығыздауға дейінгі және тығыздаудан кейінгі балласт көлемінің азаюы;

V_0 - бастапқы болып қабылданатын бос күйдегі балласт қабатының көлемі.

Жол жөндеу машинасы балласт қабатын тығыздауға дейінгі күйден тығыздаудан кейінгі күйге алып келеді, яғни машина салыстырмалы түрде қабаттың қысылуын арттырады [29]:

$$\Delta E_M = \frac{\Delta H_Y - \Delta H_H}{V_0} = \frac{\Delta V_Y - \Delta V_H}{V_0} = E_Y - E_H. \quad (1.2)$$

Формуладан белгілі болғандай, балласт қабатының салыстырмалы шөгүін оның әр күйіндегі көлімдерінің қатынасы бойынша анықтауға болады. Жалпы айтқанда, бұл бағалау макродеңгейде тығыздау тиімділігінің сыртқы көрінісі.

Макродеңгейде екі көрсеткіш қолданылады: бөлшектермен қамтылған V_C және ауамен қамтылған V_{II} көлемдер қатынасы. Бұл кеуектілік n және кеуектілік коэффициенті ε [29]:

$$n = \frac{V_{II}}{V_C + V_{II}}; \varepsilon = \frac{V_{II}}{V_C}. \quad (1.3)$$

Балласт қабатының тығыздалған күйі көлемдік тығыздығы ρ_y мен қиыршық тас салмағының оның көлеміне қатынасымен сипатталады. Бірақ, көлемдік тығыздығы бөлшектердің тығыздығына байланысты, сондықтан тығыздау үрдісінің есептік үлгілерінде сирек қолданылады.

Қиыршық тастың тығыздалған түрін сипаттайтын көрсеткіштер келесі қатынастармен бір-бірімен байланысты [53,55,56]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_y &= V_{II}/V_C = n_y/(1-n_y) = \rho_C/\rho_y - 1 = \varepsilon_0(1-E_y) - E_y = \\ &= (n_0 - E_y)/(1-n_0); \\ E_y &= \Delta V_y/V_0 = (\varepsilon_0 - \varepsilon_y)/(1 + \varepsilon_0), \end{aligned} \quad (1.4)$$

мұнда $\varepsilon_0, \varepsilon_y$ - кеуектілік коэффициенті;

n_0, n_y - қиыршық тастың шекті борпылдақ және тығыздалған күйіндегі кеуектілік;

ρ_C, ρ_y - материал бөлшектерінің тығыздығы және тығыздалған қиыршық тастың көлемді тығыздығы.

Жол жөндейтін машиналардың тығыздаушы жұмыс органдарын есептеу әдісінде кеуектіліктің негізгі коэффициенті ε және қабаттың салыстырмалы шөгугі E қолданады.

Қиыршық тастың ҚР СТ 1549-2006 стандарты бойынша өте борпылдақ кезіндегі кеуектілігі $n_0 = 0,42 \dots 0,45$ (орташа $n_0 = 0,435$) болады, ал өте тығыздалған кезінде $n_0 = 0,36 \dots 0,37$ (орташа $n_0 = 0,365$) [57]. (1.4) формула көрсеткендей, өте борпылдақ күйінде кеуектілік коэффициенті $\varepsilon_0 = 0,724 \dots 0,818$ (орташа $\varepsilon_0 = 0,770$), ал шекті тығыздалған кезінде $\varepsilon_0 = 0,563 \dots 0,587$ (орташа $\varepsilon_0 = 0,575$). Шекті тығыздалған кезіндегі балласт қабатының салыстырмалы шөгугі $E_0 = 0,18 \dots 0,25$. Жол жөндейтін машиналардың тығыздаушы жұмыс органдарын есептеулерде $\varepsilon_0 = 0,80$, $\varepsilon_0 = 0,57$, $E_0 = 0,20$ коэффициенттерін қолданады. Алынған мәндер стандарт бойынша дайындалған қиыршық тасты балласт қабатының мәндерімен қанағаттандыратындықтай үйлеседі. Тығыздаудың және тұрақтандырудың сапасын бағалау көрсеткіштері (деңгейі мен біркелкілігі) 1.5-кестеде көрсетілген, мұнда σ – тығыздау сапасының орташа квадраттық ауытқуы [29].

Кесте 1.5 – Тығыздаудың және тұрақтандырудың сапасын бағалау көрсеткіштері (деңгейі мен біркелкілігі) [40]:

Көрсеткіш	Көрсеткіш мәне немесе анықтау формуласы	
Тығыздау деңгейі:	іс жүзінде қол жеткізілген мәндер	шекті
Тығыздығы, кг/м ³	$\rho_d=(1,5...1,8) 10^3$	$(1,9...2,1) 10^3$
Кеуектілік	$n_d=0,36...0,38$	0,33...0,34
Кеуектілік коэффициенті	$\varepsilon_d=0,56...0,61$	0,49...0,51
Тығыздаудың салыстырмалы шөгуі	$\frac{\Delta H}{H}=0,14...0,20$	0,22...0,24
Тығыздау сапасы	$\rho \pm \sigma_\rho; n \pm \sigma_n;$ $\varepsilon \pm \sigma_\varepsilon; \Delta H \pm \sigma_{\Delta H}$	max min
Қабаттың шөгу жылдамдығы, мм/(млн т брутто)	$\frac{dh}{dT} = V_h = \text{var}$	$V_h = \text{const}$
Қабаттың шөгу үдеуі (біркелкілігі), мм/(млн т брутто) ²	$\frac{d^2h}{dT^2} = W_h;$ $\sigma_{yP}(W_h) \leq \pm 1,33 \text{ мм};$ $\sigma_{yP}(W_h) \leq \pm (0,25...0,33)\%$	$W_h=0$

Балласт қабаты сусымалы орта ретінде өзінің реологиялық қасиеттерін көрсетеді. Балласт қабатының осылай таралуы жұмыс органымен және таңдалған әрекеттесудің режимдеріне байланысты. Жұмыс органы әсер еткен сайын балласт қабаты материалының таралу концентрациясының өзгергенін байқаймыз. Күшпен әсер еткеннен кейінгі тығыздаудың салыстырмалы шөгуі E_y келесі формуламен анықталады [58]:

$$E_y = 1 - \frac{V_y}{V_H} (1 - E_H), \quad (1.5)$$

мұнда V_H , V_y –балласт қабатының тығыздауға дейінгі және тығыздаудан кейінгі алатын көлемі.

Балласт қабатын тығыздаудың ең көп таралған тәсілі – дірілмен қысу. Балласт қабатының алғашқы күйі тығыздаудың E_y салыстырмалы шөгуімен сипатталады. Тығыздайтын жұмыс органдарының есептерінде болжамды балласт қабатының шекті борпылдақ күйі мен шекті тығыздалған күйі қолданылады. Олар сәйкесінше тығыздаудың салыстырмалы шөгуімен сипатталады E_0 және E_{II} [29].

Балласт қабатының шекті тығыздалған күйі бар болғандықтан, тығыздаудың салыстырмалы шөгу E тығыздау коэффициентін ескеріп балласт қабатын тұрақтандыруды модельдейді.

Дірілді қысудың әрбір циклында балласт қабаты серпімді деформацияланады және серпімсіз деформацияларды жинайды. Серпімсіз деформацияларда балласт құрылымы біркелкі және шоғырланған болады, және серпімділік модулі артады. Келесі циклдарда серпімсіз деформациялар пайда болу үшін одан артық қысым көрсетілу керек. Топырақта болатын үзгенде болатын нақты аққыш қасиеттері жоқ, яғни оларды деформациялаған кезде олардың құрылымы өзгереді.

Балласт материалын ағуға әкелетін p , кПа қысымның шекті мәні келесі формуламен анықталады [59]:

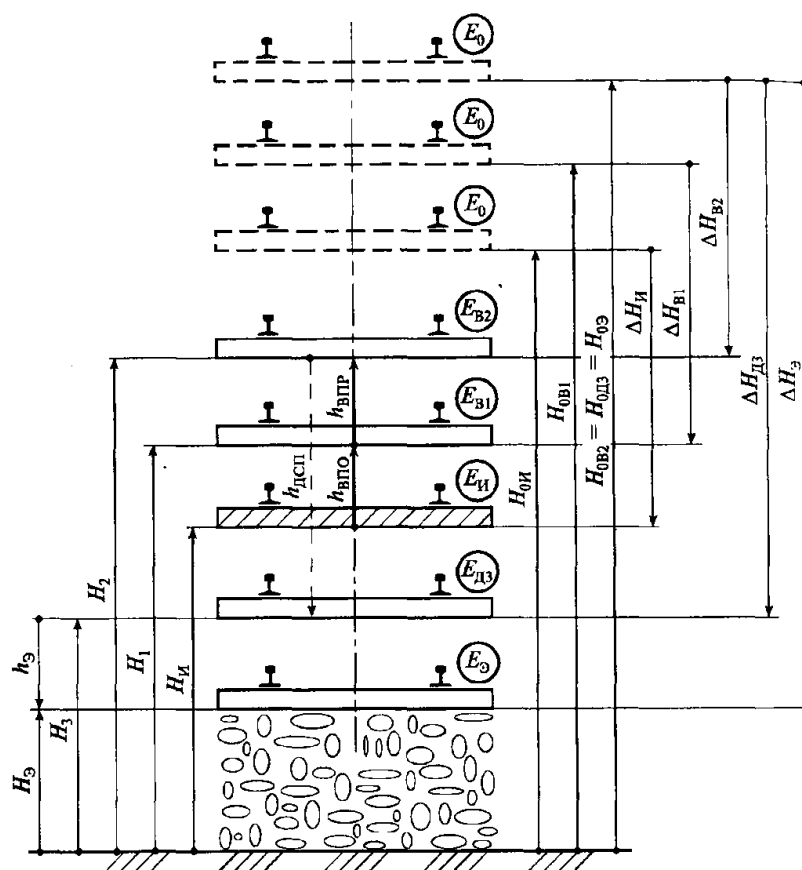
$$p = q|\ln(2\varepsilon - 1)|, \quad (1.6)$$

мұнда q – борпылдақ балласттың тәжірибелік коэффициенті $q = (0,3 \dots 0,5) \cdot 10^3$ кПа, тығыздалған балласттың тәжірибелік коэффициенті $q = (0,6 \dots 0,8) \cdot 10^3$ кПа;

ε – тығыздаудың басқа көрсеткіштерімен байланысты кеуектілік коэффициенті (1.4).

Аралық мән ретінде q коэффициентін сызықтық интерполяция әдісімен анықтауға болады, мысалы борпылдақ қиыршық тас үшін $q_0 = 0,3 \cdot 10^3$ кПа және шекті тығыздалған қиыршық тас үшін $q_n = 0,8 \cdot 10^3$ кПа.

Схемада машиналар кешенімен балласт қабатына әсер еткендегі рельс-шпал торының шартты жағдайы көрсетілген (1.9-сурет): $E_{И}$ – қабаттың бастапқы салыстырмалы шөгуі; $E_{В1}$ – бірінші өткен тығыздаушы машиналардың жұмысынан кейінгі қабаттың шөгуі (мысалы, ВПО); $E_{В2}$ – екінші өткен тығыздаушы машиналардың жұмысынан кейінгі қабаттың шөгуі (мысалы, ВПР); $E_{ДЗ}$ – динамикалық тұрақтандыру машиналарының жұмысынан кейінгі тығыздалудың салыстырмалы шөгуі; $E_{Э}$ -пойыз жүктемелерінің әсерінен балласт қабатын пайдаланудағы тығыздалудың салыстырмалы шөгуі [58].



Сурет 1.9 - Машиналар кешенімен балласт қабатына әсер еткендегі рельс-шпал торының шартты жағдайының схемасы

Толық тұрақтандырудан кейін ол шекті тығыздалған балласт қабатына сәйкес келеді; $H_{И}, H_{B1}, H_{B2}, H_{D3}, H_{Э}$ – қарастырылған күш әсерлерінен кейінгі балласт қабатының қалыңдығы; h_{VPO}, h_{VPR} – ВПО және ВПР машиналарымен жолды түзету көтеру жұмыстары; $h_{DSP}, h_{Э}$ – Рельс-шпал торын пайдалану кезіндегі және оған динамикалық тұрақтандырушы әсер еткеннен кейінгі шөгудер. E_0 – балласт қабатының болжамды борпылдақ күйде тығыздалуының салыстырмалы шөгугі [29].

Бұл күйге әр-түрлі болжамды жағдайлары сәйкес келеді, себебі түзету-қағу машиналарының жұмысы барысында шпал шетінен шпал астына қосымша балласт материалдары беріледі (ВПО).

Барлық түзету-қағу жұмыстары жасалған соң қабаттың болжамды қалыңдығы максималды H_0 мәніне жетеді. Қарастырылып отырған есепте ол өзгермейді.

Мұндай балласт қабатының салыстырмалы және абсолютті шөгудерін жоғарыда аталған тәсілмен есептеуге болады.

Ұсынылған тәуелділіктер ортаның реологиялық қасиеттеріне байланысты қолданыстағы машина механизмдерінің балластқа жүктелуін анықтайды.

Теміржолдың балласт қабатының кернеулі күйін заманауи есептеу әдістерімен орындау мүмкін және қажет (мысалы, соңғы элементтер әдісін қолданып орындау).

1.5 Зерттеудің мақсаты мен міндеті

Теміржолдарды жөндеу жұмыстарын механикаландыру маңызды мәселе болып табылады. Бұл жұмыстарды жүргізуге арналған бірқатар машиналар бар: ВПО-3-3000, Дуоматик, Унимат, ВПР. Елімізде жиі қолданылатын ВПО-3-3000 машинасы болып табылады.

Талдау көрсеткендей, бұл машинаның түйіндерінің істен шығуына байланысты тоқтап қалуы теміржол жолдарын жөндеуде және қалпына келтіруде айтарлықтай уақытты жоғалтады.

Жаңа машиналарды сатып алу өте қымбат, сондықтан кейбір түйіндер мен бөлшектерін ауыстыру арқылы осы машиналарды жаңарту мүмкін және қажет.

Диссертацияның мақсаты - ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың нұсқаларын жасау үшін тәуелділіктерді анықтау болып табылады.

Қойылған мақсатқа келесі міндеттерді шешу арқылы қол жеткізіледі:

- Қазақстан теміржолдарының жай-күйін талдау, теміржолдарды жөндеу және салу кезінде қолданылатын машиналардың конструкцияларына талдау жасау;
- жөндеуге арналған машиналардың істен шығу жиілігі және олардың себептері бойынша жол аралығына және пайдалану уақытына байланысты статистикалық деректерді жинау және талдау;
- жаңғырту және тораптар есебінен ВПО-3-3000 машинасының жұмыс тиімділігін арттыру әдісін таңдау;
- оңтайлылық критерийін негіздеу және тораптарды жаңғыртудың оңтайлы уақытының құндық параметрлерге тәуелділігін белгілеу;
- діріл тақтасының істен шығу себептерін статистикалық талдау, гидравликалық жетекті қолдануды негіздеу және есептеу;
- теміржол жолдарын тығыздауды соңғы элемент әдісі бойынша модельдеу;
- ВПО-3-3000 жол жөндейтін машиналарды пайдалану кезінде көтергіш-тегістеу құрылғысының кернеулі-деформативті жағдайын зерттеу;
- конструкцияның ұсынылған өзгерістерінің экономикалық тиімділігін есептеу.

2 ТҮЗЕТУ-ҚАҒУ-ӨНДЕУ ВПО-3-3000 МАШИНАСЫН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖАҢҒЫРТУ ӘДІСТЕРІН ТАҢДАУ

2.1 Қазақстан Республикасында теміржол жолын жөндейтін машиналарын пайдалану және олардың қызмет ету мерзімдері

Қазіргі уақытта теміржол жолдарының дамуы пойыз қозғалысының жылдамдығын арттырумен тікелей байланысты. Үлкен жылдамдықты жолдар жол құрылымына, жолды күрделі жөндеу мен оны ағымды ұстауға үлкен талаптар қояды. Жолда жүру жылдамдығы 141 км/сағ асқаннан кейін жолды ағымды күту, еңбек ауқымдылығы, материал және энергия сыйымдылығы үш есе артады [60].

Пойыздың қозғалыс кестесінің тығыздығы теміржол жолдарын жөндеуді аса қысқа мерзімде жүргізуге алып келеді.

Диссертациялық жұмыс барысында ЖШС «Integra Construction KZ» (ЖШС «Жол жөндеуші»), ЖШС «Теміржол жөндеу» - Камкор, Қазақстан теміржолы «Ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамының құрылымдық бөлімшелері Ақадыр машиналандырылған дистанциясы, Сороковин машиналандырылған жол дистанциясы және Шу механикаландырылған дистанциялары бойынша жол жөндейтін машиналардың істен шығулары жайлы ақпараттар жиналып, өңделді (2.1, 2.2 - кестелер).

Кесте 2.1 – Қазақстан Республикасының кәсіпорындарында қолданыстағы машиналар саны

№	Кәсіпорын атауы	Жол машиналарының саны, дана
1	Ақадыр машиналандырылған дистанциясы	10
2	Шу механикаландырылған дистанциялары (ПЧМ Шу)	13
3	ЖШС «Integra Construction KZ»	30
4	Сороковин машиналандырылған жол дистанциясы	23
5	ЖШС «Теміржол жөндеу» - Камкор	39
	Барлығы	115

Пойыз қозғалысының қауіпсіздігі мен бірқалыптылығын қамтамасыз ету үшін рельс-шпал торын жиі жобалық стандартқа келтіріп отыру керек және бір уақытта оның балласт қабатын тығыздау арқылы тұрақтандырып тұру керек. Жол шаруашылығында бұл технологиялық үрдістер тығыздаушы және тұрақтандырып өндейтін ВПР, ВПО, «Unimat», «Duomatic 09-32 CSM» және т.б. машиналарымен және механизмдермен орындалады [29].

Кәсіпорындар бойынша түзету машиналарының саны 2.2 таблицасында көрсетілген.

Кесте 2.2 – Кәсіпорын бойынша түзету машиналары

№	Кәсіпорын атауы	ВІР	ВІО	Duomatic	Unimat
1	Ақадыр машиналандырылған дистанциясы	4	3	-	-
2	Шу механикаландырылған дистанциялары	3	3	2	2
3	«Integra Construction KZ» ЖШС	3	17	3	-
4	Сороковин машиналандырылған жол дистанциясы	2	12	4	2
5	«Теміржол жөндеу» - Камкор ЖШС	4	20	3	5
	Барлығы	16	55	12	9

Жол шаруашылығының жергілікті филиалдарын машинамен қамтамасыз ету үшін 2018 жылы 4,5 мың дана шағын механикаландыру құралдары сатып алынды [61].

Жыл сайын пойыз қозғалысының кепілдендірілген қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін түрлі шаралар жасалады. Қолданыстағы теміржол жолының сапасын көтеруге шаралар қолданылады.

Жолаушы және жүк пойыздарының жылдамдығы мен қауіпсіздігін арттыру үшін теміржол жолын жаңғырту жүргізіледі [61]. 2.3 кестеде Қазақстан Республикасы бойынша теміржол жолын жөндеу және оның құрылысы бойынша орындалған жұмыс көлемі көрсетілген [62].

Кесте 2.3 - Кәсіпорындар бойынша орындалған жұмыс көлемі

№	Орындалған жұмыс атауы	Жұмыс жүргізілген орын	Жұмыстың қашықтығы, км	Жыл
1	2	3	4	5
1	Достық стансасындағы стансалық жолдардың құрылысы	Достық стансының жолдары, Достық стансасы Европа мен Азияны қосатын трансконтинентальды маршрут	6,6	2001
2	«TALGO» үлкен жылдамдықты пойыздардың қозғалысына теміржол жолдарының құрылысы (200 км/сағ. дейін).	Кемер-Берлик	20	2001
3	Қазақстан Республикасының солтүстік және шығыс өнеркәсіпті аймақтарының арасын 600 км-ге дейін қысқарту	Ақсу-Дегелен	195	2000-2001
4	Теміржол жолдарының құрылысы	Ақтөбе және Қостанай облыстарын қосатын	450	2003-2004

Кесте 2.3 жалғасы

1	2	3	4	5
		теміржол желілері. Хромтау-Алтынсарино. Магисталь жолдардың ұзындығы 404,5 км, стансалық жолдар — 40,22 км. Бұл желіде 13 станса мен разьездер, 11 көпір, 151 су өткізгіш құбырлары бар.		
5	Кірме теміржол жолдарының құрылысы	Атырау облысындағы зауытқа кірме теміржол жолдарының құрылысы	20	2003-2004
6	Шектен тыс габаритті және ауыр салмақты жүктер үшін теміржол жолын қайта құру	Ақтау - Құлсары порты		2003-2004
7	Теміржол жолының құрылысы	Ақтөбе облысының мұнай өндіретін өңірімен магистральді теміржол желілерін қосатын желі Жем-Жанажол	70,4	2005-2007
8	Кірме теміржол жолдарының құрылысы	Қарағанды облысындағы индустриалды паркке апаратын теміржол желісі	20	2010-2012
9	Жер қабатын құру - 18,747 мың.м³. 5 станса салынды, 9 разьез, 28 көпір және 2 жол өткелі. Су өткізгіш құбырлары - 120 дана.	Европа мен Азия ортасында көліктік қақпасы. Жетыген - Қорғас.	293	2010-2012
10	Жер қабатының құрылысы - 13 360 760 м³ ұзындығы 34,5 м -ден 102,6 м дейінгі 8 көпір; 2 түйісу стансасы, 5 аралық пункттер.	Арқалық – Шұбаркөл	214,4	2012-2016
11	- қайта құру объектілері 23 дана; - жер қабатының құрылысы - 29 418 878 м³; - ұзындығы 47 м-ден 140 м дейінгі 12 көпір; - су өткізгіш 244 құбыр; -9 түйісу стансалары, 18 аралық бекеттері.	Жезқазған – Сексеуіл	547,6	2012-2016
12	«Қорғас Шығыс Қақпасы» экономикалық аймақтағы 25 км болатын жолдың жоғарғы қабатының құрылысы	«Сухой» порты	25	2014-2015

Кесте 2.3 жалғасы

1	2	3	4	5
13	Су өткізгіш топырақтан көлемі 972,0 мың. м ³ болатын үйіндіні техникалық парк пен теміржол қабатына жасау; Ұзындығы 37,4 км болатын рельс-шпал торын салу	«Астана» теміржол желісін дамыту. Нысан Астанадағы Expo-2017 халықаралық көрме басталу барысында іске қосылды.	3	2014-2017.
14	- 753,669 мың м ³ көлеміндегі жер жұмыстары; басты және стансалық жолдарды қиыршық таспен жаңғырту - 354 мың м ³ - құмды жастықты құру - 418 мың м ³ - жасанды құрылғылар, темірбетон құбырларын ұзарту -48 дана; - дюкерлер: 6 дана; - ұзындығы 5 м-ге дейін жететін 2 кіші көпір; - ұзындығы 100 м-ге дейінгі 10 көпір, 2 жолөтпесі.	Алматы 1 - Шу	110	2015-2017
15	Кірме жолды күрделі жөндеу	ЖШС «Ақтөбе мыс компаниясы»	63	2018
16	Жолды күрделі жөндеу: жолдың жоғарғы және төменгі қабатын ауыстыру	Алматы аймағы	76,7	2018
17	Жолдың рельс-шпал торын күрделі жөндеумен ауыстыру	Ақтоғай жол дистансасы	34,6	2018
18	Қиыршық тасты терең тазалап күрделі жөндеу	Бескөл жол дистансасы	16,062	2019
19	Жолды күрделі жөндеу: 23,758 км рельс-шпал торын төсеу, ары қарай ұзарту мақсатында 30 жұп түйіспесіз жолды төсеу	Сары-Қум телімі– Ақтоғай-Достық разъездінің 5 учаскесі	42,0947	2019
20	Рельс – шпал торын төсеу	5 разъезд– Сайқан	18,337	2019
21	Жолды орташа жөндеу	Алматы жол дистансасы	8,5	2019
22	Жолды күрделі жөндеу	Қарағанды магистральды желісінің бөлімі:разъезд 117 – Атасу	13,243	2019
23	Жолды күрделі жөндеу	Қарағанды магистральды желісінің бөлімі: Қызылжар – Түйемойнақ	8,2627	2019
24	Жолды күрделі жөндеу	Қашар телімі	16	2019
25	Жолды күрделі жөндеу	АҚ «ҰК «ҚТЖ» желісі бойынша күрделі жөндеу	183.5	2019

2020 жылы 890 км болатын теміржол қабаты жаңғыртылды. Күрделі жөндеулер 416 км жолға жүрізілді, олар Қарағанды, Қостанай, Шығыс-Қазақстан, Павлодар облыстарын қамтыды.

Қазіргі уақытта жүргізілетін теміржол көлігін қайта құруда ағымды және күрделі жөндеудің өндірістік және технологиялық үрдістерін ұйымдастыруға қойылатын талаптары өте жоғары. Бұл жағдайларда теміржол жолының қауіпсіздігі мен үздіксіздігіне талаптар артады, яғни жол жөндеуге қолданылатын машиналар мен механизмдердің паркін ұйымдастыру және жетілдіру қажеттілігі туады.

Жол жөндейтін машиналар кешенінің негізгі мақсаты теміржол жолына сапалы жөндеу жұмыстарын жүргізу және оны қалыпты жағдайда ұстау.

2.2 Эксперименттік мәліметтерді жинау және машиналардың істен шығуы мен оның себептерін талдау

Техникалық құрал және машиналардың ескіруі жаңғырту қарқынан тезірек іске асады. Жол жөндейтін машиналар паркі жеткіліксіз жаңартылмағандықтан теміржол жөндеуінде олардың пайдалы қолдану мерзімімен шыққан машиналарды жөндеу жұмыстарына қолдануға тура келеді. Сондықтан, жөндеу жұмыстары кезінде машиналардың бұзылуы, пайдалану көрсеткіштерінің төмендеуі, олардың істен шығу санының артуы пойыздың қозғалыс кестесі мен оның қауіпсіздігіне әсер етеді.

Машиналардың жұмыс жасау мерзімі көп жағдайда жол жұмыстарының көлемі мен күрделілігіне байланысты, сонымен қатар оларға техникалық қарау мен оларды жөндеу жұмыстарына да тікелей байланысты (2.4 кесте) [63, 64].

Кесте 2.4 – Жол жөндейтін машиналардың қызмет ету мерзімі

Машина атауы	Қызмет ету мерзімі, жыл
Электробалластерлер, қиыршық тас тазалайтын машиналар ЩОМ-Д және ЩОМ-4, жол түзейтін машиналар	18
Үздіксіз әрекеттегі түзеу-өңдеу-қағу машиналары	18
Циклды әрекеттегі түзеу-қағу-тегістеу машиналары	15

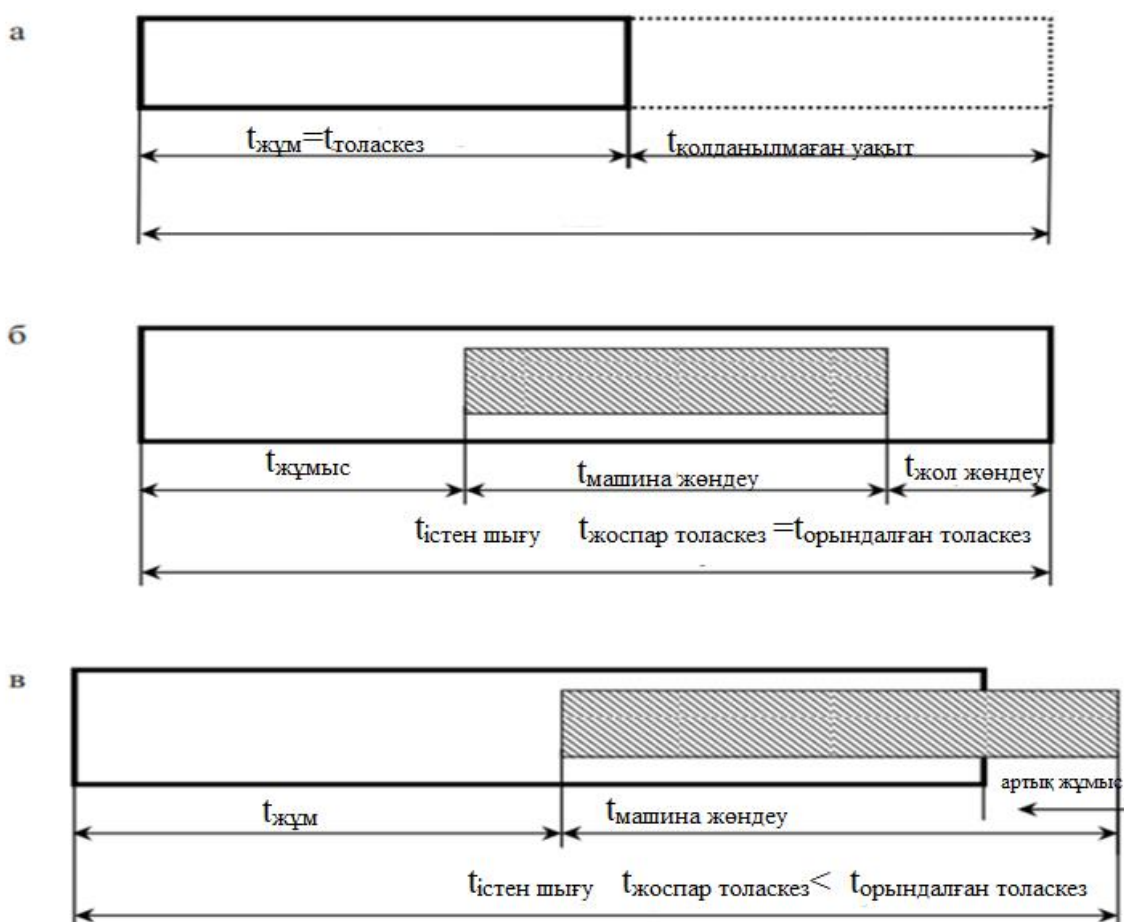
Біздің еліміздегі ВПО машиналар санының көптігі және осы машиналармен орындалатын жөндеу жұмыстарының көлемі оларды пайдалану тиімділігін арттырудың қажеттілігін тудырады.

Жол жөндейтін машиналардың жұмыс жасау барысында кенеттен істен шығуы «толаскез» уақытының жоспардан тыс ұлғаюына және пойыз

қозғалысының тоқтауына алып келеді. «Толаскез» кезіндегі машиналардың кенеттен істен шығуы келесі жағдайларға алып келуі мүмкін(2.1-сурет) [65]:

- 1) істен шығу және «толаскезді» дереу тоқтату (а);
- 2) істен шығу және шұғыл түрде істен шыққан бөлшекті жөндеу, әрі қарай «толаскездің» жоспарланған уақыты бойынша жұмысты жүргізу (б);
- 3) істен шығу және шұғыл түрде істен шыққан бөлшекті «толаскез» барысында жөндеу, әрі қарай «толаскездің» жоспарланған уақытына қарамай жұмысты жүргізу (в).

«Толаскездің» жоспарланған уақытына қарамай жұмысты жүргізу ең қолайсыз нұсқа болып табылады, себебі бұл жағдайда пойыздың қозғалыс керегенін бұзуға тура келеді және «бос тұру» уақыты ұзарған сайын экономикалық шығындарға алып келеді. [65].



Сурет 2.1 - «Толаскез» кезіндегі машиналардың кенеттен істен шығуының мүмкін жағдайлары:

а) істен шығу және «толаскезді» дереу тоқтату; б) істен шығу және шұғыл түрде істен шыққан бөлшекті жөндеу, әрі қарай «толаскездің» жоспарланған уақыты бойынша жұмысты жүргізу; в) істен шығу және шұғыл түрде істен шыққан бөлшекті «толаскез» барысында жөндеу, әрі қарай «толаскездің» жоспарланған уақытына қарамай жұмысты жүргізу; $t_{толаскез}$ нақты – «толаскез» нақты ұзақтығы; $t_{жұм}$ – жұмыс ұзақтығы; $t_{машина жөндеу}$ – істен шыққан бөлшекті жөндеу ұзақтығы; $t_{артық}$ – «кешіккен толаскез» ұзақтығы; $t_{қолданылмаған уақыт}$ – «толаскездің» қолданылмаған уақытының ұзақтығы.

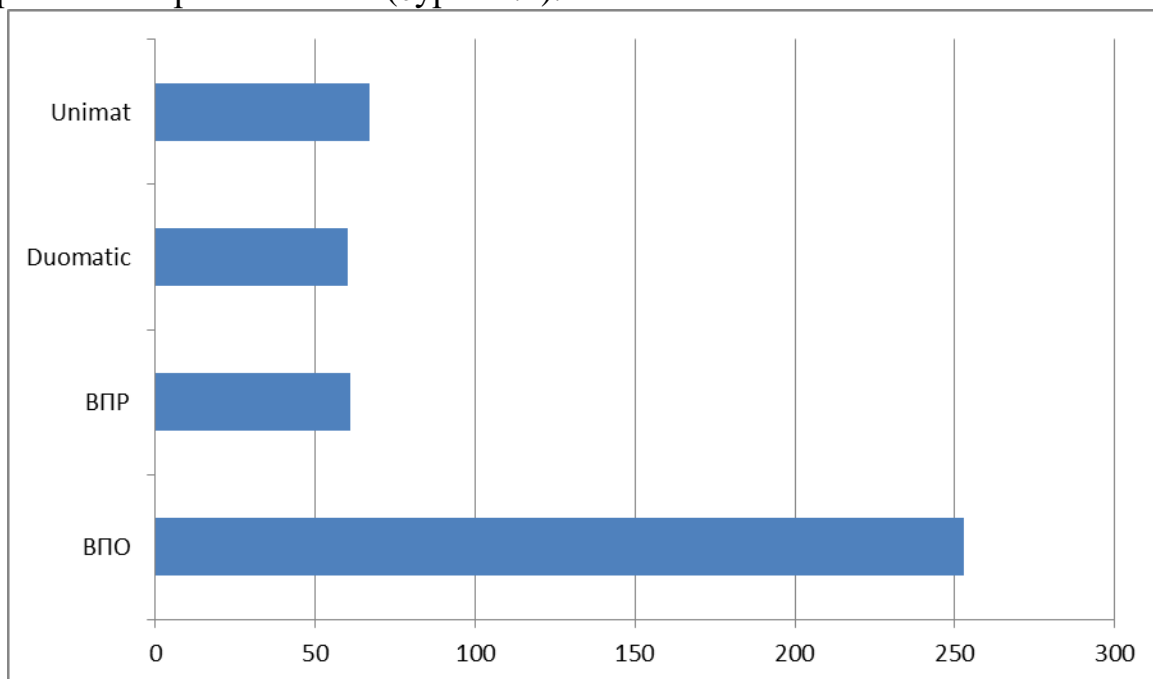
Диссертациялық жұмыстың негізінде қойылған міндеттерге сәйкес жол жөңдейтін машиналардың (ВПО, Duomatic, Unimat, ВПР) жұмыс жүргізу мерзіміндегі айлар бойынша 2016- 2019 жылдар аралығында машиналардың істен шығуының саны бойынша сараптау жұмыстары жүргізілді (кесте 2.5).

Кесте 2.5 – Жол жөңдейтін машиналар түрлерінің 2016–2019 аралығында істен шығу статистикасы

№	Машина түрі	Машиналардың істен шығу саны																											
		2016						2017						2018						2019									
		Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан
1	ВПО	2	6	5	7	4	1	9	8	9	7	14	11	9	10	11	9	9	10	8	16	9	9	8	9	14	12	8	9
2	ВПР	-	-	2	1	2	2	3	1	3	2	1	3	3	1	1	3	2	3	4	2	3	1	3	2	4	3	2	4
3	Duomat	-	1	2	1	2	1	3	3	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	4	3	2	3	3	2	3	1	4
4	Unimat	-	2	3	1	1	3	2	3	2	3	3	2	4	3	2	1	3	2	4	3	2	2	3	3	1	2	3	4

Машиналардың істен шығу сараптамасы көрсеткендей, ВПО машинасы орташа есеппен жылына 63 рет сынады екен, ВПР машинасы – 16 рет, Duomatic – 14 рет, Unimat -17 рет.

Сараптау жұмысы 4 жыл ішіндегі 437 істен шығу жағдайын көрсетті, олардың ішінде ең көп істен шыққан ВПО машинасы, 4 жылда 253 жағдайда әр-түрлі себептермен сынған (сурет 2.2).



Сурет 2.2 – 2016 мен 2019 жылдар аралығындағы машина түрлері бойынша істен шығулар

Кәсіпорындарда істен шыққан машиналарды жөндеу және оларға техникалық қарау жұмыстары жүргізіледі.

ЖШС «Integra Construction KZ», ЖШС «Теміржол жөндеу» - Камкор, Қазақстан теміржолы «Ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамының құрылымдық бөлімшелері Ақадыр машиналандырылған дистанциясы, Сороковин машиналандырылған жол дистанциясы және Шу механикаландырылған дистанциялары бойынша жол жөндейтін машиналардың істен шығулары туралы ақпарат жиналып, өңделді. Атап айтқанда, істен шығудың атауы, яғни машинаның қай бөлшегінің сынғаны көрсетілген.

Машинаның істен шығулары келесі топ бойынша жіктелді: «Қозғалтқыш» – машинаның жұмыс органдарының жетегі, «Гидро/пневмо жетек» – гидро/пневмо жүйелерінің аспаптары, «Жұмыс жабдықтары» - тығыздаушының аспаптары мен желілері, «Тежегіш» – тежеу жүйелерінің аспаптары мен желілері, «Трансмиссия» – трансмиссия агрегаттары, «Жүріс бөлігі» - жүріс бөлігінің желілері, «Рельстік қармаулар» - рельс қармаулары – машина түріне байланысты магнитті немесе роликті. Жол машиналарының желі бойынша топтастырылған істен шығуларының сағатпен көрсетілген статистикасы 2.6 кестеде көрсетілген.

Кесте 2.6 - Жол машиналарының тораптары бойынша істен шығуларының сағатпен көрсетілген статистикасы

№	Түрі	№	Трансмиссия			Қозғалтқыш			Жұмыс жабдығы			Гидропневмо жетегі			Жүріс бөлігі			Тежегіш			Магнитті рельс қармауы		
			Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ВПО	46	0	63	0	140	288	180	0	8	0	0	32	0	0	40	35	48	60	50	168	250	198
2	ВПО	47	0	36	0	336	450	390	30	60	48	0	24	0	0	55	53	24	30	0	72	80	100
3	ВПО	48	0	24	24	48	54	50	24	30	0	8	24	0	0	24	0	48	52	0	72	47	24
4	ВПО	300	0	24	0	24	25	0	56	72	24	0	10	0	0	54	0	0	48	0	0	12	30
5	ВПО	301	0	16	0	150	302	200	0	8	0	0	48	0	0	30	0	0	50	0	48	52	50
6	ВПО	302	24	30	14	72	8	0	18	26	10	8	8	0	0	12	0	0	12	6	12	30	20
7	ВПО	303	0	52	0	80	120	95	20	32	26	10	18	0	0	8	0	0	5	0	55	64	45
8	ВПО	304	8	15	6	24	60	40	0	24	0	0	18	0	0	24	10	16	24	18	24	36	30
9	ВПО	305	0	16	0	48	64	46	24	72	36	0	24	10	10	40	10	0	8	0	63	80	70
10	ВПО	306	18	24	20	8	24	16	84	110	72	0	8	8	24	40	30	8	8	0	48	60	50
11	ВПО	307	0	12	0	72	90	72	0	48	24	0	24	0	0	8	0	24	24	0	8	24	72
12	ВПО	308	48	24	24	8	8	16	72	80	72	24	48	48	30	6	30	56	80	56	80	72	50
13	ВПО	309	30	48	0	168	200	180	36	18	20	8	8	0	0	8	0	0	8	8	92	76	84
14	ВПО	310	24	24	0	240	24	240	72	24	72	0	8	0	0	8	0	0	8	0	140	24	140
15	ВПО	311	0	12	0	72	72	0	24	48	0	0	10	5	0	8	0	0	8	0	56	24	56
16	ВПО	312	10	8	10	160	12	90	180	100	90	0	10	5	0	12	0	0	18	0	160	24	60
17	ВПО	313	10	18	12	220	48	200	80	10	80	12	12	0	24	12	0	10	20	16	130	30	80
18	ВПО	314	30	15	24	100	50	70	84	48	60	24	30	26	0	10	0	10	10	0	240	48	248
19	ВПО	315	12	8	0	50	24	35	150	36	90	12	10	0	18	8	0	21	20	24	72	36	50
20	ВПО	316	20	12	15	60	12	40	140	34	140	8	8	0	10	8	0	0	10	0	64	12	64
21	ВПО	317	48	24	24	8	8	16	72	80	72	24	48	48	30	6	30	56	80	56	80	72	50
22	ВПО	318	0	16	0	150	302	200	0	8	0	0	48	0	0	30	0	0	50	0	48	52	50
23	ВПО	319	0	8	0	72	24	72	0	8	8	0	10	0	0	21	10	0	10	10	80	72	80

Кесте 2.6 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
24	ВПО	320	0	12	0	220	48	220	0	20	10	12	10	10	20	12	12	0	12	12	56	34	30
25	ВПО	321	8	14	10	100	24	60	10	8	12	8	8	10	0	8	12	10	8	12	100	80	90
26	ВПО	322	18	9	14	122	24	70	10	8	12	8	10	8	0	12	8	12	12	8	204	160	120
27	ВПО	323	0	12	0	72	72	0	24	48	0	0	10	5	0	8	0	0	8	0	56	24	56
28	ВПО	324	10	8	0	100	24	60	32	15	20	12	8	2	16	5	16	12	5	12	48	20	30
29	ВПО	325	14	8	7	56	24	30	114	24	70	12	8	8	20	8	14	12	8	5	84	72	90
30	ВПО	326	0	8	8	68	72	70	118	68	74	10	8	0	14	5	10	12	8	4	65	32	45
31	ВПО	327	10	8	9	56	12	48	80	8	56	0	8	8	0	8	0	0	8	8	34	12	28
32	ВПО	328	12	8	8	202	24	100	90	24	60	8	8	0	0	8	0	0	10	8	86	8	46
33	ВПО	329	8	8	0	0	24	0	0	48	0	12	8	8	10	8	0	16	12	0	24	8	16
34	ВПО	330	0	24	0	24	25	0	56	72	24	0	10	0	0	54	0	0	48	0	0	12	30
35	ВПО	331	0	12	0	116	48	75	24	12	18	0	8	0	16	12	16	0	32	18	56	24	40
36	ВПО	332	0	12	0	28	56	40	80	24	50	12	8	0	24	10	0	32	24	10	23	12	20
37	ВПО	333	0	36	0	336	450	390	30	60	48	0	24	0	0	55	53	24	30	0	72	80	100
38	ВПО	334	0	52	0	80	120	95	20	32	26	10	18	0	0	8	0	0	5	0	55	64	45
39	ВПО	335	18	24	20	8	24	16	84	110	72	0	8	8	24	40	30	8	8	0	48	60	50
40	ВПО	336	12	10	5	56	20	35	14	5	8	0	12	6	10	10	0	0	12	0	56	34	40
41	ВПО	337	0	10	0	78	24	42	48	36	10	0	18	6	5	5	0	0	8	0	87	36	12
42	ВПО	338	10	8	0	65	32	24	25	12	10	12	8	6	5	5	0	10	5	0	34	12	0
43	ВПО	339	14	9	14	122	24	70	10	8	12	8	10	8	0	12	8	12	12	8	204	130	116
44	ВПО	340	12	8	0	85	48	60	24	8	10	8	8	0	8	10	5	75	12	0	76	35	60
45	ВПО	341	20	8	0	110	48	80	20	12	0	10	8	0	12	8	0	84	24	50	24	16	50
46	ВПО	342	0	8	0	0	8	16	74	48	60	0	8	0	0	8	0	16	8	16	24	12	20
47	ВПО	343	10	18	12	220	48	200	80	10	80	12	12	0	24	12	0	10	20	16	130	30	80
48	ВПО	344	0	8	0	67	24	94	27	12	20	0	8	0	0	8	0	12	8	10	58	12	30
49	ВПО	345	0	10	6	56	12	35	24	8	16	10	10	8	0	8	10	0	8	0	24	8	10
50	ВПО	346	8	8	0	36	8	16	24	12	0	0	8	0	10	10	0	0	8	0	56	12	30

Кесте 2.6 жалғасы

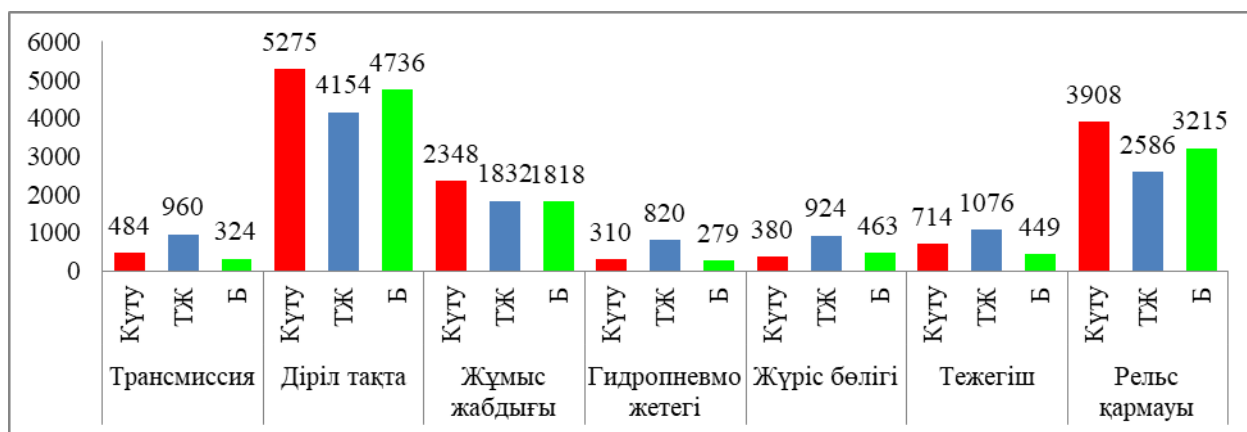
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
51	ВПО	347	0	6	12	24	8	0	0	8	0	0	8	10	0	10	0	0	10	0	12	10	0
52	ВПО	348	0	36	0	336	450	390	30	60	48	0	24	0	0	55	53	24	30	0	72	80	100
53	ВПО	349	0	12	0	0	12	16	0	12	36	0	8	0	8	10	0	0	10	0	0	12	0
54	ВПО	350	18	9	14	122	24	70	10	8	12	8	10	8	0	12	8	12	12	8	204	160	120
55	ВПО	351	0	8	12	0	24	66	0	8	0	0	10	10	8	8	0	0	8	0	24	8	10
Барлығы																							
	Трансмиссия					Дірілблоқтың жетегі			Жұмыс жабдығы			Гидропневмо жетегі			Жүріс бөлігі			Тежегіш			Рельстік қармау		
№	түрі	№	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б
1	Duomatic	3100	0	8	0	0	8	8	12	8	6	8	8	0	0	12	6	0	8	4	0	8	0
2	Duomatic	3101	0	10	8	5	8	0	24	8	16	10	8	0	10	8	0	6	8	0	12	8	8
3	Duomatic	3102	0	8	0	10	8	0	56	8	0	0	10	6	24	8	16	12	8	10	6	10	0
4	Duomatic	3103	0	8	24	0	12	4	14	10	12	16	8	8	12	10	0	0	10	8	0	8	10
5	Duomatic	3104	10	24	0	0	8	10	0	10	8	0	16	24	16	8	10	12	14	8	24	12	18
6	Duomatic	3105	0	12	0	4	8	8	24	16	12	36	12	10	6	8	12	10	8	0	16	16	0
7	Duomatic	3106	12	16	48	0	8	12	8	8	0	14	8	0	8	10	8	24	8	12	0	8	0
8	Duomatic	3107	0	8	0	0	8	8	10	8	0	12	8	10	8	12	4	0	16	0	10	8	8
9	Duomatic	3108	10	24	0	10	12	20	24	16	20	0	8	12	24	8	10	10	10	16	0	9	0
10	Duomatic	3109	24	36	0	34	18	20	36	10	26	10	8	0	8	12	28	0	12	24	0	10	8
11	Duomatic	3110	14	48	0	0	8	12	24	10	15	8	48	36	0	8	0	0	6	0	0	12	0
12	Duomatic	3111	0	8	0	12	8	6	12	8	10	0	10	0	4	4	0	8	10	0	0	8	6
барлығы																							
	Трансмиссия					Дірілблок жетегі			Жұмыс жабдығы			Гидропневмо жетегі			Жүріс бөлігі			Тежегіш			Рельс қармаулары		
№	түрі	№	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	ВПР	190	0	8	0	4	12	10	8	8	0	0	16	0	6	8	0	0	8	12	4	8	0

Кесте 2.6 жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	ВПР	191	0	10	0	32	24	25	24	12	16	84	45	60	36	18	24	15	46	24	10	12	0
3	ВПР	192	8	12	10	52	16	30	92	24	84	40	24	30	16	8	12	38	24	0	26	10	0
4	ВПР	193	6	8	0	0	10	8	24	16	20	10	9	8	20	32	25	0	17	8	14	8	0
5	ВПР	194	8	8	10	48	17	8	8	14	10	8	8	0	58	36	48	15	28	0	0	14	12
6	ВПР	194	0	10	12	80	12	60	64	50	45	12	10	0	74	36	78	0	14	6	0	36	20
7	ВПР	196	0	8	0	29	18	30	24	18	25	24	10	8	8	10	0	0	24	8	0	20	16
8	ВПР	197	0	8	0	34	18	20	0	20	10	10	8	8	0	8	0	0	36	19	14	8	0
9	ВПР	198	24	14	0	10	8	0	8	8	0	60	16	40	57	25	40	0	24	10	32	28	0
10	ВПР	199	10	8	12	0	16	10	16	16	0	34	12	12	0	12	0	0	16	12	44	23	16
11	ВПР	180	0	10	24	19	12	8	20	15	8	10	16	8	0	36	20	0	32	0	0	58	10
12	ВПР	181	16	8	0	84	22	16	58	40	30	16	8	10	0	10	0	0	25	8	0	16	8
13	ВПР	182	0	6	4	42	24	10	10	8	0	42	24	8	20	16	0	0	64	8	8	8	0
14	ВПР	183	0	10	0	12	25	10	25	20	0	0	16	0	0	8	0	0	22	10	18	12	0
15	ВПР	184	0	8	0	8	16	14	15	8	8	0	36	20	16	12	0	0	16	8	14	8	9
16	ВПР	185	16	8	10	58	25	30	10	8	8	0	8	8	0	24	14	0	10	0	0	8	0
Барлығы	ВПР																						
	Трансмиссия					Дірілблоқтың жетегі			Жұмыс жабдығы			Гидропневмо жетегі			Жүріс бөлігі			Тежегіш			Рельстік қармау		
№	Түрі	№	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б	Күту	ТЖ	Б
1	Unimat	101	8	8	0	8	10	14	0	8	24	14	10	8	4	12	6	6	8	8	8	8	10
2	Unimat	102	0	10	8	0	12	12	16	10	0	10	8	0	6	24	10	10	8	0	12	10	8
3	Unimat	103	12	8	0	36	16	14	8	8	0	8	8	0	36	16	12	0	36	40	36	24	16
4	Unimat	104	20	8	0	30	28	10	20	12	0	10	8	0	12	8	0	84	24	50	24	16	50
5	Unimat	105	16	8	10	19	24	0	19	12	0	24	12	10	0	24	36	8	8	0	0	10	42
6	Unimat	106	12	10	6	0	12	0	0	10	16	10	8	8	0	16	14	19	10	8	17	16	8
7	Unimat	107	36	24	12	0	8	6	0	24	15	24	10	16	24	16	8	8	0	8	0	15	36
8	Unimat	108	16	8	0	84	22	16	0	16	8	0	8	6	36	12	20	36	20	10	0	24	0
9	Unimat	109	24	10	8	34	10	18	25	8	10	0	16	4	42	8	10	24	8	14	0	16	8-

Жол жөндеу машиналар паркінің ішінде жиі істен шағатын ВПО-3-3000 машинасы, оның ішінде екі торабы жиі сынады - магниттік рельс қармауы: 2016-2019 жылдар арасында жасалған статистика мәліметтері бойынша 9709 сағат бос тұрған және діріл тақтасының электрлі жетегі: 14165 сағат бос тұрған.

Екі тораптың істен шығу уақыты қосылып, жіктеліп (күту, ТЖ, Б қосымша бөлшекті күту уақыты), % қатынаста есептелген қорытынды мәліметтер 2.7 кестесінде көрсетілген. Жол жөндейтін ВПО машинасының істен-шығуының қорытынды мәліметтері негізінде диаграмма тұрғызылды, 2.3 сурет.



Сурет 2.3 – ВПО машинасының істен шығуының қорытынды мәліметтері бойынша диаграммасы

Кесте 2.7 – ВПО-3-3000 машинасының екі торабының істен шығуы туралы мәліметтер

Магнитті рельс қармауы				Діріл тақтасының электрлі жетегі			
Барлығы	Күту	ТЖ	Бөлшектерді күту	Барлығы	Күту	ТЖ	Бөлшектерді күту
9709	3908	2586	3215	14165	5275	4154	4736
100%	40%	26,6%	33,2%	100%	37,24%	29,3%	33,4%

Жол жөндеуші ВПО-3-3000 машинасының істен шығуының негізгі себептері 2.8 кестеде көрсетілген.

Кесте 2.8 - Жол жөндеуші ВПО-3-3000 машинасының істен шығуының негізгі себептері

Ақау сипаттары	Ықтимал себептері
1. Негізгі көтеру-тегістеу құрылғысының магнитті қармауының сенімсіз жұмысы	
1.1 Негізгі көтеру-тегістеу құрылғысының магнитті қармауынан рельс-шпал торының алынып қалуы	Жолды көтерудің үлкен мөлшері және балласт мөлшерінің көп болуы
	Магнитті қармаудың тірек роликтерінің реттеуі бұзылған
	Катушка жанған
1.2 Магнитті қармауыштарды ұстайтын күштің жоқтығы (оң жақтағы пульт амперметрі тоқ күшінің мөлшерін көрсетпей тұр)	Катушкалардың қоректендіру тізбегінің үзілуі немесе қоректендіру тізбектеріндегі автоматты ажыратқыштардың ажыратылуы
2. Электрқозғалтқыштың істен шығуы	
2.1 Электрқозғалтқыш (іске қосқан кезде қозғалтқыш қосылмай әдеттен тыс дыбыс шығарады және қызады)	Фазалардың біреуінде кернеудің болмауы
2.2 Жұмыс барысында қозғалтқыш қызады және әдеттен тыс дыбыс шығарады	Қорек фазасы үзіледі
	Тұйықталу
2.3 Мойынтірек тораптарының қызуы және электрқозғалтқыштың жұмысы барысында әдеттен тыс дыбыс шығаруы	Электрқозғалтқышы білігі мен онымен байланыстағы механизмінің өзара орталықтандыруы бұзылады
	Мойынтірек торабында майдың болмауы
	Мойынтірек сынуы немесе ақаулануы
2.4 Қозғалтқышты қорғау автоматтарының жиі іске қосылуы	Қозғалтқышы тұрақты жүктемемен жұмыс жасаған

Кәсіпорын жұмыс тиімділігін арттырудың бір жолы ретінде жоғарыда аталған ВПО-3-3000 машинасының істен шығу себептерін ескеріп, осы тораптарды жаңғырту сұрақтарын зерттеу қажет.

ВПО-3-3000 машиналарында қолданылатын электрмагнитті рельс қармаулары және діріл тақталарының электр жетегі сенімсіз және өте жиі істен шығады. Қармау рельс-шпал торын ұстай алмай жіберіп қойғанда, жұмыс органдарын қайта дайындап, тордың қисықтарын қайта жөндеуге тура келеді. Нәтижесінде торды түзетудің дәлдігі мен өнімділігі азаяды.

2.3 Тәжірибелік деректерді талдау

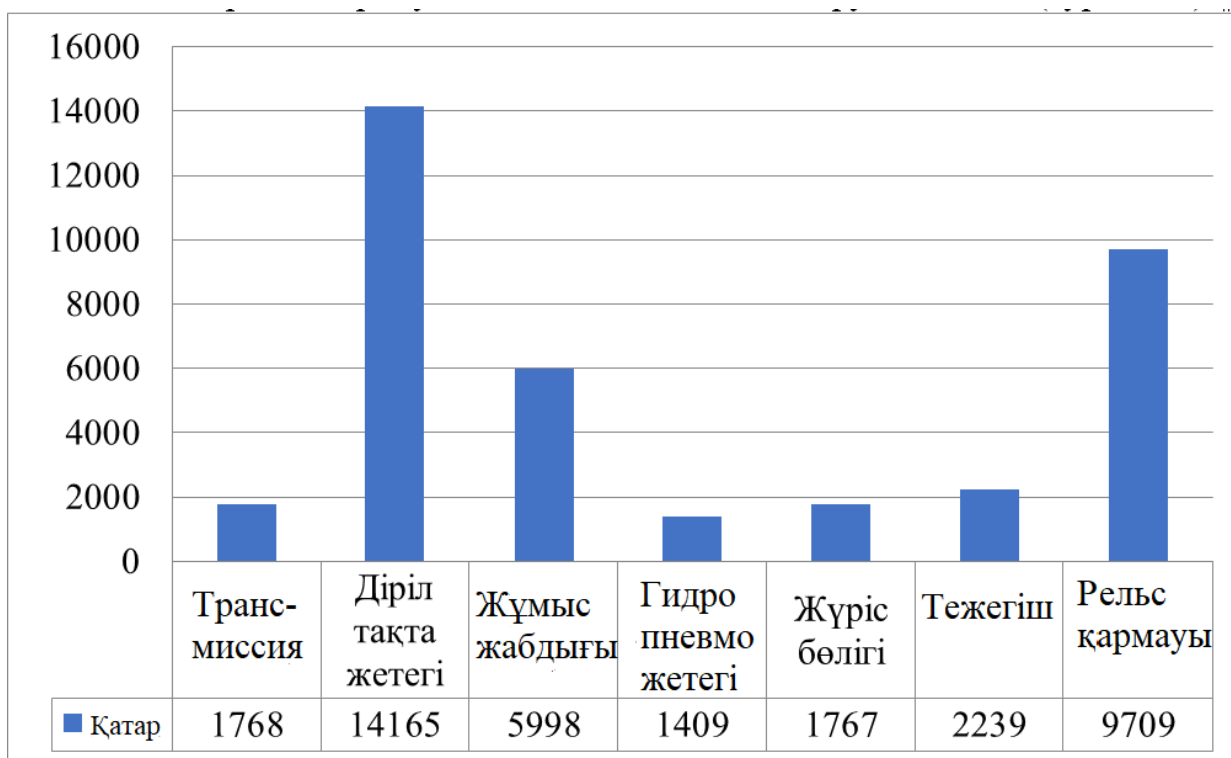
Істен шығу деректері бойынша жол жөндеу машиналарының пайдалану сенімділіктерін аналитикалық зерттеу нәтижесінде теміржол жолының қалыпты геометриялық тұрақтығын қамтамасыз ететін техника істен шығар алдындағы жағдайға жеткенде қолданыстан шығарылмайды, бұл жағдай жөндеу жұмыстары барысында технологиялық үрдіске кері әсерін тигізуі

мүмкін. 2.9 - кестеде ВПО машинасы тораптарының істен шығуы туралы деректер көрсетілген:

Кесте 2.9 – ВПО машинасы тораптарының істен шығуы туралы деректер

Транс-миссия	Діріл тақта жетегі	Жұмыс жабдығы	Гидропневмо жетегі	Жүріс бөлігі	Тежегіш	Рельс қармаулары
1768	14165	5998	1409	1767	2239	9709

Жоғарыда атап өткендей, ВПО машинасының істен-шығу саны бойынша диаграмма тұрғызылды, сол диаграммаға сәйкес діріл тақта жетегі мен магнитті рельс қармауының жиі сынатынын көруге болады (сурет 2.4).

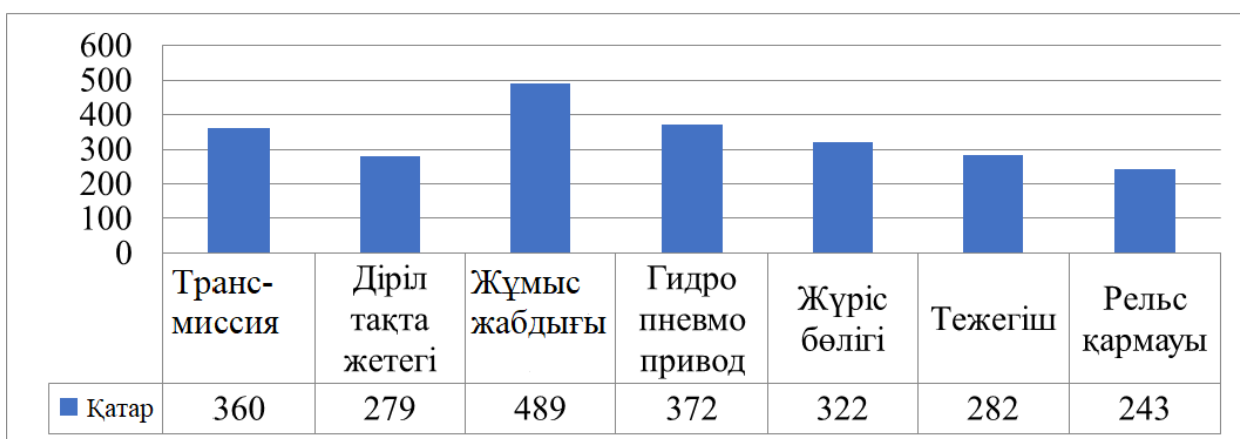


Сурет 2.4– ВПО машинасының жүйелерінің істен-шығу деректері бойынша диаграмма

Duomatic, ВПР және Unimat машиналары бойынша деректер жиналып, өңделіп диаграммалары тұрғызылды (2.10-2.12 кестелер), (2.5-2.7 суреттер).

Кесте 2.10 – Duomatic машинасының істен шығуы бойынша деректері

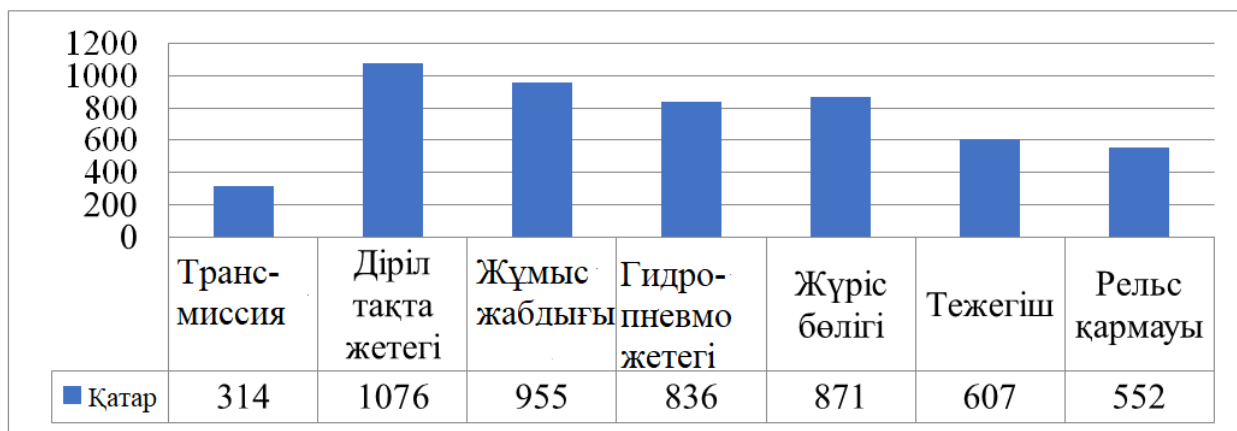
Транс миссия	Діріл тақта жетегі	Жұмыс жабдығы	Гидропневмо жетегі	Жүріс бөліс	Тежегіш	Рельс қармауы
360	297	489	372	322	282	243



Сурет 2.5– Duomatic машинасы жүйелерінің істен шығу деректері бойынша диаграмма

Кесте 2.11 - ВПР машинасы жүйелерінің істен шығу деректері бойынша диаграмма

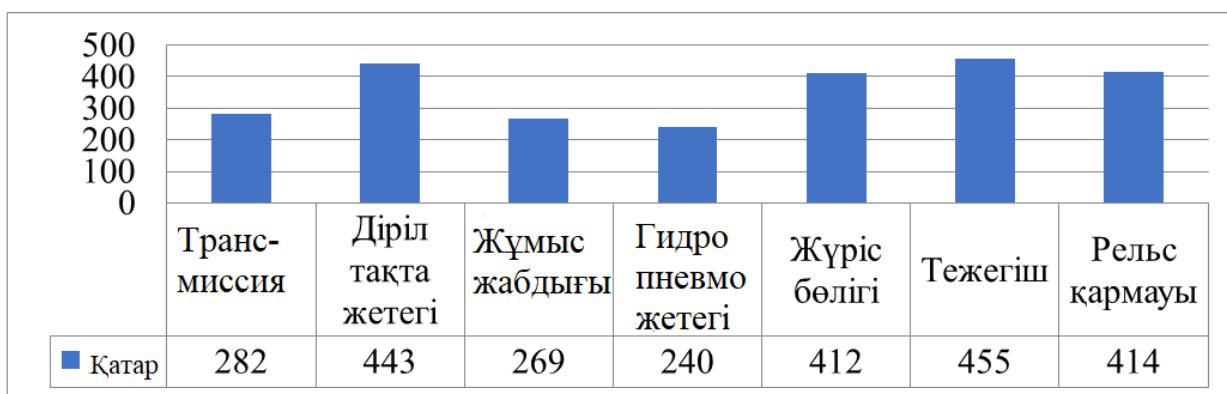
Транс-миссия	Діріл тақтаның жетегі	Жұмыс жабдығы	Гидропневмо жетегі	Жүріс бөлігі	Тежегіш	Рельс қармауы
314	1076	955	836	871	607	552



Сурет 2.6– ВПР машинасы жүйелерінің істен шығу деректері бойынша диаграмма

Кесте 2.12 – Unimat машинасының істен шығуы бойынша жиналған деректер

Трансмиссия	Діріл тақта жетегі	Жұмыс жабдығы	Гидропневмо привод	Жүріс бөлігі	Тежегіш	Рельс қармауы
282	443	269	240	412	455	414



Сурет 2.7–Unimat машинасы жүйелерінің істен шығу деректері бойынша диаграмма

Кестелер сараптамасы (2.9-2.11 кестелер) және диаграммалар (сурет 2.6-2.8) көрсеткендей, Duomatic, ВПР және Unimat машиналары ВПО-3-3000 машинасына қарағанда сирек сынады.

Машиналардың сенімділігін машина паркінің техникалық пайдалануының сапа көрсеткіші ретінде санауға болады. Техникалық пайдаланудың сапасын арттырумен байланысты тапсырмалардың бірі болып, тозу қарқындылығына әсер ететін факторларды таңдау және оларды түзету әдістерін әзірлеу болып табылады [82].

Диссертациялық жұмыста ВПО машинасының сенімді жұмысының көрсеткіштерінің есептері көрсетілген.

Қазақстан теміржол жолдарында 55 ВПО-3-3000 машиналары жөндеу жұмыстарын жүргізеді. Мысал ретінде 60 км жолды жөндеу барысындағы ВПО машинасының ең күрделі тораптарының сыну ықтималдығын қарастырамыз. ВПО-3-3000 машинасының істен шығу саны – 30-ды құрады. Жұмыс жүргізілген жол ұзындығы Δl - 60 км деп алынды. Нақты учаскеде ВПО-3-3000 машинасының істен шығу саны $\sum r(\Delta l)$: 2, 4, 6, 8, 6, 4.

Машинаның сенімді жұмысының көрсеткіштері есептеліп уақытқа байланысты тәуелділіктер тұрғызылды [66].

Бастапқы берілгені 2.13 – кестеде көрсетілген.

Кесте 2.13 – Бастапқы берілгені

Δl , км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(\Delta l)$	2	4	6	8	7	9

(2.1) теңдеуі бойынша әр жұмыс фронты үшін машинаның сенімді жұмысының ықтималды шамасы анықталды. Жөндеу жұмыстарының 0-10 км аралығындағы учаскеде машинаның сенімді жұмысының ықтималды шамасы:

$$P = (0 \div 10) = 1 - \frac{r(l)}{N_0} = 1 - \frac{2}{55} = 0,96; \quad (2.1)$$

$$P(10 \div 20) = 1 - \frac{4}{55} = 0,92;$$

$$P(20 \div 30) = 1 - \frac{6}{55} = 0,89;$$

$$P(30 \div 40) = 1 - \frac{8}{55} = 0,85;$$

$$P(40 \div 50) = 1 - \frac{7}{55} = 0,87;$$

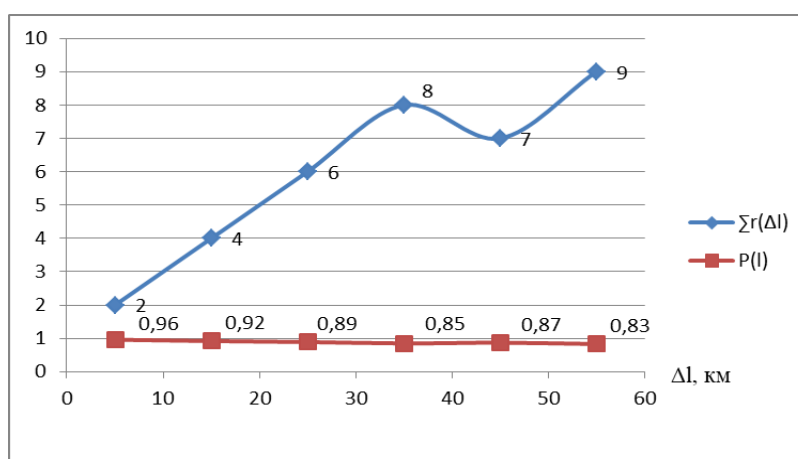
$$P(50 \div 60) = 1 - \frac{9}{55} = 0,83.$$

Машинаның сенімді жұмысының ықтималды шамасын есептеудің нәтижелері 2.14 кестеде толтырылған.

Кесте 2.14 - Машинаның сенімді жұмысының ықтималды шамасын есептеудің нәтижелері $P(l)$ келесідей болады:

Δl , км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(\Delta l)$	2	4	6	8	7	9
$P(l)$	0,96	0,92	0,89	0,85	0,87	0,83

ВПО-3-3000 машинасының сенімді жұмысының жөндеу жұмыстарына байланысты өзгеру сипаты көрсетілген (сурет 2.8). Атап өту керек, графиктің бірінші нүктесінде, яғни жүріс 0-ге тең болған жағдайда сенімді жұмыс ықтималдығы 1-ге тең болады.



Сурет 2.8 – Жасалған жұмыс көлеміне байланысты ВПО-3-3000 машинасының сенімді жұмысының ықтималды сипатының өзгеруі

ВПО-3-3000 машинасының сыну ықтималдығын есептеу 2.2 формуламен жүргізілген:

$$Q(0 \div 10) = 1 - P(l) = 1 - 0,96 = 0,04; \quad (2.2)$$

$$Q(10 \div 20) = 1 - P(l) = 1 - 0,92 = 0,08;$$

$$Q(20 \div 30) = 1 - P(l) = 1 - 0,89 = 0,11;$$

$$Q(30 \div 40) = 1 - P(l) = 1 - 0,85 = 0,15;$$

$$Q(40 \div 50) = 1 - P(l) = 1 - 0,87 = 0,13;$$

$$Q(50 \div 60) = 1 - P(l) = 1 - 0,96 = 0,17.$$

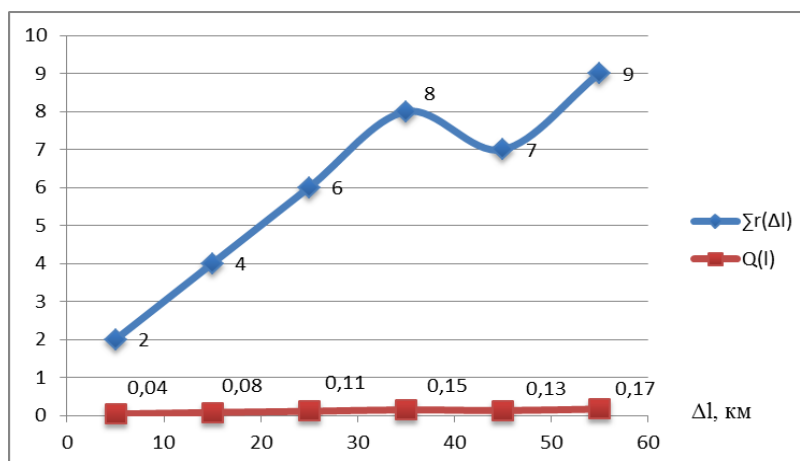
ВПО-3-3000 машинасының сыну ықтималдығын есептеу нәтижелері 2.15-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 2.15 - ВПО-3-3000 машинасының сыну ықтималдығының есептеуі 2.2 формуламен жүргізілген $-Q(l)$:

Δl , км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(l)$	2	4	6	8	7	9
$Q(l)$	0,04	0,08	0,11	0,15	0,13	0,17

ВПО-3-3000 машинасының сыну ықтималдығының есептеуі 2.2 формуламен жүргізілген.

Жүргізілген жұмыс көлеміне байланысты ВПО-3-3000 машинасының істен шығу ықтималдығы 2.9 суретте көрсетілген. Бірінші нүктеде жөндеу жұмысы басталғанда істен шығу ықтималдығы 0-ге тең болады.



Сурет 2.9 – Істен шығу $Q(l)$ ықтималдығының Δl км жұмыс фронтына байланысты өзгеруі

2.3 формуласындағы теңдеу бойынша істен шығу жиілігі есептелді:

$$\alpha(0 \div 10) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{2}{55 \cdot 10} = 3,63 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}; \quad (2.3)$$

$$\alpha(10 \div 20) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{4}{55 \cdot 10} = 7,27 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}};$$

$$\alpha(20 \div 30) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{6}{55 \cdot 10} = 10,9 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}};$$

$$\alpha(30 \div 40) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{8}{55 \cdot 10} = 14,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}};$$

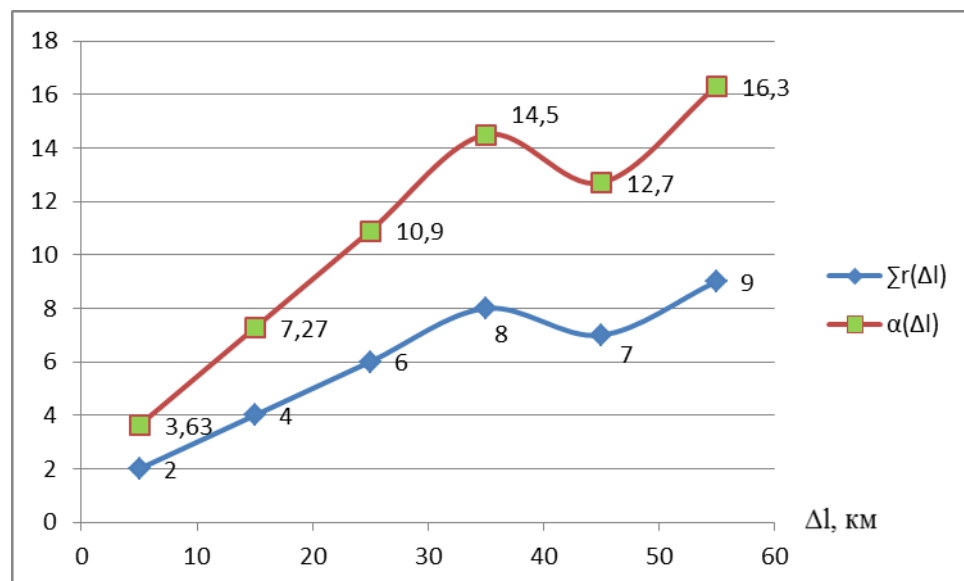
$$\alpha(40 \div 50) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{7}{55 \cdot 10} = 12,7 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}};$$

$$\alpha(50 \div 60) = \frac{r(\Delta l)}{N_0 \cdot \Delta l} = \frac{9}{55 \cdot 10} = 16,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}.$$

Істен шығу жиілігін есептеудің нәтижелері 2.16 кестесінде көрсетілген.

Кесте 2.16 - ВПО-3-3000 машинасының істен шығу жиілігі

$\Delta l, \text{ км}$	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(l)$	2	4	6	8	7	9
$\alpha(\Delta l), 10^{-4}, \frac{1}{\text{км}}$	3,63	7,27	10,9	14,5	12,7	16,3



Сурет 2.10 - ВПО-3-3000 машинасының істен-шығу жиілігінің графигі

Ары қарай, (2.4) және (2.5) формулаларындағы теңдеулер бойынша ВПО машинасының жұмыс фронтына байланысты істен шығу қарқындылығы есептелді.

Алғашқыда 0 ден 10 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналарының орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(0) + N(0+10)}{2} = \frac{55 + (55 - 0)}{2} = 55. \quad (2.4)$$

0-10 км жол аралығындағы ВПО машинасының істен-шығу қарқындылығы келесідей болады:

$$\lambda(0 \div 10) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{2}{55 \cdot 10} = 3,63 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}. \quad (2.5)$$

10 ден 20 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналардың орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(10) + N(10+20)}{2} = \frac{53 + (53 - 4)}{2} = 51.$$

Жоғарыда көрсетілген тәсілмен 10-20 км аралығындағы қарқындылық анықталды:

$$\lambda(10 \div 20) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{4}{51 \cdot 10} = 7,84 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}.$$

20 ден 30 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналарының орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(20) + N(20+30)}{2} = \frac{51 + (51 - 6)}{2} = 48.$$

20-30 км аралығындағы ВПО машинасының істен шығу қарқындылығы келесідей анықталады:

$$\lambda(20 \div 30) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{6}{48 \cdot 10} = 12,5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}.$$

30 ден 40 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналарының орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(30) + N(30+40)}{2} = \frac{48 + (48 - 8)}{2} = 44.$$

30-40 км аралығындағы машинаның істен-шығу қарқындылығы келесідей болады:

$$\lambda(30 \div 40) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{8}{44 \cdot 10} = 18,2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}.$$

40 ден 50 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналарының орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(40) + N(40+50)}{2} = \frac{44 + (44 - 6)}{2} = 41.$$

40 - 50 км жол аралығындағы машинаның істен шығу қарқындылығы:

$$\lambda(40 \div 50) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{7}{41 \cdot 100} = 17,07 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{км}}.$$

50 ден 60 км жол аралығында жұмысқа қабілетті ВПО машиналарының орташа саны анықталды:

$$N_{cp} = \frac{N(50) + N(50 + 60)}{2} = \frac{41 + (41 - 9)}{2} = 36.$$

50 - 60 км жол аралығындағы машинаның істен-шығу қарқындылығы келесідей болады:

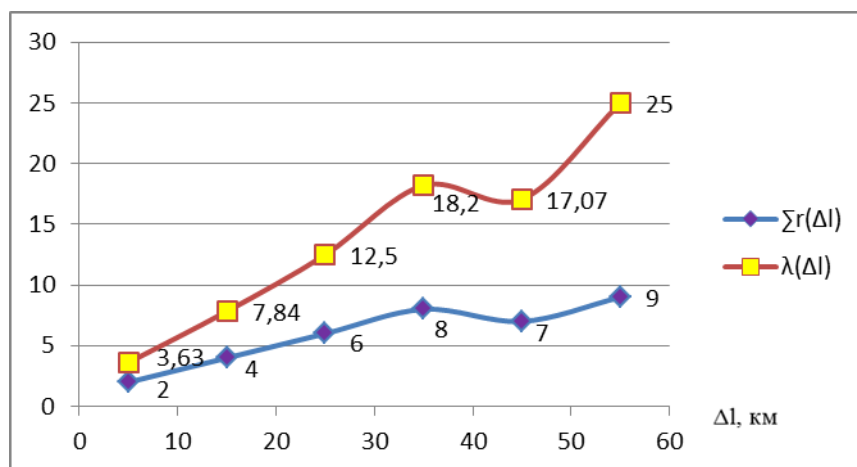
$$\lambda(50 \div 60) = \frac{r(\Delta l)}{N_{cp} \cdot \Delta l} = \frac{9}{36 \cdot 10} = 25 \cdot 10^{-3} \frac{1}{км}.$$

Істен шығу $\lambda(\Delta l)$ қарқындылығын есептеу нәтижелері 2.17 кестеде көрсетілген.

Кесте 2.17 - $\lambda(\Delta l)$ істен-шығу қарқындылығын есептеу нәтижелері

Δl , км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(l)$	2	4	6	8	7	9
$\lambda(\Delta l), 10^{-3}, \frac{1}{км}$	3,63	7,84	12,5	18,2	17,07	25

2.11 - суретте жөндеу жұмыстарының көлеміне байланысты істен шығу қарқындылығының өзгеруі көрсетілген.



Сурет 2.11 - Жөндеу жұмыстарының көлеміне байланысты істен шығу қарқындылығының өзгеруі

2.6 - 2.7 формулаларындағы теңдеулері бойынша істен шығуға дейінгі атқарылым мен істен шығу ағынының көрсеткіштері анықталды:

$$L_1 = \frac{\sum_{i=1}^N l_i}{\sum_{i=1}^N r_i} = \frac{60}{36} = 1,6 км; \quad (2.6)$$

мұнда l_i – элементтің істен шыққанға дейінгі жұмыс атқаруы; r_i – істен шығу саны.

(2.7)

Алынған нәтижелерді жүйелендіріп, 2.18 - кесте түрінде толтырамыз.

Кесте 2.18 – ВПО-3-3000 машинасының сенімділік көрсеткіштерін есептеу нәтижелері

Δl , км	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
$\sum r(l)$	2	4	6	8	7	9
$P(l)$	0,96	0,92	0,89	0,85	0,87	0,83
$Q(l)$	0,04	0,08	0,11	0,15	0,13	0,17
$\alpha(\Delta l), 10^{-4}, \frac{1}{км}$	3,63	7,27	10,9	14,5	12,7	16,3
$\lambda(\Delta l), 10^{-4}, \frac{1}{км}$	3,63	7,84	12,5	18,2	17,07	25

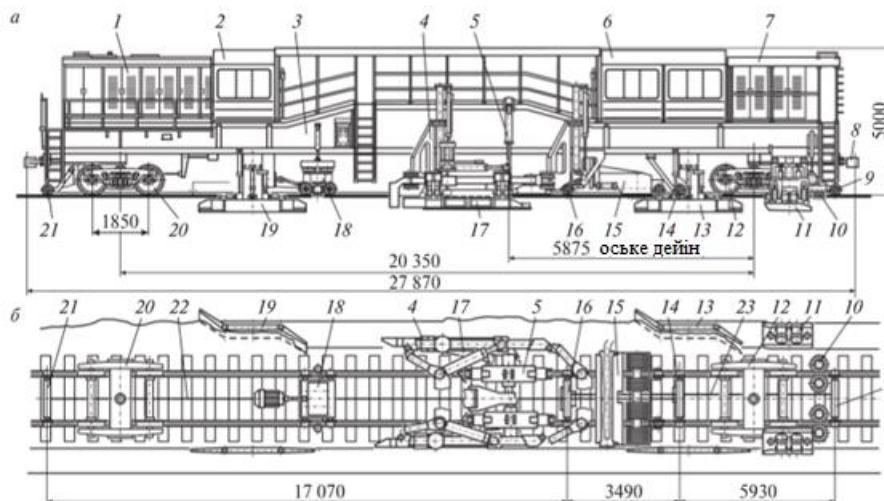
Жол жұмыстарының бастапқы кезінде ВПО машинасының істен шығу сараптамасы істен шығу қарқындылығының 3,63-ке тең болғанын көрсетті. Жұмыстарды жүргізу барысында істен шығу қарқындылығының артқанын көреміз, ал жұмыс соңында ол өзінің шектік деңгейіне жетеді ($\lambda_{ор}=16,3$).

2.4 ВПО-3-3000 машинасының құрылымы

Елімізде жол торын түзеуге және күрделі жөндеуден кейін тығыздауға қолданылатын ВПО-3-3000 машинасының 55 данасы бар.

«Тулажелдормаш» ЖАҚ зауыты шығарған тиеу-қағу-түзету ВПО-3-3000 машинасы жол жөндеу жұмыстарының барлық түрлерінде қолданылады, сонымен қатар қиыршық тасты терең тазалағаннан кейін жолды тұрақтандырып, тығыздау жұмыстарын да атқарады. Машина ВПО-3-3000 жол құрылысы мен оны жөндеу жұмыстарының технологиялық үрдісінің қорытынды жұмыстарын орындауға арналған кешен. Машинаның негізгі орындайтын қызметтері: бойлық профиль, деңгей және жоспар бойынша жолды түзету, сонымен қатар барлық көлемінде балласт қабатын тығыздау. Технологиялық үрдіспен бірге мөлшерлеп-жоспарлау жұмыстары, динамикалық тұрақтандыру және машина өту барысында рельс пен шпалды артық балластан тазалау жұмыстары жүргізіледі. Аталған жұмыстар күрделі, орташа, күшейтілген орташа және көтеру жөндеу жұмыстарында жүргізіледі. Барлық технологиялық үрдістер жөндеу машинасын тепловоздан ажыратпай үзіліссіз қозғалысымен жүргізіледі [29, 543 бет].

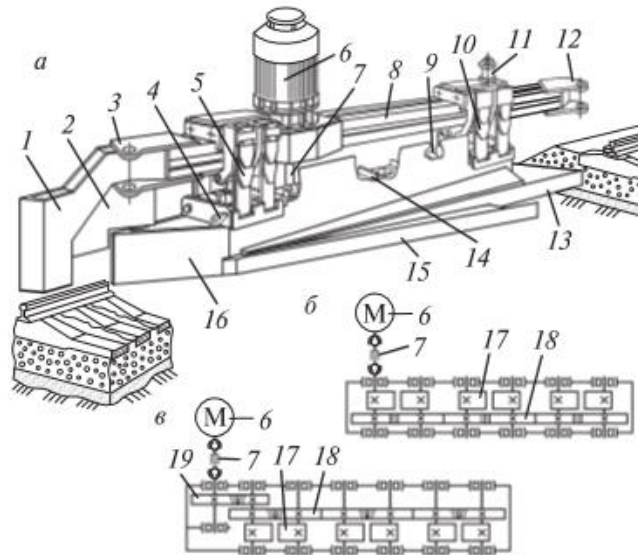
Жұмыс органдардың көбінде көлемді гидрожетек қолданылады, және оның сорғы стансасы машинаның артқы жағында капот 7 астында орналасқан (сурет 2.12). Машинамен басқару алдыңғы 2 кабинадан жүргізіледі және түзету жұмыстарымен басқару 6 кабинадан жүргізіледі. Кабиналар резіңке-металды амортизаторларда орнатылған [29].



Сурет 2.12 - Түзету-қағу-өңдеу ВПО-3-3000 машинасы: 1 — айнымалы тоқтың негізгі және қосымша дизель-электрлі агрегаты; 2 және 6 — алдыңғы және артқы басқару кабинасы; 3 — ферма; 4 — діріл тақтасының қозғалу механизмі; 5 — көтеру-тегістеу құрылғысы; 7 — сорғы стансасы; 8 — автотіркеу; 9, 14, 16 және 21 — артқы, аралық және артқы арбының бақылау-өлшеу жүйесі; 10 — белсенді рельс щеткасы; 11 — еңіс пен жол шетін және балласт призмасының жол аралығын тығыздау жұмыстарын жүргізеді; 12 және 20 — артқы және алдыңғы жүріс арбасы; 13 — жоспарлаушы; 15 — балласт жинағы; 17 — негізгі дірілтақта; 18 — жолды динамикалық тұрақтандырғыштың жұмыс органы; 19 — дозатор; 22 және 23 — жұмыс және бақылау-өлшеу жүйесінің трос-хордалары

Негізгі дірілді тақталар – тығыздаушы жұмыс органдары балласт қабатын шпал астымен және шпал жанынан үздіксіз дірілді қысумен көлденең жазықтықта тығыздайды.

Дірілді тақта (сурет 2.13, а) тозуға төзімді дәнекерленген темірден тұрады. Корпусы жоспарда үшкірленген ұштан 16, негізгі 15 және қосымша 13 тығыздаушы сыналардан тұрады және осы элементтермен балласт қабатының шпал астын дірілді қысумен тығыздау жүргізіледі. Корпус ішінде жолға көлденең мәжбүрлеу күшпен әсер ететін дірілқоздырғышты 14 алты дебаланс (сурет 2.13) орнатылған [29, 546 бет].



Сурет 2.13 - Дірілтақтасы бар бойлық білеу: а — жалпы көрініс; б, в — ВПО машиналарының дірілтақтарының кинематикалық сызбалары; 1 және 2 — балласт кесуші және соғу беті; 3 және 12 — аспаның көтеру-бұрылу бекітпелерінде бекіту көздері; 5 және 10 — рессор беттерінің алдыңғы және артқы жинақтары; 6 және 7 — дебалансты діріл қоздырғышы жетегінің электрқозғалтқышы және кардан білігі; 8 — бойлық аралық; 11 — діріл тақтаның көлденең қозғалу гидроцилиндрінің өсі; 13 және 15 — негізгі және қосымша тығыздаушы сыналар; 14 — алты дебалансты діріл қоздырғыш; 16 — ұшы; 17 — дебаланс; 18 және 19 — синхрондайтын және үдететін тісті берілістер

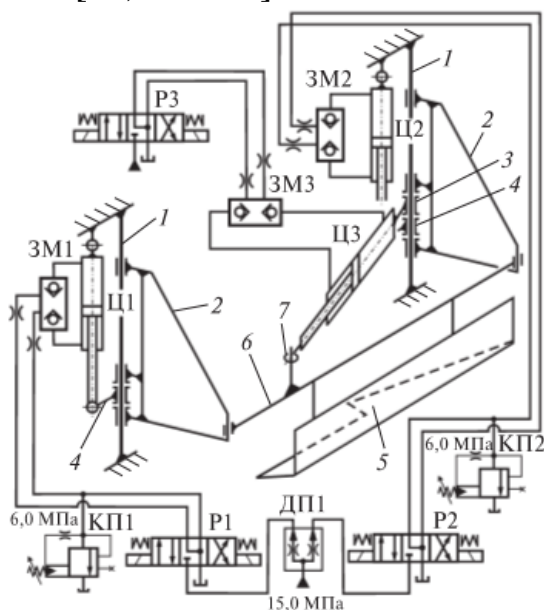
Діріл тақтасы тербелу жүйесінде серпімділік қызметін атқаратын 5, 10 рессор беттері арқылы 8 дәнекерленген бойлық білеуге асылған.

Кардан білеуі 7 арқылы діріл қоздырғышпен біріккен білеуде орналасқан 6 электрқозғалтқышы бар.

Бойлық білеу діріл тақта асу механизмінің көтеру-бұру бекітпелерінде топсалы тораптар арқылы 3, 12 көздерімен орнатылады.

Білеудің алдыңғы жағында орналасқан 1 балласт кесуші рессор жинақтарына әсер ететін тарту жүктемесін азайтады. Соғу беті 2 тығыздау бағытына кететін балласт материалын үнемдейді. Өндіруші-кәсіпорын жолды терең тазалауда машинамен 3 рет тығыздап өтуді ұсынады. Бірінші өту кезінде дірілтақтардың сыналары шпал табанының астынан 40 – 45 см тереңдікте өту керек. Сонымен қатар, балласт көлемін жалпы тығыздау жүргізіледі. Екінші рет өткенде 15 – 20 см тереңдікте болады. Пойыз жүктемесінен ең көп кернеу мәнімен балласт призмасы аймағы – шпал табаны тығыздалады. Үшінші өту кезінде тиісті жұмыс органымен балласт көлемін тұрақтандыру жүргізіледі. Дірілтақта 5 (сурет 2.14) жұмыс және көліктік жағдайға ауыстыратын механизмі болып табылатын көлденең білеуге 6 ілінеді. Іліну механизмі діріл тақтаны көлденеңінен және тігінен қозғалтуға мүмкіндік береді. Білеу шарнирлі тораптар арқылы алдыңғы және артқы бұрылысты кронштейнмен 2 бірігіп қосылған, олар тік бағаналарда 1 орнатылған және

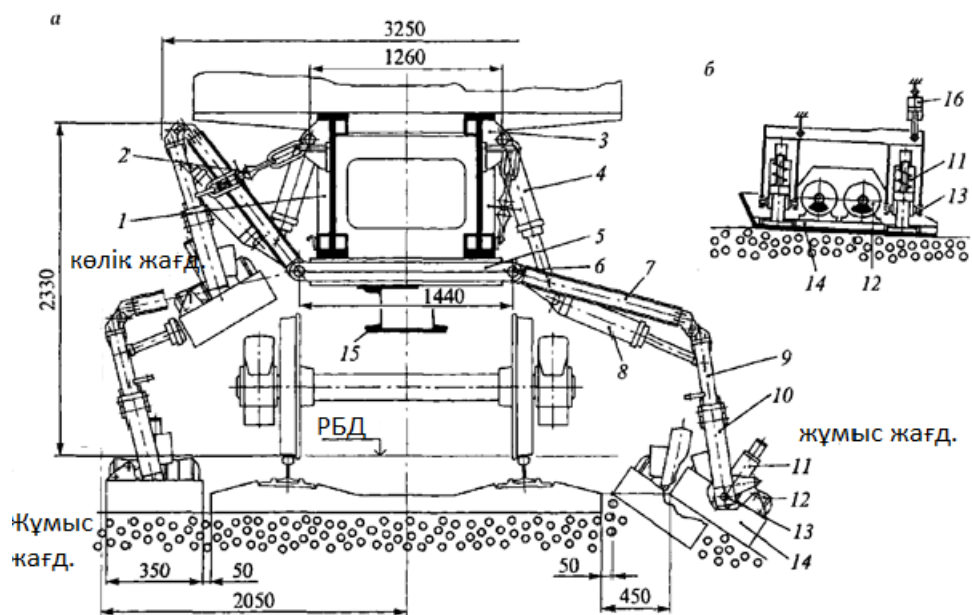
осыған қатысты горизонталь жазықтықта айнала алады, вертикаль бағытта да қозғала алады. Бұл бағандарда сонымен қатар, Ц1 және Ц2 діріл тақтаны тік бағытта қозғайтын гидроцилиндр штоктарымен біріккен 4 аралық кронштейндермен қосылған [29, 549 бет].



Сурет 2.14 - Діріл тақтаның іліну сызбасы: 1 — бағыттаушы бағана; 2 — бұрылу кронштейні; 3 — құрсау түріндегі гидроцилиндрдің көзі; 4 — аралық кронштейн; 5 — діріл тақта; 6 — көлденең білеу; 7 — тік ось

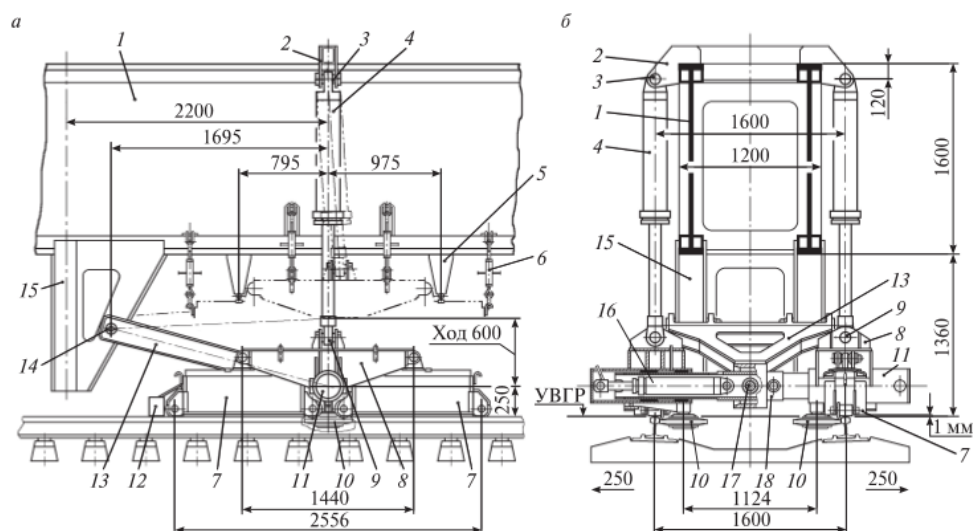
Машина фермасы, 2 бұрылу кронштейні және көлденең білеу 6 параллелограмды құрады және дірілтақтаны көлденең ось параллельдігін сақтап оны қозғалтады. Мұндай қозғалыстарды Ц3 гидроцилиндрі орындайды. Балласт қабатының еңістері мен жоларалықтарын тығыздайтын дірілтақта корпуста тұрады 14 (сурет 2.15). Корпуста қозғалмайтын екі инерттік құрылыс вибраторынан тұрады 12. Вибраторлардың жұмысы кезінде өзін-өзі синхрондау пайда болады, сондықтан жалпы мәжбүрлеу күші діріл тақтаның жағдайына қарамастан герметикалық бетке перпендикуляр бағытталады. Жабық серіппелі амортизаторлар арқылы 11 және көлденең осьтер арқылы 13 діріл тақтасы 4, 8 гидравликалық цилиндрлерден жетегі бар топсалы-білек механизміне қосылған. Механизм сонымен қатар 7, 9 екі раманы қамтиды, олар топсалы түйіндер арқылы өзара байланысты және 5 көлденең білеуге орнатылады. Механизм манипулятор болып табылады, яғни діріл тақтаны балласт призмасының еңісіне немесе жоларалыққа қоюға мүмкіндік береді (сурет 2.15, б).

Гидроцилиндрмен 16 аралық рама 10 арқылы балласт призмасы үстімен машина үздіксіз жүргенде діріл тақтаның соғу бұрышы 14 реттеледі. Тасымалдау барысында тығыздаушы винттік бекітпелермен 2 бекітіледі [29, 550 бет].



Сурет 2.15 - Жоларалық пен еңісті тығыздау: а — көліктік және тасымал жағдайы; б — діріл тақтаның кинематикалық сызбасы; 1 — машина фермасының құрылғысы; 2 — көліктің байланысы; 3 — кронштейн; 4, 8 және 16 — тік, аралық және бұрылу рамаларының гидроцилиндрлері; 5 және 15 —көлденең және жетектік білеу; 6 — топсалы торабы; 7, 9 және 10 — тік, жоғарғы және аралық рама; 11 — серіппелі амортизатор; 12 — құрылыс инерттік вибратор; 13 — діріл тақтаның бұрылу топсасы; 14 — еңіс тығыздаушының корпусы

Көтеру-тегістеу құрылғысы (сурет 2.16) жол деңгейін түзетіп және түзетуді басқару автоматтандырылған жүйесінің орындаушы органы. Көтеру-тегістеу құрылғысы төрт электрмагнитті-роликті қармау бөлігінен 7, 8 траверстеріндегі топсалы түйіндер арқылы тоқтатылған және сонымен бірге рельс-шпал торын ілу кезінде рельсті жіптердің иілу компенсациясының тепе-теңдік қызметін атқаратын қысқыш бөліктен тұрады. Сол және оң жақ рельстерді көтеру механизмы 4 гидроцилиндрден тұрады [29 , 551 бет].



Сурет 2.16 - Көтеру-тегістеу құрылғысы: 1 — машина фермасы; 2 — көлденең кронштейн; 3 және 9 — сфера тәрізді топсалы шарнирлер; 4 және 16 — жолды көтеріп қозғайтын гидроцилиндрлер; 5 және 6 — көлік тіреуіштері; 7 — электромагнитті-роликті қармаулар; 8 — траверсілер; 10 — реттеуші роликтері; 11 — жылжымалы білеу; 12 — соқа; 13 — реактивті кронштейндері; 14 — топсалы түйін; 15 — машина фермасының кронштейні; 17 — реактивті кронштейнімен орталық білеудің бекітулерінің топсалы тораптары; 18 — орталық білеу

2.5 ВПО-3-3000 машинасының жұмыс тиімділігін арттыру әдісін таңдау (паретизациялау, екі торапты жаңғырту қажеттілігі туралы қорытынды)

ВПО-3-3000 машинасында балласт қабатын тығыздау жұмыстарында қолданылатын техникалық жүйені қарастырылды.

Ол келесі тораптан тұрады:

- экипаж бөлігі;
- басқару кабинасы;
- энергия қондырғысы бар будкалар;
- діріл-соққы тақталарынан;
- негізгі көтеру-тегістеу құрылғылары;
- қосымша көтеру құрылғылары;
- жоспарлау-тазалау құрылғылары;
- гидравликалық қондырғылар;
- электрлік жабдықтар;
- пневматикалық жабдықтар;
- бақылау-өлшеу жүйелері және т.б.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, машинаның сенімділігі жеткіліксіз, кейбір тораптар және мүмкін ВПО-3-3000 машинасы жалпы жаңғыртуды қажет етеді, кейбір авторлар дәл осындай пікірді ұстанады [67].

ВПО машинасының жабдықтары қымбат тұрады және мүмкін болған жағдайда машина тиімділігін оның тораптарын жаңғырту арқылы өсіруге болады. Сонымен қатар, бұл жаңғырту жұмысты оңтайландыру жүйесіне сәйкес келуі керек. ВПО-3-3000 машинасының сапасын арттыру үшін Парето заңын қолданамыз.

ВПО-3-3000 машинасын пайдаланудың негізгі экономикалық тиімділігі теміржол жолдарын тасымал жұмыстарына тиімді қолдану, яғни күрделі және тағы басқа жұмыстарды уақытында орындап, «толаскезді» кешіктірмей жауып, жолды қолданысқа беру. Осыдан шығатын тұжырым, жол жөндеу жұмыстары неғұрлым көп болса, сонша уақыт тасымал тоқтайды.

Статистика көрсеткендей, машинаның жұмыс жасау уақыты жабдықтарының кенеттен істен шығуына байланысты, яғни машина жабдығы істен шыққанда жөндеуде және жоспарлы-техникалық тексерілуде көп тұрады.

Ғылыми-зерттеу ұйымдарының ұсыныстары бойынша және тәжірибе көрсеткендей, ВПО-3-3000 машинасы моральдық тұрғыда ескірген. Жаңа машина жасап шығару немесе оны сатып алу едәуір күрделі шығындарға алып келеді. Сондықтан әртүрлі тораптарды пайдалану және экономикалық көрсеткіштерінің сенімділігін арттыру есебінен машинаны жаңғырту жолы мүмкін. Бұл жаңғырту жолы Парето принципіне сәйкес келеді.

Парето принципі немесе 20/80 принципі [68] ең алғашқы кездерде экономикалық және әлеуметтік зерттеулерде қолданылды. Кейінгі кездерде аталған принцип техникалық жүйелерді жетілдіруде және машиналар мен механизмдерін жаңғыртуда қолданысқа ие болды. Сонымен бірге, техникалық жүйелер үшін келесі тұжырым қолданылады: басқа элементтерге зиянын тигізбей жеке жабдықты жақсарту арқылы жалпы жағдайды жақсарту.

Жылжымалы құрамды жаңғырту нәтижесі - ұлттық экономика мен халықтың қажеттілігін қамтамасыз ететін көліктің қызмет көрсету сапасын арттыру болып табылады. Кәсіпорындардағы жаңғыртуларды сипаттайтын жалпы көрсеткіш – экономикалық тиімділік, яғни онда тиімділіктің көрсеткіштері болады: еңбек өнімділігі және қор шығару, өндірістің материал және энергия сыйымдылығы, оның техникалық деңгейі мен өнім сапасы.

Тиімді жобалау нәтижесіне әсер ететін басты фактордың бірі болып дұрыс негізделіп таңдалған тиімділік критерийі саналады. ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың оңтайлылығы мен орындылығы критерийлерін таңдау кезінде келесі көрсеткіштерді қарастыруға болады:

- максималды пайда;
- ең аз істен шығу саны;

- ВПО-3-3000 машинасының үздіксіз жұмысы;
- машинаның қызмет ету мерзімі ішінде оның тораптарын жинауға, пайдалануға және жөндеуге жұмсалған шығындардың ең аз сомасы және басқалары.

«Парето» заңын қолдану үшін келесі жұмыс органдары таңдалды: діріл-соққы тақталарының жетегі мен көтеру-тегістеу құрылғысы. Біріншіден, аталған тораптар машина функциясы мен өнімділігін анықтайды, екіншіден жиі істен шығады.

Осыған байланысты оңтайландыру критеріі ретінде тоқтаусыз жұмыс істейтін басқа тораптардың сапалық көрсеткіштерін сақтай отырып, моторесурс алынды.

Тоқтаусыз жұмыс t уақытын екі жолмен ұзартуға болады: техникалық қызмет сапасын арттыру және жаңа конструкция ойлап шығару арқылы.

Тораптардың істен шығуы көп уақыт жұмыс жасаумен қатар тозудан да болады. Сенімділік заңы ретінде келесідей қабылданды:

$$V = e^{-\lambda t}, \quad (2.8)$$

мұнда λ – істен шығу қарқындылығы;

t - үздіксіз жұмыс жасау уақыты (моторесурс).

Түрлі оңтайландыру критерийлер сараптамасы қазіргі нарық катынастарын толық қарастырмайтынын көрсетті.

Жоспарланған жұмыс толық орындалған оңтайландыру критерийі максималды пайда деп ұйғарайық. Жоспарланған жұмыс көлемін орындау жағдайында максималды кірісті оптималдылық критерийі ретінде қарастыруды ұсынылды:

$$\begin{aligned} & \Pi \rightarrow \max; \\ & V = \text{const болғанда}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

мұнда Π - ВПО-3-3000 машинасының жұмысынан келетін кіріс;

V – АҚ ҰК «ҚТЖ» міндеттерімен белгіленген кезеңге жоспарланған жұмыс көлемі.

Екінші тәуелділік (2.9) жоспарланған көлемде теміржол жолдарын жөндеудің міндеттілігін көрсетеді және шекаралық шарт болып табылады.

Машинаны жаңғырту барысында пайда өнімділіктің артуына және жөндеу мен ағымды пайдалануға кететін шығындардың төмендеуіне байланысты өзгереді:

$$\Pi = D - Z, \quad (2.10)$$

мұнда D – ВПО-3-3000 машина жұмысынан келетін кіріс;

Z – пайдалануға кететін шығындар.

Осылайша, машинаны ішінара жаңғырту пайданы арттыруға, яғни шығындарды азайтып, кірісті арттыру шарттарын қанағаттандыру керек.

Талдау жұмыстары көрсеткендей, келесі тораптарды ауыстыру ең тиімді жаңғырту болып есептеледі: діріл тақтаның электр жетегін гидравликалық жетекке алмастыру және электромагнитті рельс қармауын роликті қармауға ауыстыру.

2.6 ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың оңтайлы уақытын анықтау

Қойылған міндетті шешу кезінде (2.9) шарттарға сүйене отырып, жабдықты ауыстырудың оңтайлы уақытын айқындау алгоритмі қабылданды.

Ең негізгі сұрақ болып тораптардың біреуін жаңғыртуға кететін уақыт пен шығынды анықтау саналады.

Негізінде торап жұмысқа жарамды болса, онда оны жаңғыртуға қажеттілік жоқ. Бірақ, тозу мен істен шығу саны артқан жағдайда, жөндеу уақыты мен шығын артып, келетін кіріс азаяды. Сондықтан оптималдылық критерийінің максималды шарттары қанағаттандырылмайды (тарау 2.5).

Уақыт t аралығындағы жаңғырту уақыты мен оны ауыстыруға кететін уақытты анықтауды ұсынамыз. Салыстырмалы түрде жаңғыртылған торап дәл сондай t уақыт жұмыс жасады деп есептейік. Ал t_k (критикалық уақыт) уақытында бірінші торапты пайдалану шығындары жаңартылған торапты орнату және пайдалану шығындарынан көп болды.

Жалпы алғанда, ай сайынғы салымдар капиталды салымдар, пайдалану және жөндеу шығындары ретінде анықталады:

$$\begin{cases} \sum Z_1 = Z_{K1} + Z_{Э1} + Z_{P1}; \\ \sum Z_2 = Z_{K2} + Z_{Э2} + Z_{P2}, \end{cases} \quad (2.11)$$

мұнда Z_1 және Z_2 – сәйкесінше жалпы шығындар;

Z_{K1} және Z_{K2} – сәйкесінше құнына салынған капиталды салымдар;

$Z_{Э1}$ және $Z_{Э2}$ – сәйкесінше салыстырылатын нұсқалар бойынша пайдалану шығындары;

Z_{P1} және Z_{P2} – сәйкесінше салыстырылатын нұсқалар бойынша жөндеуге кететін шығындар.

Капитал салымы шығындары нормативтік коэффициенттің бастапқы капитал салымдарына, ағымдағы пайдалану уақытының амортизациясына және торапты пайдаланудың белгіленген (жобалық) уақытына байланысты болады.

$$Z_{K1} = \frac{K_1}{T_1} t,$$

(2.12)

мұнда T – жабдықты, торапты, машинаның жобаланған моторесурсы (сағат);
 K_1 – капитал салымдар (теңге);
 t – ағымды пайдалану уақыты (сағат);

2.12 формуладағы қатынас K/T жеке капитал салымдары туралы, ал оны t ағымды пайдалану уақытына көбейту ағымды салымдарды береді.

Пайдалануға кеткен шығындар сағаттық шығындарды пайдалану уақытына көбейту арқылы шығады:

$$Z_{\text{э}} = Z_{\text{э1}}(t - \lambda t_1), \quad (2.13)$$

мұнда λ_1 – бірінші нұсқа бойынша істен шығу жиілігі;
 t_1 – бірінші нұсқа бойынша жөндеу уақыты.

2.13 - теңдеуінде шегерілген уақыт кезеңінде пайдалану құны жоқ дегенді білдіреді.

Жөндеуге кеткен шығындар t_1 жөндеу уақыты мен істен шығу жиілігіне тәуелді.

$$Z_1 = Z_{p1} t_1 \lambda_1. \quad (2.14)$$

Екінші нұсқа бойынша жөндеу мен ағымды пайдалануға кеткен шығындар дәл осы тәсілмен анықталады, бірақ 1 индексі 2 индексіне ауысады.

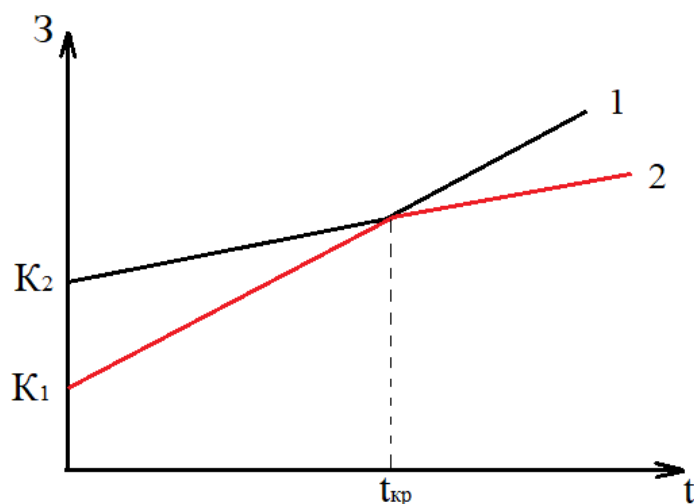
Жаңғыртуға кететін капиталды салымдар келесі тәуелділік бойынша есептеледі:

$$Z_{K2} = \frac{K_2}{T_2} t, \quad (2.15)$$

мұнда K_2 – жаңа нұсқа бойынша капиталдық салымдар;
 T_2 – жабдықты, торапты, машинаның жобаланған моторесурсы (сағат).

Сызықтық теңдеу жүйесі келесі түрде болады:

$$\begin{cases} S_1 = \frac{K_1}{T_1} t + Z_{\text{э1}}(t - \lambda_1 t_1) + Z_{p1} t_1 \lambda_1; \\ S_2 = \frac{K_2}{T_2} t + Z_{\text{э2}}(t - \lambda_2 t_2) + Z_{p2} t_2 \lambda_2. \end{cases} \quad (2.16)$$



Сурет 2.17 – Машинаға кететін бірінші және жаңа нұсқа бойынша капиталдық салымдары: t – жұмыс уақыты; $t_{кр}$ – жаңғырту уақыты; Z – тораптарды пайдалануға және жаңғыртуға кететін шығындар; K_1 – бірінші нұсқа бойынша торапқа кететін капиталдық салымдар; K_2 – жаңа нұсқа бойынша торапқа кететін капиталдық салымдар.

Торапты ауыстырудың оңтайлы уақыты бірінші нұсқа шығындарының екінші нұсқа шығындарына қарағанда үлкен болу шартымен анықталады (2.17 - сурет):

$$S_1 > S_2; \quad (2.17)$$

$$\text{немесе } S_1 - S_2 > 0.$$

Нормативтік мерзімдер, амортизация коэффициенттері және пайдалану үшін сағаттық шығындар бірдей екенін ескере отырып, тәуелділік ашылады:

$$t = \frac{(Z_э - Z_p)(\lambda_2 t_2 - \lambda_1 t_1) T}{K_1 - K_2} \quad (2.18)$$

t торабын ауыстыру немесе жаңғырту уақыты торапты пайдалану және жөндеу шығындарының айырмашылығына, сондай-ақ торапты пайдаланудың нормативтік кезеңіне тікелей пропорционалды және күрделі салымдар айырмасына кері пропорционалды.

Амортизацияның нормативтік коэффициентін есепке алу қажет болған жағдайда тәуелділік келесі түрде болады:

$$t = \frac{(Z_э - Z_p)(\lambda_2 t_2 - \lambda_1 t_1)}{(K_1 - K_2)(1 - E)}, \quad (2.19)$$

мұнда E – амортизацияның нормативтік коэффициенті.

Сараптама үшін 2.12 түріндегі тәуелділік ыңғайлы.

$$t = \frac{(Z_p - Z_э)(\lambda_1 t_1 - \lambda_2 t_2)}{K_1 - K_2}. \quad (2.20)$$

ВПО-3-3000 машинасының бастапқыда жұмыс атқару кезіндегі шығындар, жаңғырту шығындарынан артық болған сәт машина тораптарын жаңғырту уақыты болып табылды.

3 ВПО-3-3000 МАШИНАСЫНЫҢ ДІРІЛ ТАҚТА МЕХАНИЗМІН ҚАЙТА ЖАҢҒЫРТУ

3.1 Діріл тақтаның жұмыс режимі және құрылымы

Жұмыс машинасы мен механизміне механикалық энергияны беретін қуатты беріліс деп аталатын қозғалтқыш немесе құрылғы оның жетегін құрайды.

Механикалық энергияның берілісі оны басқа энергияға өзгертпей немесе өзгертіп беруі мүмкін.

Соңғы жағдайда бастапқы қозғалтқыштың механикалық энергиясын басқа энергияға және екінші қозғалтқышқа ауыстыруға бір-бірімен байланысқан каналдармен қосымша құрылғылар қолданылады [29, 111 бет].

Жол жөндейтін машинаны құру немесе жаңғырту түрлі механизмдер мен құрылғы жетектерінің сипаттамаларын анықтауға және таңдаудың кешенді есептерін шешуге әкеледі.

Жетек механизм мен машинаның толық деңгейде күштік, кинематикалық, экологиялық және экономикалық шарттарын қанағаттандыру керек.

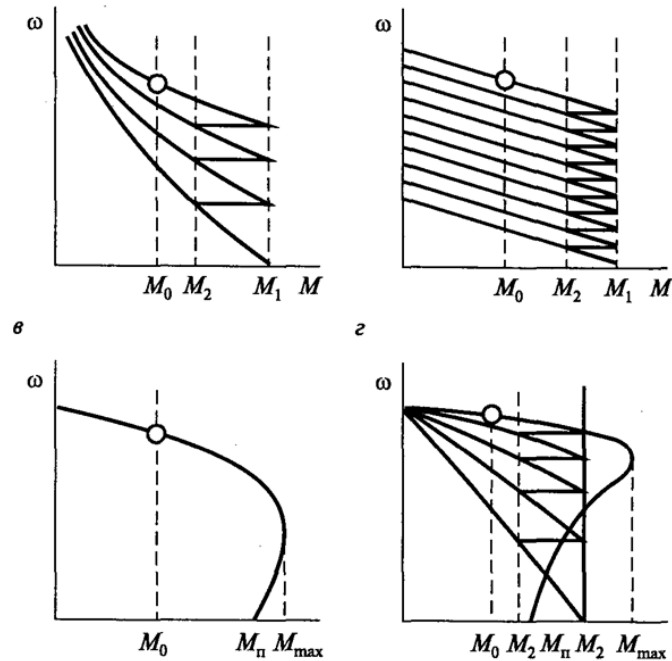
Әдетте жол жөндейтін машина – күрделі машина-комбайн, сондықтан оларда барлық жетек түрлері қолданылады [29, 111 бет].

Теміржол жолдарын жөндейтін машиналарда жұмыс органдарының электромеханикалық жетектерінің қосымша жабдықтары қолданылады. Ол электрқозғалтқыш, механизм және басқару аппаратурасынан тұрады. Беру механизмі ретінде тісті редуктор қолданылады, егерде электрқозғалтқыш білігінің айналмалы қозғалысын өзгерту керек болса – тиісті бұрандалы немесе зімбір механизмі қолданылады [29, 133 бет].

Тұрақты тоқ көзіндегі электрқозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеу тоқтың кернеуін өзгерту арқылы қол жеткізіледі (сурет 3.1) [69].

ВПО машинасының тығыздайтын жұмыс органдары – бұл негізгі діріл тақталары (сурет 3.2) олардың көмегімен шпал астындағы балласт тығыздалады, және шпал шетіндегі балласт пен призманы тығыздайтын қосымша діріл тақталар қолданылады [23]. Бұл жұмыс органдарының әрекет ету принципі – қозғалыспен бағытталған, әсер ету бұрышымен тығыздаушы жазықтықпен балласт призмасының көлемін үздіксіз дірілмен тығыздау.

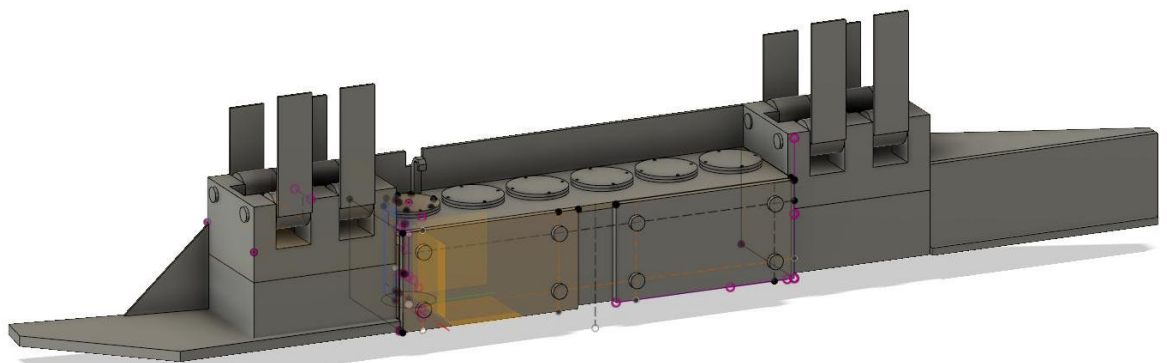
«Жұмыс органы – тығыздалатын орта» динамикалық жүйесінде күрделі процесстер жүреді, соның нәтижесінде балласт қабаты қажетті жұмыс қасиеттеріне ие болады [23].



Сурет 3.1 - Электржетектерінің механикалық сипаттамалары:

a – тұрақты ток көзі; *б* – генератордың қозуын қосымша реттеушісі бар генератор – қозғалтқыш; *в* – айнымалы токты асинхронды қысқа тұйықталған қозғалтқыш; *г* – фазалы роторы бар айнымалы токты асинхронды электрқозғалтқышы

Діріл тақта [70] (сурет 3.2) дәнекерлен құрылымды қатты темірден жасалған, балласт қабатын тығыздауға арналған жол жөндейтін ВПО машинасының жұмыс органының бірі болып саналады.



Сурет 3.2 – ВПО машинасының тығыздаушы жұмыс органы

ВПО-3-3000 машинасының құрылымында дебаланс жетегі ретінде үш фазалы асинхронды ENR 1-36455 маркалы электрлі қозғалтқыш қолданылады, кернеуі 380 В, қуаты 55 кВт, білеуден шығатын айналым саны 1500 айн/мин, жиілігі 50 Гц, салмағы 315 кг.



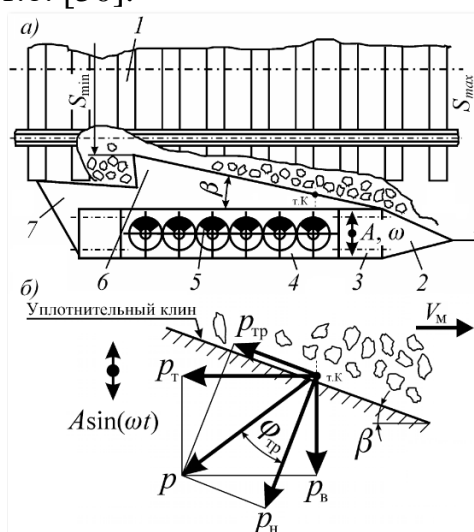
Сурет 3.3 - Діріл тақта - электрқозғалтқыш, жанынан қарағанда

Жол жөндейтін машиналардың тығыздайтын жұмыс органдары жұмыс барысында балласт қабатына көлденең және тік бақытта күшпен әсер етеді.

Тақтаны балласт қабатына батыру барысында тығыздау тік және көлденең бағытта дірілмен қысу көмегімен жүргізіледі [88].

3.2 Діріл тақталарын батырып жүктеу

Діріл тақталарын (3.6 сурет) санау есептері машинаның жұмыс қозғалысының жылдамдығымен келісілген 6, 7 сыналардың ұтымды геометриялық параметрлерін, дірілдің жылдамдық және күш параметрлерін таңдау, тартым кедергілерін анықтау, 5 діріл жетегінің сипаттамаларын, «діріл тақта - балласт» жүйесімен әрекет ететін күштерді анықтау мақсаттарымен орындалады (3.6 б сурет), құрылым элементтерінің беріктік қасиеттерін бағалау және т.б. [50].



Сурет 3.6 Балласт қабатын дірілмен қысу: *a* –үздіксіз шпал астымен жұмыс істейтін діріл тақта [50, 113 б.]: 1 – рельс-шпал торы; 2 – тақтаның

ұшы; 3 – рессор жинақтары; 4 – корпус; 5 – дебаланс дірілқоздырғыштары; 6, 7 – бірінші және екінші тығыздаушы сыналар; δ – нүктеде діріл тақталар сына бетіне балласт қысымының әсер ететін компоненттері

Діріл тақта тығыздауды жазықтықпен үдемелі қозғалыс бағытына β бұрышымен дірілмен балласт қабатын қысу принципінде жүргізіледі.

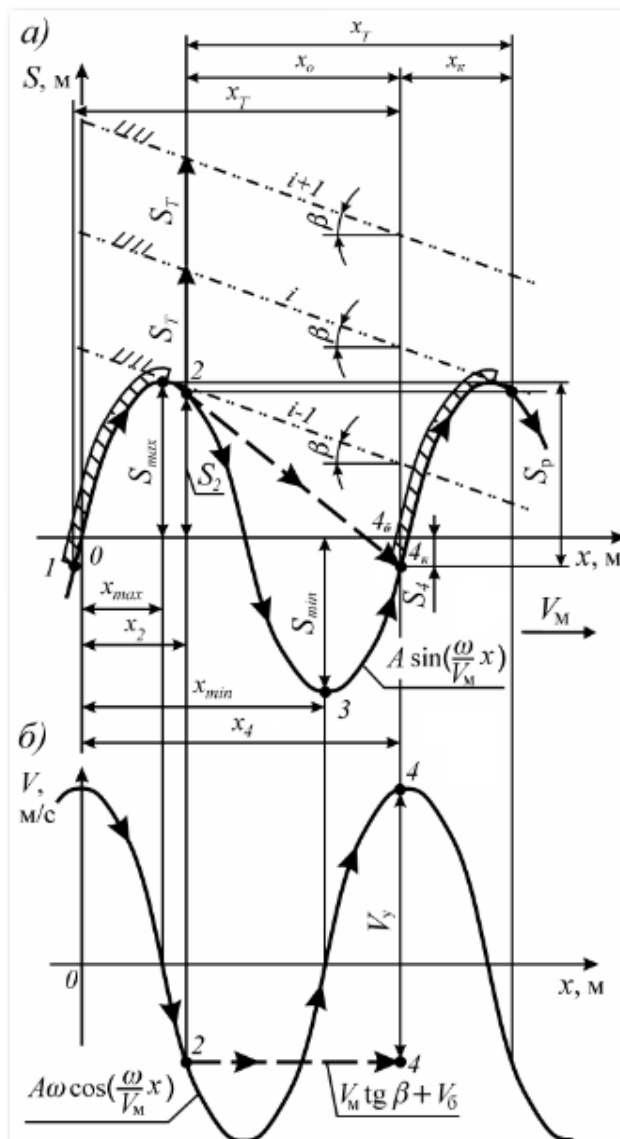
Дебаланстық 5 діріл қоздырғышы ретінде жол бойымен 1 діріл тақтаның 4 үздіксіз қозғалысы кезінде жол осіне бағытталған қозғаушы күш пайда болады [50, 113 б.].

Дірілтақта серпімді рессор 3 жинақтарында ілінгендіктен 6-шы және 7-ші сыналарда тығыздайтын діріл пайда болады, сонымен қатар 2 діріл тақтаның ұшында бұрыштық жиілік ω , рад/с және A , м амплитудамен әсер етеді. Егер оң және сол жақ діріл тақта арасындағы бастапқы ені S_{\max} болса, онда тақта ұшымен бірінші сына өткеннен кейін ені S_{\min} болады [70].

Циклді әсер ететін органының жағдайынан айырмашылығы (3.7-сурет), сынаның жұмыс беті балластқа перпендикуляр емес, β бұрышында қиғаш қозғалады.

3.7-суретте келтірілген диаграммалар 1-2-3-4 траекториясы бойынша еркін алынған бет нүктесінің және OSx қозғалмайтын жергілікті координаттар жүйесіне қатысты балласт қабатының (3.7-сурет, а) қозғалысын және OVx координаттар жүйесіндегі (3.7-сурет, б) жол осіне перпендикуляр бағытта тиісті жылдамдықты көрсетеді. Ox өсі бағытында балласттың өзара әрекеттесетін бетінің нүктелері шартты түрде өзгермейді, сондықтан 2-4 түзудің кесіндісі балласт нүктелерінің жиынтығының орнын көрсетеді, олардың әрқайсысы діріл тақтаның есептелген нүктесіне қарама-қарсы орналасқан (3.7-сурет, а), сондай-ақ олардың қайтару жылдамдығы болады [70, 100 б.].

Сына бетіндегі нүкте қозғалысының траекториясы синусоида формасында болады. Процесті стационарлы деп санасақ, траекторияның бастапқы фазасы 0-ге тең болады. Діріл тақта ілгерімді V_m , м/с жылдамдықпен қозғалғандықтан t , с уақыт аралығында болатын тербелмелі процесі 0 шартты нүктеден x , м жол бойымен координатты бір қалыппен өсіруге тура пропорционалды болады [70, 101 б.].



Сурет 3.7. Әсер ету β бұрышымен қиғаш ерікті түрде алынған нүктенің балласт нүктесімен тербелмелі сына бетінің өзара әрекеттесуі: *a* –балластқа қарама-қарсы жатқан сына нүктесінің қозғалуы; *б* – жол өсіне перпендикуляр бағыттағы сына нүктесінің жылдамдығы

Сына әр циклда балласт бетін S_T , м шамасына жылжытады. Олар $i-1$, i , $i+1$ қиғаш штрих үзік сызықты сызықтармен көрсетілген. Шекараның қозғалысында балласт қабаты қысылады. Балласт қабатында серпімділік қасиеттері болғандықтан одан сынаны алған жағдайда V_6 , м/с жылдамдықпен кері қайтарымы болады. Балласт нүктесінің шартты қозғалыс траекториясы 2-4 кесіндісімен көрсетілген (сурет 3.7, *a*) [70].

Әрі қарай тығыздау тақтасы сынасының жұмыс бетімен балласт қабатының сынасының жұмыс бетінің өзара әрекеттесуінің кинематикалық моделін талдаймыз [70,101 б.].

Сына тиімділігін ескеріп жұмыс бетін беру жылдамдығы, м/с:

$$V_n = V_M \operatorname{tg} \beta \quad (3.1)$$

Бір циклдық тербелістегі балласт сынасының қозғалысы, м:

$$S_T = V_M T \operatorname{tg} \beta \quad (3.2)$$

мұнда T – тербеліс периоды, с;

V_M - сына қозғалысының жылдамдығы.

Уақыт көрсеткіші t арқылы өрнектелген діріл тақта сынасының есептік нүктесінің қозғалыс теңдеуі:

$$\begin{cases} S = A \sin(\omega t); \\ x = V_M t. \end{cases} \quad (3.3)$$

OSx координаттар жүйесінде есептік сына қозғалысының траекториясы:

$$S = A \sin\left(\frac{\omega}{V_M} x\right). \quad (3.4)$$

Ілгерімді қозғалысты координаттарға байланысты діріл жылдамдығының өзгерісі:

$$V_6 = A\omega \cdot \cos\left(\frac{\omega}{V_M} x\right). \quad (3.5)$$

Діріл тақта сынасының есептік нүктесіне қарсы балластың есептік нүктесінің қозғалыс теңдеуі:

$$S_6 = S_2 - \frac{V_6}{V_M} (x - x_2), \quad (3.6)$$

мұнда S_2 – 2-ші жағдайда сына мен балластың есептік нүктесінің жылжуы, м;

x_2 – траекторияның бастапқы нүктесі 0-ден 2-ші жағдайға дейінгі арақашықтық, м.

Диаграмма жылдамдығын ескеріп (сурет 3.5, б) сынаның балластан алынатын 2 нүктенің абсциссасы, м:

$$x_2 = \frac{V_M}{\omega} \arccos\left[-\frac{(V_M \operatorname{tg} \beta + V_6)}{A\omega}\right]. \quad (3.7)$$

Бірінші теңдеуден (3.4):

$$S_2 = A \sin\left(\frac{\omega}{V_M} x_2\right). \quad (3.8)$$

Сынаның 4-ші есептік нүктесі жағдайында ол балластың есептік нүктесімен жанасады. Сына мен балластың жанасу нүктесінің абсциссаны анықтау теңдеуі келесі түрде болады:

$$A \sin\left(\frac{\omega}{V_M} x_4\right) - A \sin\left(\frac{\omega}{V_M} x_2\right) + \left(\operatorname{tg}\beta + \frac{V_6}{V_M}\right)(x_4 - x_2) = 0. \quad (3.9)$$

Бұл теңдеуде $x_4 = x_2 + \Delta x$, мұнда $\Delta x - x$ өсі бойымен арақашықтықтың ең аз мөлшері, м. Итерация келесі жағдайда тоқтатылады (3.9), яғни ≤ 0 .

Сынаның нүктесінен өтуі және балластпен жанасу арқылы өтетін x өсі бойындағы қашықтықтар және оларға сәйкес бөліну және жанасу уақыттары:

$$\begin{aligned} x_o &= x_4 - x_2; & t_o &= x_o / V_M. \\ x_k &= x_T - x_o; & t_k &= x_k / V_M. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Тербеліс циклы кезінде сынамен өтетін арақашықтық: $x_T = V_M T$.

Ығысу x_{\max} және x_{\min} , сәйкесінше есептік нүкте $S_{\max} = A$; $S_{\min} = -A$ жағдайында, келесі формуламен анықталады:

$$\begin{aligned} x_{\max} &= \frac{v_M}{\omega} \left[\arccos\left(-\frac{v_M \operatorname{tg}\beta}{A\omega}\right) \right]; \\ x_{\min} &= \frac{v_M}{\omega} \left[2\pi - \arccos\left(-\frac{v_M \operatorname{tg}\beta}{A\omega}\right) \right]. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Балласты қысу жұмысы орындалатын S өсі бағытындағы ығысу: $S_T = S_{\max} - S_4$. S_4 мәні (3.5) формуласы бойынша x_4 қою барысында анықталады.

Сынаның балластан максималды алынуы 3 жағдайда есептік x_{\min} нүктесінде болады (сурет 3.7, а), оның мәні, м:

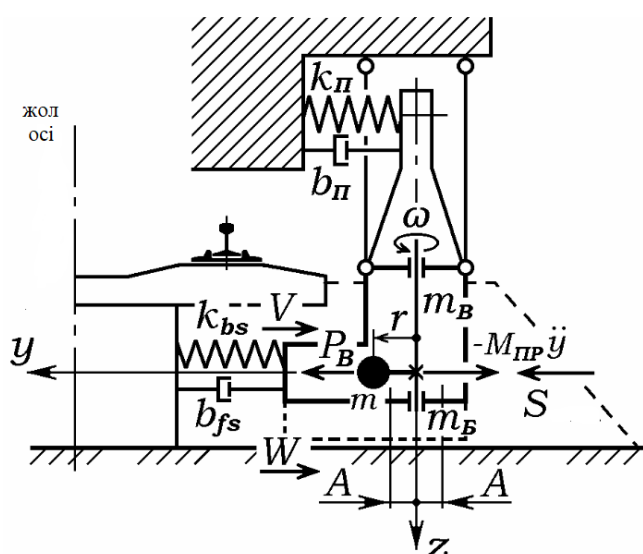
$$\begin{aligned} S_o &= A \left[\sin\left(\frac{\omega}{V_M} x_{\min}\right) - \sin\left(\frac{\omega}{V_M} x_2\right) \right] + \\ &+ \left(\operatorname{tg}\beta + \frac{V_6}{V_M}\right)(x_{\min} - x_2). \end{aligned} \quad (3.12)$$

Сынаның балласт қабатына жақындағандағы соғылу жылдамдығы, м/с:

$$V_y = A\omega \cos\left(\frac{\omega}{V_M} x_4\right) + V_M \operatorname{tg}\beta + V_0. \quad (3.13)$$

Сынаның тығыздайтын бетінің өзара әрекеттесуін сипаттау үшін діріл тақтамен балласт қабатының динамикалық тербелмелі тізбегінен діріл тақта-балласт қабаты тербелістерінің амплитудасын анықтау керек A, m [70,29].

Діріл тақта тербелісін қоздыру үшін корпусының ішінде көлденең күшпен әсер ететін дебалансты вибратор қолданған. Діріл тақта тербелісінің амплитудасын анықтау үшін классикалық бір массалы тербеліс жүйесі қолданылған (сурет 3.8) [100, 102 б.].



Сурет 3.8 - Діріл тақта амплитудасын анықтауға есептік үлгісі

«Дірілтақта-балласт» серпімді-тұтқыр үлгісі үшін діріл тақта қозғалысының теңдеуін құрамыз (сурет 3.6).

Жүйедегі қалпана келтіретін күш, кН: $V = -(k_n + k_{bs}^T)y$;

мұнда k_n, k_{bs}^T – балласт пен діріл тақтаның іліну қаттылығының коэффициенттері, Н/м;

кедергі күштері, кН: $W = -(b_n + b_{fs}^{ynl})y'$;

мұнда b_n, b_{fs}^{ynl} – балласт пен ілінудің кедергі коэффициенттері, Н/мс;

жүйедегі әрекет ететін күштер келесідей болады:

мәжбүрлеу күші: $P_B = P_0 \sin(\omega t)$ және S жүктеме күштері.

Діріл тақтаның максималды мәжбүрлеу күші, кН: $P_0 = km_i r_i \omega^2$;

мұнда k – діріл тақтаның бағытталған тербелістері үшін дебаланстарды жұп саны;

m_i – дебаланс массасы, кг;
 r_i – эксцентриситет, м;
 ω – бұрыштық жиілік, рад/с (ВПО-3-3000 машинасының діріл тақтасы үшін – $\omega = 220$ рад/с) [70].

Даламбердің принципіне сәйкес ОУ өсіне барлық күштерді жобалап діріл тақта қозғалысының теңдеуін аламыз:

$$y'' + 2hy' + p^2 = Q + H \sin(\omega t); \quad (3.14)$$

мұнда

$$2h = (b_n + b_{bs}^{ynl}) / M_{np}; \quad p^2 = (k_n + k_{fs}^{ynl}) / M_{np};$$

$$Q = S / M_{np}; \quad H = P_0 / M_{np},$$

мұнда h – тербелісті бәсеңдету коэффициенті, 1/с;

M_{np} – жүйенің келтірілген салмағы, кг: $M_{np} = (1,2 - 1,4) m_b$;

m_b – діріл тақтаның дебаланстармен бірге салмағы, кг;

p – жүйенің өз тербелістерінің бұрыштық жиілігі, рад/с.

Діріл тақтаның тұрақты қозғалысының жеке шешімі келесі түрде болады:

$$y = A \sin(\omega t - \alpha) + S, \quad (3.15)$$

мұнда A – діріл тақтаның дірілмен қозғалу амплитудасы, м: $A = (6-8) 10^3$, м;

α – діріл тақтаның тербелісті қозғалуы мен вибратордың мәжбүрлеу күшінің арасындағы фазаларды жылжыту бұрышы, рад;

t – ағымды уақыт, с.

Діріл тақтаның тербеліс амплитудасы келесі формуламен табылады:

$$A = \frac{P_b}{\sqrt{(k_n + k_{bs}^{ynl} - M_{np} \omega^2)^2 + (b_n + b_{fs}^{ynl})^2 \omega^2}}, \quad (3.16)$$

мұнда P_b – діріл қоздырғыштың мәжбүрлеу күшінің амплитудалық мәні, Н;

k_n, k_{bs}^T – діріл тақта мен балластың іліну қаттылығының коэффициенті: $k_n = 2,4 \cdot 10^6$ Н/м, қиыршық тас үшін $k_{bs}^T = (15...25) 10^6$ Н/м);

b_n, b_{fs}^T – балласт пен ілінудің кедергі коэффициенті: $b_n = 4...6 10^3$ Н/м с, қиыршық тас үшін $b_{fs}^T = 45...75 10^3$ Н/м с;

M_{np} – жүйенің келтірілген салмағы, кг: $M_{np} = m_d + m_b + m_6$,

мұнда m_d, m_b, m_6 – барлық дебаланстардың, діріл тақта мен балластың салмағы. Жалпы алғанда $M_{np} = (1,0...1,85)m_b$.

Осылайша, тербеліс циклы үшін діріл тақтаның балластпен өзара әсер етуі өзара әрекеттесу параметрлерімен толық сипаттауы мүмкін (сурет 3.7): мұнда S_T – тербеліс циклы ішіндегі қысу, м;

S_0 – балласттан тығыздаушы сынаны толық максималды алынуы, м;

x_0, t_0 – діріл тақта өтетін жол мен алыну уақыты м және с;

x_k – діріл тақтаның балластпен жанасып өтетін жолдың арақашықтығы, м;

t_k – жанасу уақыты, с;

V_y – сынаның тығыздағыш беті мен балластың бір-біріне қарай жылжитын салыстырмалы соққы жылдамдығы, м/с.

Тығыздайтын тақта мен балластың әрекеттесу тәртібі келесі параметрмен сипатталады:

$$C = \frac{V_m \operatorname{tg} \beta + V_6}{A \omega}. \quad (3.17)$$

Егер $C < 1$, онда тығыздайтын діріл тақта балласттан жұлынып қалады, ал егер $C > 1$ – тығыздайтын діріл тақтасы балласттан ажырамайды. Параметрдің оңтайлы мәні $C = 0,12$.

Діріл тақтамен қиыршық тасты тығыздау барысында ең тиімді әсер $A \omega = 1,2 \dots 1,5$ м/с мәнінде және $V_y = (0,7 \dots 1,2)$ м/с дірілдің максималды жылдамдығында болады, яғни балласт қабатынан тығыздаушы жазықтықтың алынған сәтінде болады.

Діріл тақтаның жетегі - электрқозғалтқыш күрт әсер ететін дірілдің әсерінен және ауа-райына байланысты жиі істен шығады (күннің ыстығында ысып, сымдары жанып және динамикалық жүктемеден тез бұзылады).

3.3 Діріл тақта жетегінің істен шығу себептері

Қазіргі уақытта электржетегінің қолданысы барлық өнеркәсіп пен көлік механизмдерінде көрінеді. Статистика мәліметтеріне сүйенсек, қозғалтқышты және күштік механизмдердің 75 % электр жетегімен жабдықталған.

Асинхронды қозғалтқыштар жиі күрделі жағдайларда, тиісті қараусыз пайдаланылады. Сондықтан, көп жағдайларда асинхронды қозғалтқыштардың істен шығу себептері - оларды дұрыс пайдаланбаудан: 15 - 35 % істен шығу, жөндеу жұмыстарының сапасы төмен болғанда: 35 - 50 % істен шығады. Шамамен 30 - 35 % істен шығуы қозғалтқыш құрылымының кемшіліктерінен болуы мүмкін. Қозғалтқыштың істен шығуының 10-12 % ғана тозудан болады.

Электрқозғалтқыштардың ауыр жағдайда қолданылуы олардың сенімділігі мен жұмыс істеу мерзімінің азаюына әкеледі.

Асинхронды электрқозғалтқыш әдетте күрделі жөндеуге қатыспай, дұрыс пайдаланылған уақытта 5 жыл мерзімдей жұмыс жасайды.

Электрқозғалтқыштардың жиі істен шығуы технологиялық жұмыстардың бұзылуына және машинаны толық тоқтатуға әкеледі. Нәтижесінде кәсіпорындардың жұмысына кері әсерін тигізеді.

Қазіргі уақытта асинхронды қозғалтқыштардың өндірісте пайдалану шарттары қанағаттанарлықсыз. Температураның үлкен өзгерістері, жоғары ылғалдығы, агрессивті газдар мен шаң, май электрқозғалтқыштың сенімді жұмысына кері әсерлерін тигізеді.

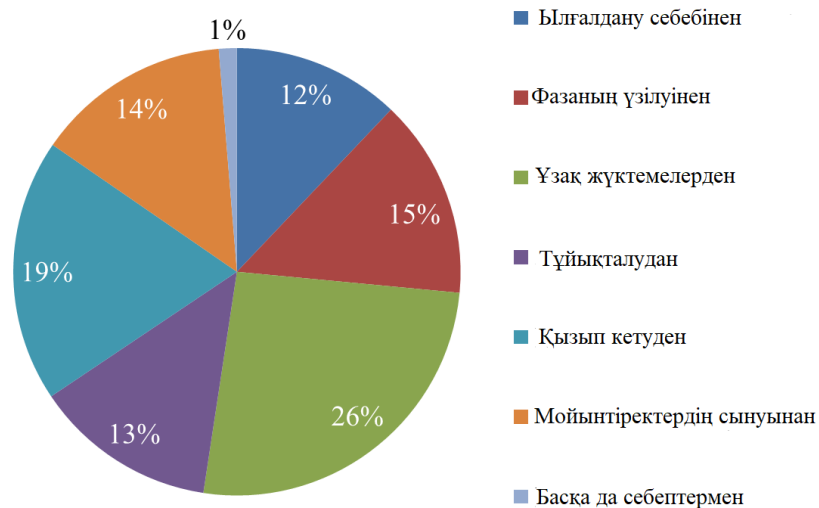
Сонымен қатар, электрқозғалтқышқа түсетін үлкен жүктеме әсерінен немесе қатты қызғанда істен шығу саны жиілейді. Бұл жағдайдың негізгі себебі - жобалау кезеңінде электрқозғалтқыштың қуатын негізсіз асыра көрету (немесе түсіру), пайдалану ерекшеліктері және т.б.

Электрқозғалтқыштардың пайдалану сенімділігін зерттеу барысында анықталғаны, жыл сайын өндіріс басында белгілі себептермен 40 - 60 % асинхронды қозғалтқыштар істен шығады, ал олардың орташа қызмет ету мерзімі екі жылдан аспайды, әр-түрлі бағалаумен 0,5 – 1 жылды құрайды. Сондай-ақ, ВПО-3-3000 машинасының діріл тақталарының электрлі жетегін қолдану тәжірибесі көрсеткендей, кепілдік берілген мерзімі қызмет ету мерзіміне тең болмайды.

Ең жиі кездесетін ақау түрілері мен пайыздық көрсеткіштері –ылғалдану себебінен - 12,1 %, фазаның үзілуінен - 14,4 %, ұзақ жүктемелерден - 25,9 %, тұйықталудан - 13,2%, қызып кетуден - 19 %, мойынтіректердің сынуынан - 14,1 % және де басқа себептермен -1,3 %. Осының барлығы электрқозғалтқыш өндірісі мен оны жөндеу жұмыстары жоғары деңгейде болуын талап етеді.

Жоғарыда аталған электрқозғалтқыштың пайдалану ерекшеліктері оның жұмыс істеу сенімділігіне әсерін тигізеді. Асинхронды қозғалтқыштың сенімді жұмысына балласт қабатын тығыздайтын діріл тақтаның электр жетегінің сенімді жұмысы тәуелді.

Қысқаша айтқанда, электрқозғалтқыштардың жиі істен шығуы технологиялық жұмыстардың уақытында орындалуына кері әсерін тигізеді, және машина мен механизмдердің толық тоқтауына себепші болады. Өндіріске келетін залал мен шығын тек электрқозғалтқыштың істен шығуынан ғана емес, құрылыс жұмыстары толық тоқтағаннан, пойыздардың жүріс керегені бұзылып, бос тұру шығындары артады.



Сурет 3.9 – Электрқозғалтқыштың істен шығуының көрсеткіштері

1) ылғалдану себебінен - 12,1 %, 2) фазаның үзілуінен - 14,4 %, 3) ұзақ жүктемелерден - 25,9 %, 4) тұйықталудан - 13,2%, 5) қызып кетуден - 19 %, 6) мойынтіректердің сынуынан -14,1 % және де 7) басқа себептермен -1,3 %.

Істен шығуларды келесідей топтауға болады - технологиялық - 35 %, пайдалану жағдайларына байланысты - 50 % және құрылымына байланысты - 15%.

Электрқозғалтқышты тұрақсыздандыратын әсерлер келесідей: жүктеме сипаттары, қоршаған орта, тәулік пен жыл бойындағы тұрақсыз жүктеме.

Жол шаруашылығында электрқозғалтқыш жұмыстарына кері әсерлер өте көп. Барлық әсер ететін факторларды екі топқа бөлуге болады: ішкі фактор, яғни жасау және қолдану кезінде адамның әрекетінен және сыртқы фактор асинхронды қозғалтқышқа қоршаған ортаның әсері болып бөлінеді.

Ішкі факторлар қондырғының тозуы мен ескіруін анықтайды. Ескіруге қозғалтқыш материалының қалыпты физикалық және химиялық қасиеттерінің өзгеруін айтады. Тозу негізінен қажалудан және электр тоғы әсерінен болады.

Сыртқы факторлар үш топқа бөлінеді: ауа-райына байланысты, механикалық және технологиялық. Ауа-райынан болатын факторлар: температура, ылғалдылық және ауадағы қоспалар. Температураның өзгеруі қозғалтқыш тораптарының өзгеруіне әкеледі. Механикалық жүктемелер қозғалтқыш тораптарының механикалық тозуына әкеледі. Қоршаған ортаның қозғалтқыш жұмысы кезіндегі әсері оны тұрақсыздандырады. Бұл топқа электрқозғалтқыштың жұмысына кедергі келтіретін климаттық жағдайлар, қойылатын орны, шандануы, газдануы, діріл деңгейі кіреді.

Кернеуді алып тастау асинхронды қозғалтқыштың барлық сипаттамаларына әсер етеді, әсіресе қозғалтқыштың қолданатын тоғына және қызуы мен қызмет ететін мерзіміне әсер етеді. Кернеуді азайту айналдыру

моментін азайтады. Теріс ауытқуы моментті азайтып, қозғалтқыштың аударылуына әкеледі.

3.4 Гидравликалық жетекті қолдануды негіздеу

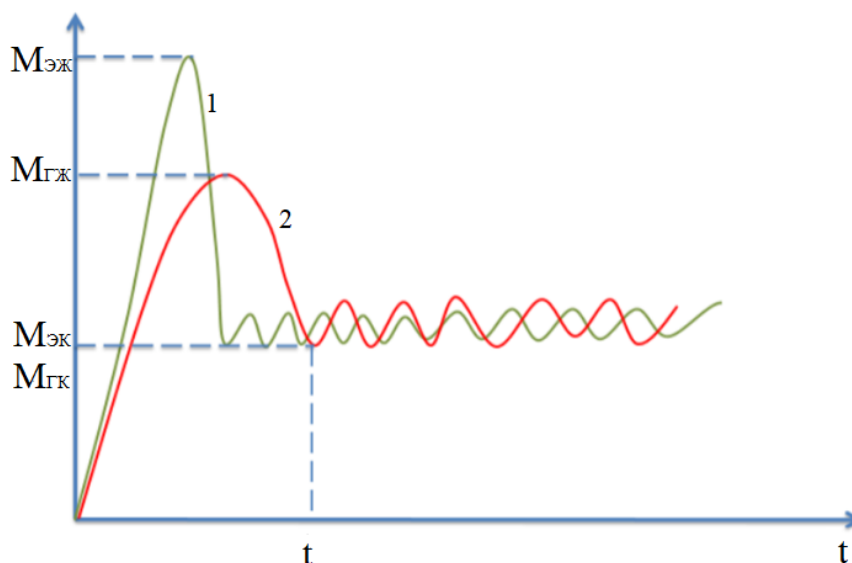
ВПО-3-3000 машинасының үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін § 3.3 тарауда көрсетілгендей, келесі тораптарды қарастыру ұсынылады: көтеру-тегістеу құрылғысы және діріл тақтасының жетегі.

ВПО-3-3000 машинасы жаңа құрылыста және темір жол қатынас жолында техникалық қызмет көрсетудің технологиялық процестерінің қорытынды жұмыстар кешенін орындайды. Жол машинасының жұмыс істеу принципі электрқозғалтқышқа негізделген.

Алдын ала есептеудің мақсаты - гидрожетектің параметрлеріне, қолданылатын гидрожабдықтардың типтік өлшемдері мен номенклатурасын анықтау болып табылады.

Электрлі жетекті гидравликалық жетекке ауыстыру арқылы іске қосу кезінде діріл тақтаға түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік береді, және де жүктеме бәсеңдейді.

3.10 суретте гидроқозғалтқыш пен электрқозғалтқыштың сыртқы сипаттамалары көрсетілген.



3.10 сурет – Электрлі жетек пен гидравликалық жетектің сыртқы сипаттамасы: 1 – электрлі жетектің іске қосу моменті, 2 - гидравликалық жетектің іске қосу моменті

$M_{ЭЖ}$ электр жетегінің іске қосу моментінің $M_{ГЖ}$ гидравликалық жетегінің іске қосу моментіне қатынасы іске қосу кезіндегі жетектердің динамикасын динамика коэффициенті сипаттайды. Осы мәнді белгілейік:

$$K_{\partial} = \frac{M_{\text{ЭЖ}}}{M_{\text{ГЖ}}}, \quad (3.18)$$

мұнда K_{∂} - іске қосу кезіндегі динамика коэффициенті.

Динамика коэффициенті келесі мәнге ие:

$$K_{\partial} = \int_0^{\omega_k} M_{\text{ЭЖ}} d\omega / \int_0^{\omega_k} M_{\text{ГЖ}} d\omega, \quad (3.19)$$

мұнда ω_k - соңғы бұрыштық жылдамдық.

Интегралдық тәуелділіктер-бұл тығыздауға жұмсалатын қуат:

$$K_{\partial} = \frac{N_{\text{ЭЖ}}}{N_{\text{ГЖ}}}. \quad (3.20)$$

Динамика коэффициентінің төмендеуі апатсыз жұмыс уақытының ұлғаюына әкеледі.

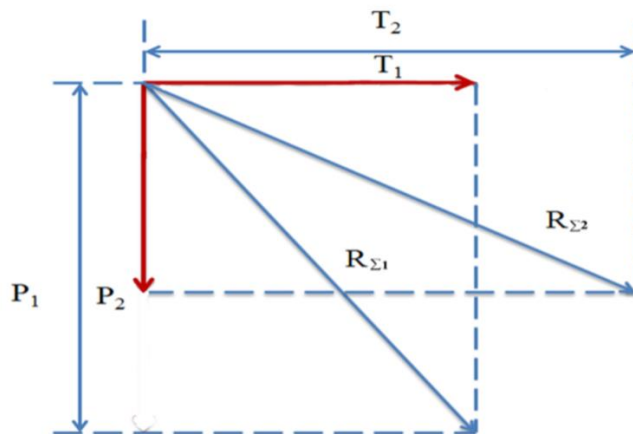
3.10 суреттегі фигуралар айырмасын қарастырсақ, яғни $N_{\text{ЭЖ}}$ -дан $N_{\text{ГЖ}}$ -ны алып тастасақ, келесі мәнді аламыз:

$$\Delta N = N_{\text{ЭП}} - N_{\text{ГП}} = \int_0^{\omega_k} (M_{\text{ЭП}} - M_{\text{ГП}}) d\omega, \quad (3.21)$$

мұнда ΔN - іске қосу кезінде энергия шығынын азайту

Іске қосу сәтіне байланысты дірілге жұмсалатын энергия шығынын азайту балластқа әсер ететін нәтижесінде пайда болатын күшті азайтпауы тиіс.

Сурет 3.11 қарастырайық.



Сурет 3.11 - Балласт негізіне әсер ететін тартым және діріл күштерінің схемасы

мұнда P_1 және P_2 – сәйкесінше электр- және гидрожетектерде болатын діріл күштері.

T_1 және T_2 – сәйкесінше электр- және гидрожетектерде болатын тартым күштері;

$R_{\Sigma 1}$ және $R_{\Sigma 2}$ – тиісінше, алынған күштер.

Балласт қабатын тығыздаудың физикалық үрдісі белгілі бір энергия сыйымдылығына ие және негізгі күштердің бағытына қарамастан қажетті энергия мөлшерін алуы керек. Бұрыштық жылдамдық бірдей болған жағдайда, екі жетекте жұмсалатын энергия 3.11 суретінде белгіленген ω_k нүктесінен кейін тұрақты қозғалыс режимінде бірдей болады деп есептейміз.

3.5 ВПО-3000 машинасының гидравликалық жетегін есептеу және конструкциясы

Машинаның конструкциясында дебаланс жетегі ретінде ENR 1-36455 маркалы үшфазалы асинхронды электрқозғалтқышы қолданылады [67], оның келесідей сипаттамалары бар: қуаты 55 кВт тең, шығу білігінің айналым саны 1500 айн/мин тең, жиілігі 50 Гц, салмағы 315 кг, кернеуі 380 В. Мұндай жетектің кемшілігі артық жүктеме кезінде орамды бұзатын және қысқа тұйықталуға әкелетін шамадан тыс қызып кету болып табылады. Машинаның жұмысы барысында 50 % аса істен шығуы осы «электрқозғалтқыш-дірілтақта» әсерінен болады. Бұл кемшілікті электрқозғалтқышты гидравликалық моторға ауыстыру арқылы шешуге болады.

Гидравликалық жетектің конструкциясы үнемді, жоғары пайдалану қасиеттерін, қауіпсіздікті, сенімді және ұзақ мерзімді қызмет етуді қамтамасыз етуі тиіс (МЕСТ 17411-91) [67].

Гидрожетекті жобалап құрастыру кезінде келесі ережелерді ұстану қажет:

- құбырлардағы қысым жоғалтуы минималды түрде болу керек, ол үшін құбырдың ұзындығын, бұрылыстарын және тарамдарын азайтады;

- құбырдың конструкциясы бір мезгілде жұмыс істейтін гидроқозғалтқыштардың өзара әсерінің болмауын қамтамасыз етуі тиіс;

- қымбат тұратын аппараттарды (сорғылар мен моторларды) қорғау үшін қорғау құрылғылары - сақтандыру клапандары және т. б. қолдану көзделеді;

- гидравликалық жетектің тұрақты жұмыс жасауы құбыр сұйықтығын дұрыс таңдауға, жұмыс температурасымен анықталатын оның тұрақтылығына байланысты, оның оңтайлы режимі гидроыдыс мөлшерімен және жылу алмасу әдістерімен анықталады;

- жұмыс сұйықтығының параметрлері, оның тазалығы сүзгілермен және гидроыдыстағы қалдықпен қамтамасыз етіледі;

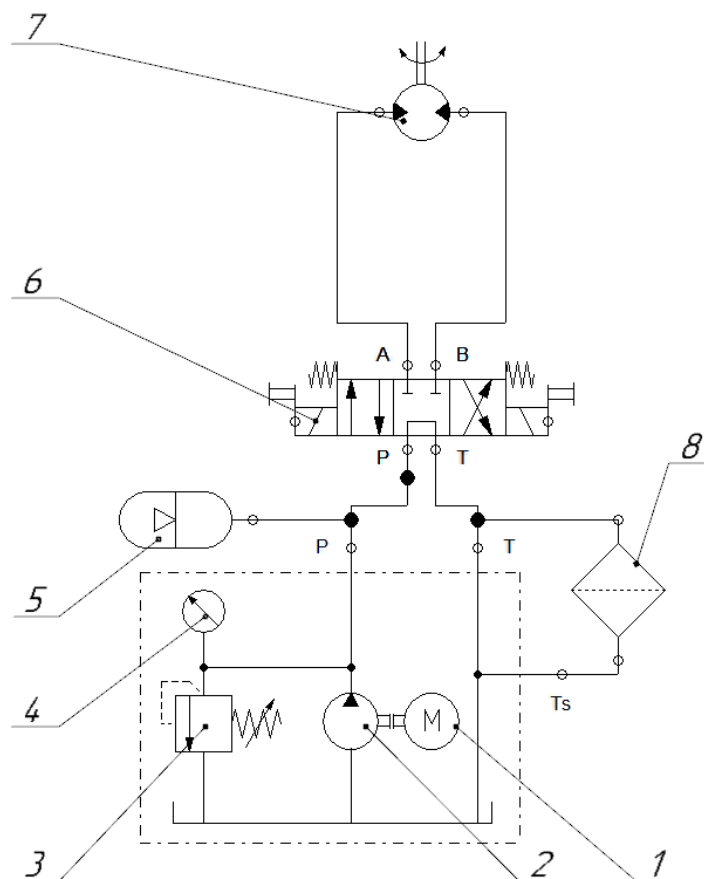
- барлық қолданылатын гидроаппараттардың параметрлері оларды орнату орындарындағы шығыс пен қысымға сәйкес болуы тиіс.

Гидрожетекті есептеуге келесі негізгі мәліметтер ескеріледі:

- а) гидрожүйедегі номиналды қысым;
- б) гидравликалық сызба;
- в) гидрожетектің орындаушы механизмінің шығу параметрлері;
- г) машинаның техникалық сипаттамалары;
- д) гидрожетектің жұмыс режимі, циклограммасы.
- е) қоршаған ортаның шекті температурасы.

Жұмыс органының жетегіне қажет $N=55$ кВт қуат, айналу жиілігі $n_m=1500$ айн/мин, көрсетілген талаптарға сәйкес гидромотор аксиальды-поршеньді гидромотор - 310.112.00.06 келесі сипаттамалармен сәйкес келеді: жұмыс көлемі 112 см^3 , номиналды қысымы 20 МПа, максималды қысымы 40 МПа, номиналды шығыны 134,4 л/мин, айналу моменті 338,7 Н*м, айналу жиілігі 50-ден 3000 айн/мин дейін болады (3.12 - сурет) [67].

Гидроцилиндрді көтеріп түсіру үшін штоктағы күш $T=235000$ Н болу керек, сонымен қатар поршень диаметрі 122 мм-ден кем болмауы керек, штоқтың қозғалыс жылдамдығы 0,02 м/сек, номиналды қысымды пайдалану коэффициенті $k_{нд}=0,9$, жүктеме кезіндегі жұмыс ұзақтығының коэффициенті $k_н=0,8-0,9$, МЕСТ 14063-68 бойынша номиналды қысымды 20 МПа аламыз.



1 - сорғының жетекті моторы; 2 - сорғы; 3 – сақтандырғыш клапан; 4 – манометр; 5 – гидроаккумулятор; 6 – таратқыш; 7 – гидромотор; 8-сүзгі.

Сурет 3.12 - ВПО-3-3000 гидравликалық жетектің сызбасы

Гидрожетекті есептеу кезінде бірқатар жорамалдар қабылданады, олардың негізгілері мыналар болып табылады:

- жұмыс сұйықтығы қысылмайды деп есептеледі;
- сұйықтықтың температурасы, сұйықтықтың негізгі физикалық қасиеттері тұрақты болып қабылданады;
- гидрожетектің жұмыс режимі орнатылған;
- гидравликалық кедергілер коэффициенттері тұрақты;
- гидрожетек жұмысы кезінде сұйықтық ағыны бұзылмайды;
- гидрожүйені қоректендіретін сорғыны беру тұрақты.

Гидрожетектің қуаты берілген жүктемелер мен атқарушы механизмдердің жетегін қамтамасыз ететін гидрожетектің жылдамдығы бойынша анықталады. Қайтарымды-үдемелі әсер ететін гидроцилиндрдің пайдалы қуаты мынадай формула бойынша анықталады [70, 71]:

$$N_{ГДВ} = T \cdot \nu \text{ кВт}, \quad (3.22)$$
$$N_{ГДВ} = 235000 \cdot 0,02 = 4,7 \text{ кВт},$$

мұнда $N_{ГДВ}$ – гидроқозғалтқыштың қуаты, кВт;

T – штоктағы күш Н;

ν – штоктың қозғалыс жылдамдығы м/сек.

Гидромотордың айналмалы әрекеті гидроцилиндрдің пайдалы қуаты 3.23 формула бойынша анықталады:

$$N_{ГДВр} = M \cdot \omega = M \cdot 2\pi \cdot n_m, \text{ кВт}; \quad (3.23)$$
$$N_{ГДВр} = 338,7 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 20 = 42,54 \text{ кВт},$$

мұнда $N_{ГДВр}$ – гидроқозғалтқыш қуаты, кВт;

M – гидромотор білігінің айналу моменті, кН м;

ω – гидромотор білігінің бұрыштық жылдамдығы, с^{-1} ;

n_m – гидромотор білігінің айналу жиілігі, с^{-1} (айн/с).

Осылайша, біз таңдаған 310.112.00.06 маркалы аксиальді-поршеньді түрдегі гидромотор 338,7 Нм тең номиналды айналу моменті бар көрсетілген талаптарға жауап береді. Жалпы көрініс 3.13–ші суретте көрсетілген.



Сурет 3.13 – 310 сериялы мотордың жалпы түрі

Сорғының пайдалы қуаты 3.24 формула бойынша сорғыдан гидроқозғалтқышқа жіберу кезіндегі энергия шығынын есепке ала отырып, гидрожетектің қуатына байланысты анықталады.

$$N_{НП} = k_{з\у} \cdot k_{зс} \cdot \sum N_{ГДВ} ; \text{кВт} \quad (3.24)$$

$$N_{НП} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot (4,7 + 42,54) = 57,16 \text{ кВт},$$

мұнда $N_{НП}$ – сорғының пайдалы қуаты, кВт;

$k_{з\у}$ – күш бойынша қор коэффициенті, $k_{з\у} = 1,1 \dots 1,2$;

$k_{зс}$ – жылдамдық бойынша қор коэффициенті, $k_{зс} = 1,1 \dots 1,3$;

$\sum N_{ГДВ}$ – гидроқозғалтқыштардың жалпы қуаты (қайтарымды үдемелі қозғалысты жүзеге асыратын – гидроцилиндр және айналмалы – гидромотор), кВт.

3.25 формула бойынша анықталатын сорғының қажетті пайдалы қуатын біле отырып, сорғының пайдалы қуаты номиналды қысым мен $N_{НП} = p_{ном} Q_H$ беру тәуелділігімен байланысы арқылы сорғыны беруді табуға болады:

$$Q_H = \frac{N_{НП}}{p_{ном}} \text{ м}^3/\text{сек}; \quad (3.25)$$

$$Q_H = \frac{57160}{20 \cdot 10^6} = 0,002858 \text{ м}^3/\text{сек} \text{ немесе } 171,48 \text{ л/мин},$$

мұнда $p_{ном}$ – МЕСТ 14063-68 сәйкес қабылданған гидрожүйедегі номиналды қысым 20 МПа тең болады.

Сонымен, біз қолданыстағы сорғыны НШ-100-4-ке ауыстыруды ұсынамыз, $Q_H = 173,4$ л/мин шығынымен алдын ала есептеу негізінде және жұмыс көлемі $100 \text{ см}^3/\text{айн}$, берілген гидрожүйенің қоректену талаптарына

жауап береді, 3.14-ші суретте таңдалған НШ-100-4 маркалы сорғының суреті көрсетілген.



Сурет 3.14 – Сорғының жалпы түрі НШ-100-4

Таңдалған сорғының техникалық сипаттамасы бойынша 3.26 формуласы бойынша сорғының нақты берілісін нақтылау жүргізіледі.

$$Q_{\text{НД}} = q_{\text{НД}} \cdot n_{\text{НД}} \cdot \eta_{\text{об}} , \quad (3.26)$$

$$Q_{\text{НД}} = 0,0001 \cdot 32 \cdot 0,86 = 0,002752 \text{ м}^3/\text{сек немесе } 165,12 \text{ л/мин},$$

мұнда $q_{\text{НД}}$ – сорғының нақты жұмыс көлемі, м³/айн;

$n_{\text{НД}}$ – сорғы білігінің нақты айналу жиілігі, айн/с;

$\eta_{\text{об}}$ – сорғының көлемді ПӘК. (3.22) формуласындағы $n_{\text{НД}}$ сорғы білігінің нақты айналу жиілігі оның техникалық сипаттамасынан сорғы білігінің номиналды айналу жиілігінен ерекшеленуі мүмкін және (3.23) формулада қабылданған $n_{\text{Н}}$ жиілігіне тең деп алынады [70, 71].

Сору, сарынды және ағызу гидрожелілерінің ішкі диаметрлерінің есептік мәндері 3.27 формула бойынша өлшемдерді ескере отырып, сұйықтық ағынының ажырамау теңдеуінен анықталады:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{НД}}}{\pi v_{\text{ж}}}} . \quad (3.27)$$

Сору гидрожелісі үшін:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,002752}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,05 \text{ м}.$$

Ағызу гидрожелісі үшін:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,002752}{3,14 \cdot 2}} = 0,04 \text{ м.}$$

Сарынды гидрожелі үшін:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,002752}{3,14 \cdot 5}} = 0,03 \text{ м,}$$

мұнда $v_{ж}$ – гидрожелідегі сұйықтықтың қозғалыс жылдамдығы сәйкесінше сорғыш, төгу және сарынды үшін 1,2; 2; 5 м/с тең.

Гидрожелі d_p ішкі диаметрінің есептік мәні бойынша МЕСТ 8734-75 бойынша құбыржолдарды таңдауды жүргізеді, бұл ретте d құбыржолының диаметрінің нақты мәні есептеуден артық болуы тиіс, яғни $d > d_p$ құбыржол қабырғасы қалыңдығының мәні 2...4 мм тең конструктивтік түрде қабылданады.

Гидрожелілердегі сұйықтықтың қозғалысы кезінде қысымның жоғалуын анықтау гидроқозғалтқышты нақты есептеу үшін, сондай-ақ гидрожетектің гидравликалық ПӘК анықтау үшін қажет. Қысымның жоғалуын жұмыс сұйықтығының белгілі бір температурасы кезінде әрбір гидрожелі (сору, сарынды, ағызу) үшін жеке анықтайды. Гидравликадан белгілі шығындарды салу принципіне сәйкес гидрожелідегі қысымның жоғалуын 3.28 формуласы бойынша анықтайды:

$$\Delta p = \Delta p_l + \Delta p_m, \quad (3.28)$$

мұнда Δp_l – гидрожелі ұзындығы бойынша қысымның жоғалуы МПа;

Δp_m – жергілікті кедергілердегі қысымның жоғалуы МПа.

Гидрожелі ұзындығы (жол) бойынша қысымның жоғалуын Дарси-Вейсбаха 3.29 формуласы бойынша анықтайды:

$$\Delta p_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{g_{ж}^2}{2} \cdot \rho \cdot 10^{-6}, \quad (3.29)$$

мұнда λ – жол шығынының коэффициенті (Дарси коэффициенті);

ρ – жұмыс сұйықтығының тығыздығы.

Жол шығынының коэффициенті сұйықтықтың қозғалыс режиміне байланысты, оны 3.30 ламинарлық қозғалысқа арналған гидравликада ұсынылатын формулалар бойынша, турбуленттік қозғалысқа арналған 3.31 формула бойынша анықтайды.

$$\lambda = \frac{75}{\text{Re}}. \quad (3.30)$$

$$\lambda = \frac{0.3164}{\text{Re}^{0.25}}, \quad (3.31)$$

мұнда Re – 3.32 формуласы бойынша анықталатын Рейнольдс саны:

$$\text{Re} = \frac{g_{\text{ж}} \cdot d}{\nu}, \quad (3.32)$$

мұнда ν – барлық маусымды қояландырылған гидравликалық майдың кинематикалық коэффициенті $\nu=10$, $\text{Ст}= 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

Сору гидрожелісі үшін Рейнольдс саны:

$$\text{Re} = \frac{1,2 \cdot 0,05}{10^{-5}} = 6000 .$$

Жетектің сору гидрожелісі үшін сұйықтықтың ағым режимі турбулентті.

Ағызу гидрожелісі үшін Рейнольдс саны:

$$\text{Re} = \frac{2 \cdot 0,04}{10^{-5}} = 8000 .$$

Жетектің ағызу гидрожелісі үшін сұйықтықтың ағым режимі турбулентті.

Сарынды гидрожелі үшін Рейнольдс саны:

$$\text{Re} = \frac{2 \cdot 0,03}{10^{-5}} = 6000 .$$

Жетектің сарынды гидрожелісі үшін сұйықтықтың ағым режимі турбулентті.

Сору гидрожелісі үшін жоғалту коэффициенті анықталады:

$$\lambda = \frac{0,3164}{6000^{0,25}} = 0,035 .$$

Ағызу гидрожелісі үшін:

$$\lambda = \frac{0.3164}{8000^{0.25}} = 0,033$$

Сарынды гидрожелісі үшін:

$$\lambda = \frac{0,3164}{6000^{0,25}} = 0,035$$

Сору гидрожелісі бойынша ұзындықпен қысымды жоғалтуды анықтаймыз:

$$\Delta p_l = 0,035 \frac{3,5}{0,04} \cdot \frac{1,2^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,002 \text{ МПа.}$$

Ағызу гидрожелісі үшін:

$$\Delta p_l = 0,033 \frac{7,5}{0,03} \cdot \frac{2^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,014 \text{ МПа.}$$

Сарынды гидрожелісі үшін:

$$\Delta p_l = 0,035 \frac{7,5}{0,02} \cdot \frac{5^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,14 \text{ МПа.}$$

Жергілікті кедергілерде қысымды жоғалту 3.33 Вейсбах формуласы бойынша анықталады:

$$\Delta p_m = \xi \frac{g_{жс}^2}{2} \cdot \rho \cdot 10^{-6}, \quad (3.33)$$

мұнда ξ – соруға жергілікті кедергі коэффициенті $\xi=0,5$, ағызу үшін кедергі коэффициенті $\xi=1$, сарынды гидрожелі үшін $\xi=0,5$.

Сору гидрожелісі үшін қысымды жоғалту:

$$\Delta p_m = 0,5 \frac{1,2^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,00031 \text{ МПа.}$$

Ағызу гидрожелісі үшін қысымды жоғалту:

$$\Delta p_m = 1 \frac{2^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,00173 \text{ МПа.}$$

Сарынды гидрожелісі үшін қысымды жоғалту:

$$\Delta p_m = 0,5 \frac{5^2}{2} \cdot 865 \cdot 10^{-6} = 0,0054 \text{ МПа.}$$

Гидрожелідегі жалпы жоғалтулар келесідей болады:

$$\Delta p = 0,002 + 0,014 + 0,14 + 0,0054 + 0,00173 + 0,00031 = 0,18 \text{ МПа.}$$

Гидроцилиндрдің негізгі параметрлері болып: F - штоктағы жүктеме, V - шток жылдамдығы, D - поршень диаметрі, d - шток диаметрі және L - шток жүрісі алынды.

Поршень диаметрі келесі 3.34 формула бойынша есептеледі:

$$D = \sqrt{\frac{4T}{\pi(p_{\text{ном}} - \Delta p_n) - (1 - \varphi^2) \cdot \Delta p_c}}, \quad (3.34)$$

мұнда T – гидроцилиндрдің штогындағы жүктеме Н, $T=235000$ Н;
 φ – 0,3 тен 0,7 дейін.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 235000}{3,14[(20 \cdot 10^6 - 0,1454 \cdot 10^6) - (1 - 0,4^2) \cdot 0,01573 \cdot 10^6]}} = 122 \text{ мм.}$$

Гидромотордың негізгі параметрлері болып жұмыс көлемі q_m , номиналды қысым $p_{\text{ном}}$, гидромотор білеуіндегі айналу моменті M , білеудің айналу жиілігі n_m , жұмыс сұйықтығының шығыны Q_m саналады. Гидромоторға қажетті қуатты оның негізгі параметрлері бойынша 3.35 формуласымен анықтайды:

$$N_M = \Delta p_M \cdot q_m \cdot n_m; \quad (3.35)$$

$$N_M = 17,1 \cdot 10^6 \cdot 0,0001 \cdot 32 = 54,7 \text{ кВт,}$$

мұнда Δp_M – гидромотордағы қысымның ауытқуы МПа 3.36 формуласымен анықтайды:

$$\Delta p_M = \frac{2\pi M}{q_v \eta_{M.M.}}; \quad (3.36)$$

$$\Delta p_M = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 283,7}{112 \cdot 10^{-6} \cdot 0,93} = 17,1 \text{ Мпа,}$$

мұнда q_v – гидроқозғалтқыштың жұмыс көлемі, м³

$\eta_{M.M.}$ – гидромотордың механикалық ПӘК-і.

Таңдалған сорғы анықталған қысымды беруі керек:

$$p \geq \Delta p_M + \sum \Delta p \quad (3.37)$$

Келесі 3.38 формула бойынша айырмашылықтарының қосындысы анықталса, сорғы қысым беретінін анықтаймыз.

$$\Delta p = 0,1 \cdot \Delta p_M; \quad (3.38)$$

$$\Delta p = 0,1 \cdot 17,1 = 1,71$$

Берілген мәндерге сәйкес шартты тексереміз:

$$20 > 1,75 + 17,5$$

Шарт орындалады және таңдалған НШ-100-4 маркалы сорғы жоғарыда аталған талаптарға сай. Сорғының берілісі гидромотор берілісінен көп болуға тиіс және келесі формула бойынша анықталады (3.39).

$$Q_H = q_H \cdot n_H \cdot \eta_{H.O.} \text{ л/мин,} \quad (3.39)$$

мұнда q_M – сорғының жұмыс көлемі, см^3 ;
 n_M – білеудің айналу жиілігі, айн/мин;
 $\eta_{M.O.}$ – сорғының көлемді ПӘК-і.

$$Q_H = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 32 \cdot 0,86 = 165 \text{ л/мин}$$

$$165 > 134,4.$$

Гидрожетектің пайдалы әсер коэффициенті жобаланған машинаның тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді. Гидрожетектің толық ПӘК гидравликалық, механикалық және көлемді ПӘК (немесе гидромеханикалық және көлемді) туындысымен анықталады 3.40:

$$\eta = \eta_G \cdot \eta_M \cdot \eta_{OB} \quad (3.40)$$

$$\eta = 0,99 \cdot 0,7 \cdot 0,81 = 0,56$$

Гидрожелілердегі қысымның жоғалуын ескеретін гидрожетектің гидравликалық ПӘК 3.41 формула бойынша анықталады:

$$\eta_G = \frac{P_{ном} - (\Delta p_H + \Delta p_C + \Delta p_B)}{P_{ном}} = \frac{20 - (0,002 + 0,16 + 0,15 + 0,0054 + 0,00173 + 0,00031)}{20} = 0,99$$

Механикалық η_M (гидромеханикалық η_{GM}) гидрожетектің ПӘК механикалық (гидромеханикалық) ПӘК гидрожетектің барлық тізбектей қосылған элементтерінің 3.41, 3.42 формулалары арқылы анықталады:

$$\eta_M = \eta_H \cdot \eta_P \cdot \eta_M ; \quad (3.41)$$

$$\eta_M = 0,92 \cdot 0,88 \cdot 0,91 = 0,7$$

$$\eta_{GM} = \eta_H \cdot \eta_P \cdot \eta_M ; \quad (3.42)$$

$$\eta_{GM} = 0,96 \cdot 0,91 \cdot 0,93 = 0,81$$

Осылайша гидравликалық жетектің есебі орындалды. Түзету-қағу-өңдеу ВПО-3-3000 машинасының жұмыс гидрожүйесі (сурет 3.12) гидрожетекті құрайды, сол гидрожетек көмегімен қысымды май энергиясын оның қажеттігі минималды кезінде жинап, керек кезінде, қысқа уақытта діріл тақта жұмысына қажет майды жүйеге беріп отырады.

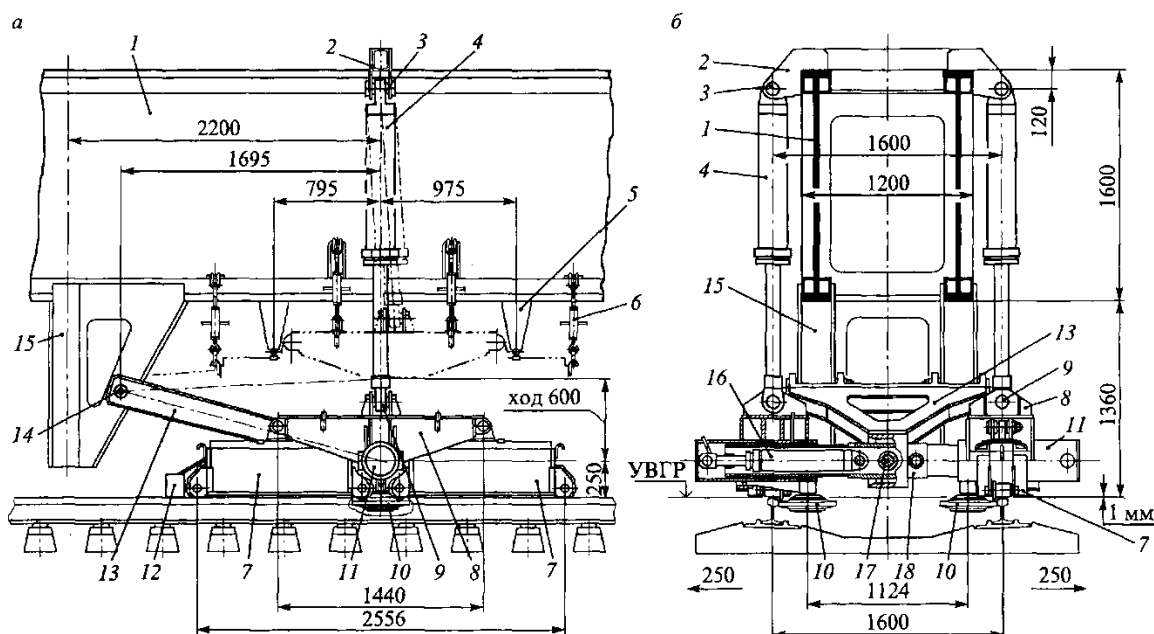
Осы таңдалған гидравликалық моторды қолдану арқылы келесі нәтижелерді ала аламыз:

- ВПО-3-3000 жол жөндеу машинасының жұмыс тиімділігі артады;
- жөндеу жұмыстары тоқтаусыз, уақытымен жүреді, яғни бос тұру уақыты мен шығындар азаяды;
- бөлшектерге үнем болады.

4 РЕЛЬСТІ ҚАРМАУ МЕХАНИЗМІН ЖАҢҒЫРТУ

4.1 Қармау механизмінің конструкциясы мен жұмыс циклы туралы сипаттама

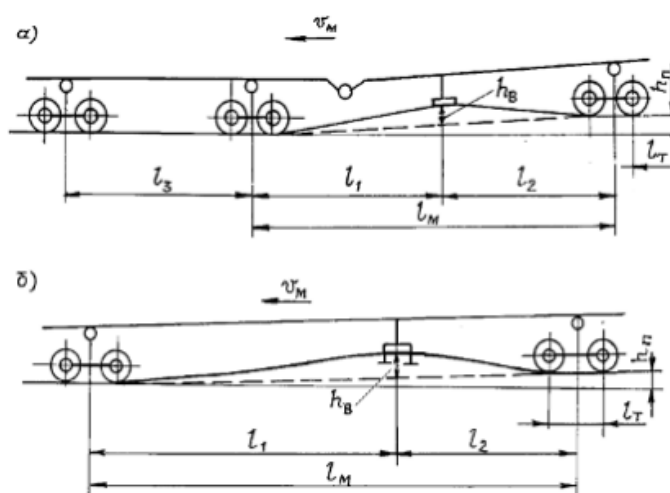
Көтеру-тегістеу құрылғысы (сурет 4.1) жолды түзеп, тегістеуге арналған және тегістеуді автоматты түрде басқару жүйесінің негізгі орындаушы органы болып саналады. Құрылғы төрт электромагнитті-роликті қармау 7, топсалар жүйесі арқылы бір уақытта рельстің иілуімен баллансировкасын реттейтін траверсаларға асылған 8 бөлшектерінен тұрады. Сол және оң жақ рельстерді көтеру механизмі гидроцилиндрден 4 тұрады, олар траверсамен қосылған 9, 2 көлденең кронштейнмен бірігіп 1 машина фермасына жалғасқан. Сол және оң жақ көтеру гидроцилиндрлері бір-біріне тәуелсіз жұмыс жасайды [71].



Сурет 4.1 - Көтеру-тегістеу құрылғысы

а – жанынан қарағанда; *б* – көтеру, қозғалту механизмдерінің қимасы; 1 – машина фермасы; 2 – көлденең кронштейн; 3 және 9 – сфералы топсалы торап; 4 және 16 – жолды көтеру және қозғалту гидроцилиндрі; 5 және 6 – көлік бекітпелері мен тартпалары; 7 – электромагнитті-роликті қармау; 8 – траверсалар; 10 – тегістеуші роликтер; 11 – шығару білеулері; 12 – соқа; 13 – реактивті кронштейні; 14 – топсалы желілер; 15 – машина фермасының кронштейні; 17 – орталық білеудің топсалы желілі бекітпелері; 18 – орталық білеу

Тегістеу машиналарында алдыңғы жақ балластпен жүктелген болғандықтан рельстегі кернеу қармаудан кейін орналасқан рельспен салыстырғанда көп. Сондықтан жол көтеру құрылғысын еркін аралық ортасында емес соңғы арбаға қарай орналастыру қажет (сурет 4.2). Алдыңғы арба мен l_1 қармаудың және қармау мен соңғы арба l_2 арасындағы қашықтық қатынасын келесідей қабылдау ұсынылады: $l_1 : l_2 = 1 : 0,83$.



Сурет 4.2 – Көтеру-тегістеу құрылғысын машина аралығына орналастыру схемасы

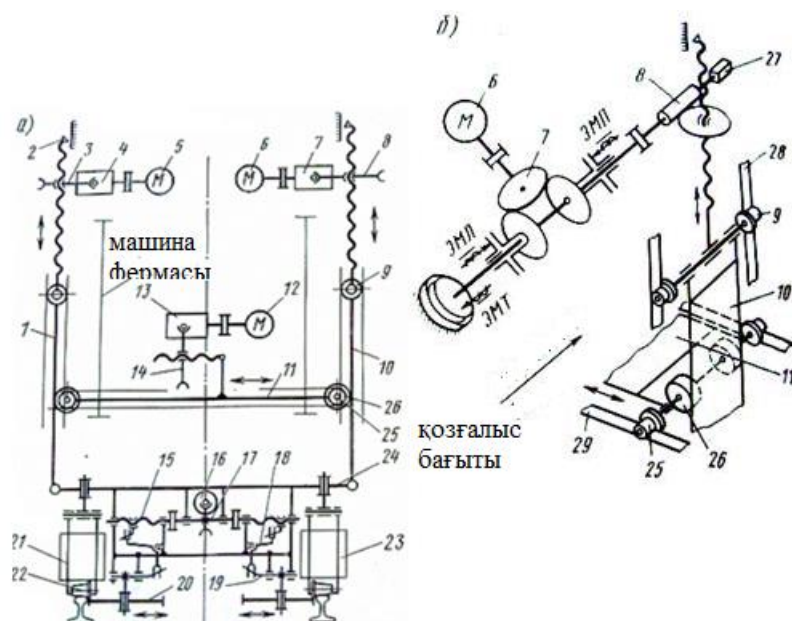
а – екіаралықты балластері; б – түзеу-қағу-тегістеу машинасы

Электромеханикалық жетектерде құрылғы элементтерінің көптеген қосылыстарында тозу саңылаулары пайда болады. Сонымен қатар, қармау аспаларының рельсті көтеріп қозғалту барысында шатасуын болдырмау үшін олардың арасында технологиялық саңылау болады. Электромагнитті рельстік қармауларда тіреу-тегістеу ребордасымен рельс басы араларында саңылау болады.

Жүйе инерттілігінің жоғарылығы және көптеген саңылаулардың болуы рельс торын талап етілген жағдайға қою дәлдігі мен машинаның жұмыс жылдамдығын азайтуға әкеледі.

Үздіксіз жұмыс атқаратын түзеу-қағу машиналарында жүйенің жұмыс жылдамдығын арттыру мақсатында электромагнитті муфтамен реверс-редукторлар қолданылады. Электромагнитті қармауларда арнайы түзету роликтері қолданылады. Гидрожетекті қолдану түзету және көтеру жүйелерінің жұмыс тиімділігін арттырды.

Бұрынғы ТМД елдері аймағында және Ресей темір жолдарында ертеде шығарылған ВПО-3000 түзеу-қағу-өңдеу машиналары қолданылады. Жоғарыда аталған машина жол жөндейтін машиналар кешенінің құрамында, түзеу-қағу-өңдеу процестерін механикаландырады [71, 94].



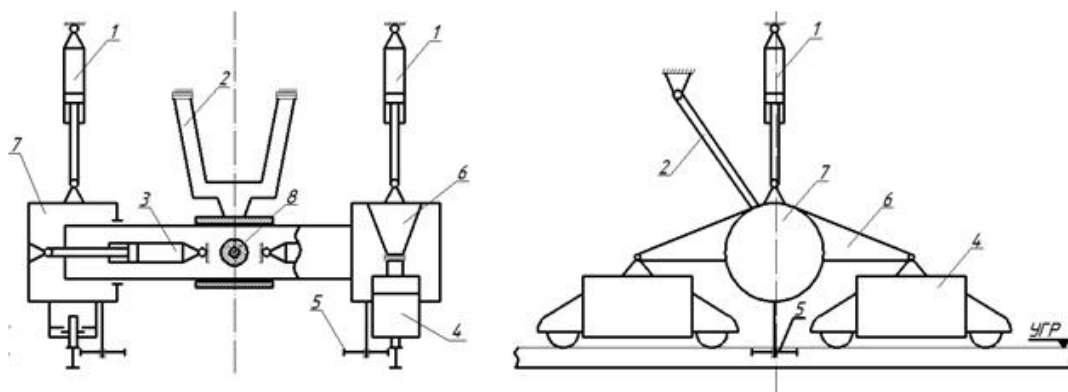
Сурет 4.3 – ВПО-3000 көтеру-тегістеу құрылғысының кинематикалық сызбасы

1, 10 – параллелограмды аспа; 2 – көрсеткіш; 3, 8, 14 – көтеру мен қозғалту иірмелі редукторы; 4, 7, 13 – реверс-редуктор; 5, 6, 12, 16 – электрқозғалтқыш; 9, 25 – жүріс ролигі; 11 – қаретка; 15 – жүріс бұрмасы; 17 – тегістегіш роликтерінің ирек редукторы; 18 – екі иықты рычагы; 19, 28, 29 – бағыттаушы; 20 – тегістеу ролигі; 21, 23 – электромагниттер; 22 – тіреу ролигі; 24 – көлденең білеу; 26 – тіреу тұйығы; 27 – квадрат; ЭМП, ЭМЛ, ЭМТ – тежеу мен реверстің электромагнитті муфтлары

Түзеу-қағу-өңдеу машинасы ВПО-3-3000 1991 жылдан бастап сериялы шығарылуда және қолданыста [71].

4.2 Роликті қармаулардың істен шығу себептері

Көтеру және түзету құрылғыларында маңызды торап болып рельс қармауы саналады. Машиналарда көп жағдайларда электромагнитті және роликті қармаулар қолданылады (сурет 4.4). Қармаудың сенімділігі мен жұмыс уақытында рельс торын ұстап тұруына жұмыс өнімділігі мен талап етілген жағдайға рельс торын қою дәлдігі тәуелді. Рельс торы қармаудан шығып кеткен жағдайда жұмыс органдарын қайта қосуға және тордың қисықтығын түзетуге қосымша уақыт кетеді. Нәтижесінде жұмыс өнімділігі мен тор қою дәлдігі азаяды.



Сурет 4.4 – ВПО-3-3000 көтеру-тегістеу құрылғысының кинематикалық сызбасы

1 – жол көтеру гидроцилиндрі; 2 – реактивті кронштейні 3 – жол қозғалту гидроцилиндр; 4 – электромагнитті роликті қармаулар; 5 – тегістеу роликтері; 6 – траверс; 7 – орталық білеу; 8 – реактивті кронштейні мен орталық білеудің бекіту топсалы түйіні

Рельс торының қармаудан шығуының себептері көп (сурет 4.5). Жолда жатқан метал қосылған заттар магнитке жабысып қалады. Электромагнитті өріс тарайды, көтеретін күш азайып, соның нәтижесінде балласт пен рельс арасындағы аймақты тазалау қажеттігі туады. Тордың қармаудан шығуының тағы бір себебі – қармау бойымен катушкадағы жүктеменің біркелкі болмауы. Рельс-шпал торының иілуі оның бос аралығына келуі мүмкін және рельс қармауынан тыс болуы мүмкін. Нәтижесінде, артқы катушка алдыңғыға қарағанда көп жүктеліп магниттің рельсті жіберуіне себепші болады. Сонымен қатар, магнит пластинасы мен рельс басы арасындағы саңылау біркелкі болмауы да себеп болады.



Сурет 4.5 – ВПО-3-3000 машинасының электромагнитті рельс қармауы
1 – электромагнитті катушқасы; 2 – тегістегіш ролик; 3 – электромагниттің корпусы

Қармау конструкциясында қармау және тегістегіш роликтеріндегі жүктемелерді реттейтін құрылғы қарастырылуы керек. Қармау ролигіне келетін жүктеме 25-30 кН аралығында болады, тегістегіш роликте – 10 – 15 кН болады [88].

Роликтердің жұмыс сенімділігі олардың конструкциясы мен өзара орналасуларына байланысты болады. Қисық жолдардағы рельсті еркін қармап өтуге және торды аз күшпен ұзақ көтеруге қысқа ұзындықты рельсті қармау қажет.

Қармау конструкциясы машинаның жол табан ені өзгерген жерлермен роликтердің кептеліссіз өтуін қамтамасыз етуі керек [89].

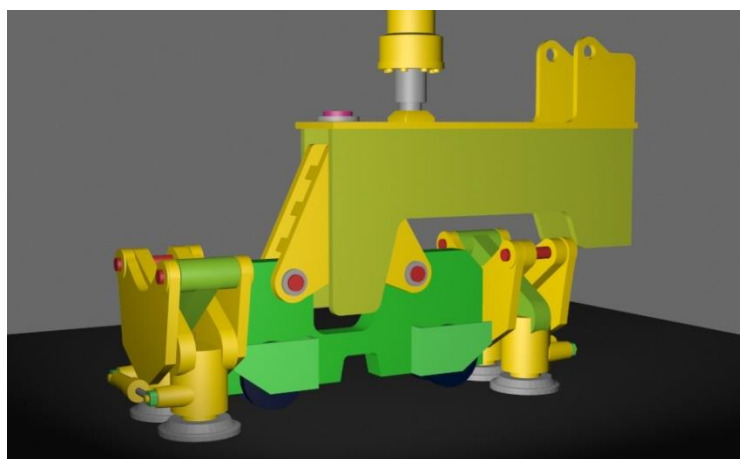
Қармауды жетілдіру машина түрі мен өндірістің жұмыс шарттарына байланысты жүргізіледі.

4.3 Жол машиналарын пайдалануда қолданылатын көтеру-тегістеу құрылғысының кернеулі-деформацияланған жағдайын зерттеу

Жол жөндеуші ВПО-3-3000 машинасының жұмысы барысындағы істен шығуларын сараптай отырып, машинаның әлсіз тораптарын жаңғырту қажет деп таптық.

Жоспарланбаған істен шығуларды азайту үшін және ВПО-3-3000 машинасының сенімділігін арттыру мақсатында машинада роликті қармауларды қолдану ұсынылады, осы жаңғырту барысында машина жұмысы жеңілдейді [97].

Жол жөндеуші ВПО-3-3000 машинасына ұсынылатын роликті қармау конструкциясы 4.6 суретте көрсетілген [94].



1 – қармаудың гидроцилиндрлі жетегі; 2 –тегістегіш ролигі;
3 – қармау ролигі

Сурет 4.6 - ВПО-3-3000 машинасына ұсынылатын роликті рельс қармауының конструкциясы

Жол жөндейтін машиналардың жолды қармау конструкциясын бағалаудың маңызды критерийлері олардың кернеулігін, деформативтілігін, көтергіш қабілетін және ұзақ мерзімділігін анықтайтын әр түрлі параметрлер бойынша коэффициенттері болып табылады.

Жұмыс ресурстарының жоғарылауы жүктемелердің әсер ету ұзақтығының, сондай-ақ кейбір машиналар үшін жүктемелердің қайталану санының кенеттен артуына әкеледі.

Бөлшектерде ұзақ мерзімді статикалық және аз циклды ақаулардың жиналуы механизмдер мен машиналардың толығымен мерзімінен бұрын істен шығуына әкелуі мүмкін.

Беріктік есебі кернеу мен деформацияны нақты бағалауға, кернеудің шоғырлануын ескеруге, жүктеуге материалдың қасиеттерін білуге және ақаулардың шоғырлануы туралы заманауи түсініктерді қолануға негізделуі тиіс.

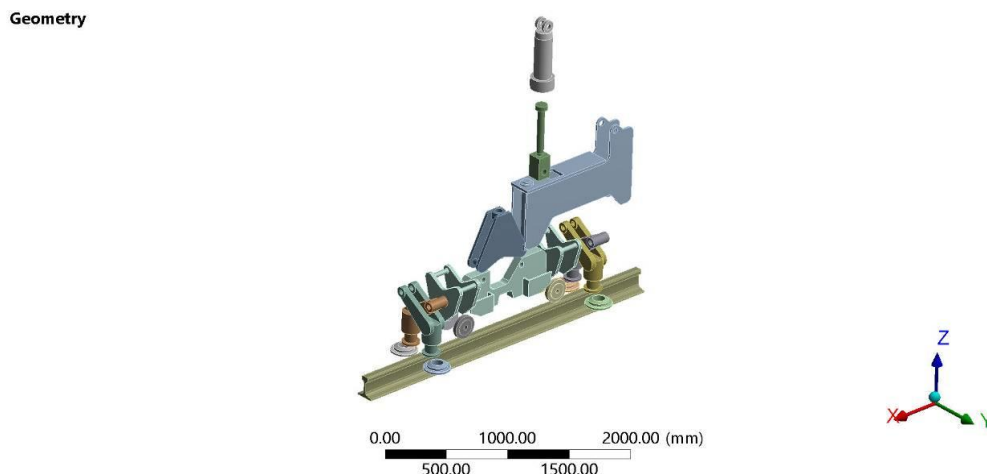
Серпімді пластикалық шешімдер процедурасын жасауға және САЕ тиімді жүйесін енгізіп, кеңістіктегі кернеулі жағдайды соңғы элементтер әдісімен зерттеу мүмкіндігі туды (СЭӨ). Осы мақсатта ЭЕМ нақтыланған есептеу әдісі жасалды.

Жол машиналарының көтеру механизмін жобалау барысына конструктор өз тәжірибесіне сүйеніп орындайды, содан кейін беріктікке тексеру есептерін жүргізеді. Бұл есептердің көп қайталануына және жақсы нұсқаны таңдауға көптеген шығындармен жетуге әкеледі. ЭЕМ-де автоматты жобалау жүйесі түрінде іске асырылған жұмыс шарттары мен беріктілік талаптарын ескере отырып, көтеру-тегістеу құрылғысын есептеу әдісін әзірлеу өзекті міндет болып табылады. Бұл шешім беріктікке, қатаңдыққа, конструкцияның жұмыс сипаттамаларына және оңтайлы жобалау кезінде материалдың қасиеттеріне қойылатын әр түрлі талаптардың өзара байланысын анықтауға мүмкіндік береді. Жобалау тек жұмыс аралығындағы критикалық жүктемеден ауытқуы бар машиналардың статикалық, сондай-ақ динамикалық сипаттамаларын есепке алуды болжайды. Осыған байланысты бастапқыда конструкцияның беріктігі мен қатаңдығына есеп жүргізу қажет [90, 6 бет].

Жол жөндейтін машиналардың көтеру механизмдері конструкцияларының элементтерін беріктікке бағалауда эксперименттік зерттеулер маңызды болып саналады. Негізгі болып конструкция элементтерін эксперименттік стендтарда сынау саналады. Стендтармен автоматты түрде басқару жүйесі конструкцияның ұзақ мерзімде жұмыс атқаратынын циклдық жүктеме беру арқылы зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл сынақтар жүктеме циклдары түрлерін анықтауға, цикл санын анықтауға және беріктік қорын анықтауға қосымша есептеулер жүргізілуін талап етеді [95, 96].

Сандық және талдамалық зерттеулер негізінде құрылған ғылыми және өндірістік практикада қолданылатын беріктікті бағалау әдістері қандай да бір қосымша эксперименттік зерттеулерсіз сенімді бола алмайды [92, 93].

Оның ішінде Ansys WB бағдарламалық кешенінде жұмыс істеу кезінде көтеріп-тегістеу конструкциясы элементтерінің беріктігіне есеп берілген. Ол үшін Static Structural модулінде көтеріп-тегістеу құрылғысы конструкциясының үш өлшемді моделі құрылған (4.7-сурет). Static Structural жобасы алты бөлімнен тұрады: geometry, materials, coordinate systems, connections, mesh, static structural.



Сурет 4.7 - Үшөлшемді көтеріп-тегістеу құрылғысының моделі

Geometry бөліміне конструкцияның әрбір торабына материалдар берілетін үш өлшемді (бір өлшемді, екі өлшемді) модель жүктеледі. Сонымен қатар, материалдың түрін өзгертуге болады, яғни деформацияланатын немесе мүлдем қатты болады.

Materials бөлімінде материал қасиеттерін тікелей көру және өзгерту мүмкіндігі пайда болады.

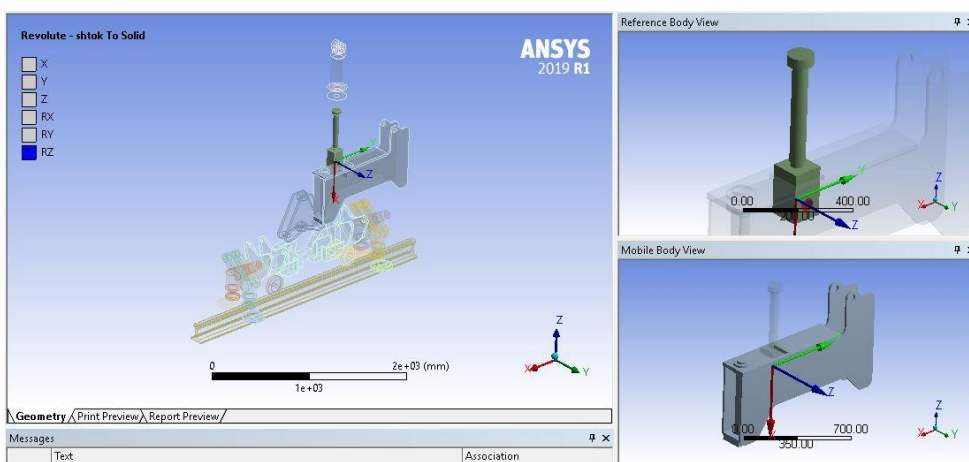
Coordinate systems тармағы декарттық және цилиндрлік координаттар жүйесін ауыстырып, координаттар жүйесін қоюға және түзетуге (жылжытуға, бұруға) мүмкіндік береді.

Модельде бір-бірімен байланысы бар, бұл сызықты емес есептерді шешуге әкеледі. Барлық сызықты емес есептер мәселесі шешімдердің табылмауына алып келеді. Есептің шешімінің жинақталуын жақсарту үшін бекітілмеген денелердің қозғалысын жою қажет. Яғни есептеуге дейін жаналуға тиіс барлық бөлшектер арасындағы байланыстың болуын қамтамасыз ету қажет. Бұл денелерді жылжыту, жанасқан беттерді жылжыту (contact offset) немесе демпфирлеу механизмін (stabilization damping) қолдану, сондай-ақ жанасқан беттерге үйкеліс беру арқылы қол жеткізіледі [91].

Егер де есептеу ұқсастығы болмаса, онда жанасқан элементтердің қаттылығын азайту керек (жүктеменің бірқалыпты қосымшасы және жанасқан жұптардың қаттылығын төмендету есептеу ұқсастығына байланысты 90% мәселелерді шешуді қамтамасыз етеді) немесе есептеу кезінде жанасу санын өзгертін элементтердің үлесін азайту үшін жанасқан аймақтағы торды нығыздау қажет.

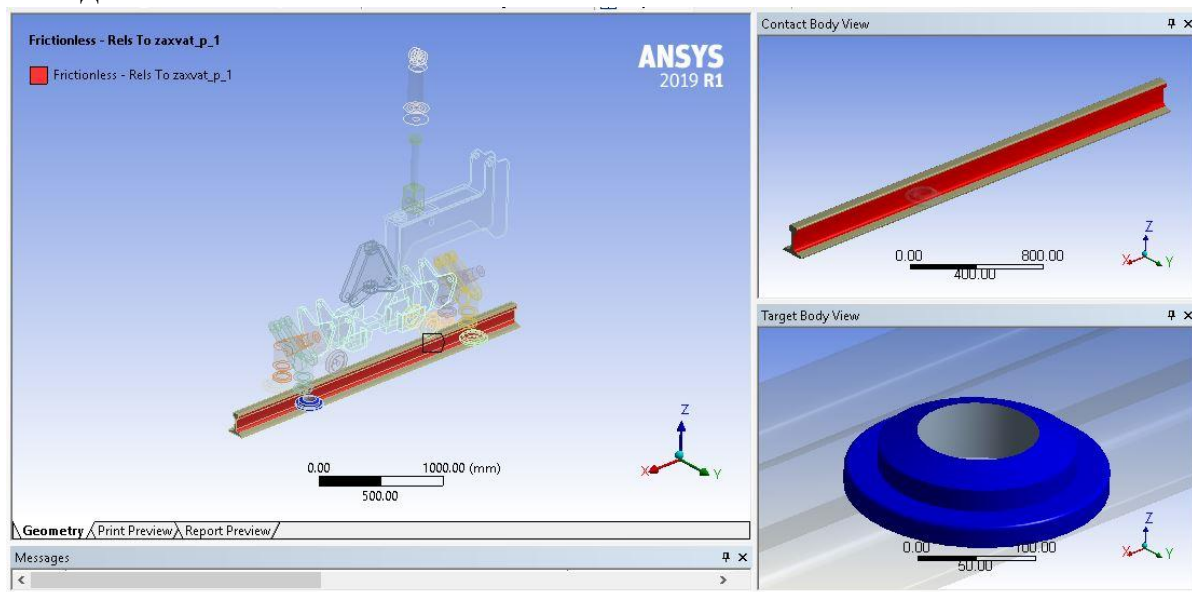
Үшөлшемді модельді құру осы модульдің Geometry бөлімінде жүзеге асырылды. Координаттарды ауыстыру тәсілдері мен Буль операциялары қолданылды.

Connections ортасында (joint) бірігулерін жүйелеп түзету (4.8 сурет) және байланыс жұптары (contacts) (4.9 сурет).



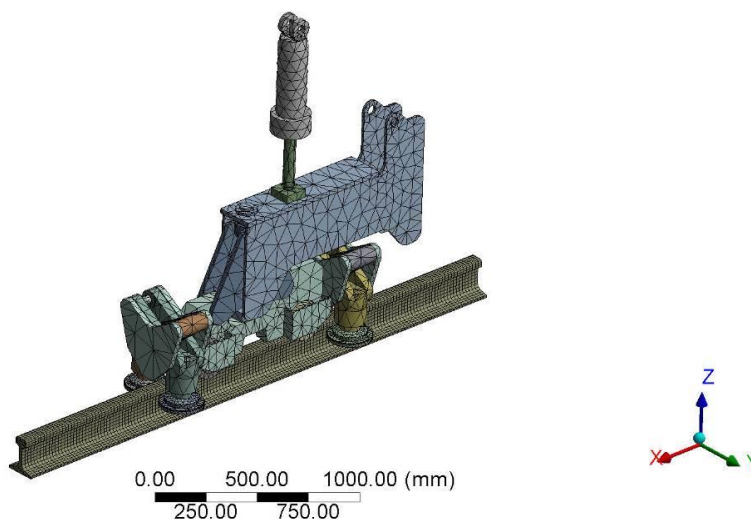
Сурет 4.8 - Байланыстарды жүйелі өзгерту

Қосылысты жүйелі өзгерті еркіндік дәрежелерінің сипаты бойынша жүргізіледі.



Сурет 4.9 - Байланыс жұптарын жүйелі өзгерту

Байланыс жұптарында Р75 рельсі мен қармау ролигі арасындағы үйкеліс коэффициенті 0,05-ке тең. Mesh бөлімінде соңғы элементтерге бөлу жүреді (4.10-сурет). Бұл орта қосымша параметрлерді талап етеді. Соңғы элементтер (СЭ) түйіспелі элементтерінде тор есептің жинақталуын жақсарту үшін ұсақталған [95].



Сурет 4.10 - Көтеріп-тегістеу құрылғысының соңғы элементтік торы

Төртінші беріктік теориясы Мизес критериясы деп аталады. Ол келесі гипотезаға негізделген: күрделі кернеулі күйдегі элементтің беріктігі, егер оны қалыптастырудың нақты потенциалдық энергиясы қарапайым созылу тәжірибесінен анықталған шекті мәнге жетсе, беріктік таусылған болып саналады (яғни, шекті кернеу күйі пайда болады) [95].

Мизес бойынша кернеу келесі түрде өрнектеледі:

$$\sigma_{vonMises} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}, \quad (4.1)$$

мұнда $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - басты кернеулер.

n қорымен беріктік келесі шартпен қамтамасыз етіледі:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = \frac{\sigma_{пред}}{n} = [\sigma] \quad (4.2)$$

Беріктік шартының соңғы түрі келесідей болады:

$$\sigma_{экв}^{IV} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \leq [\sigma] \quad (4.3)$$

мұнда $[\sigma] = \frac{\sigma_{пред}}{n}$ - рұқсат етілген кернеулер.

Төртінші беріктік теориясы, үшінші теория сияқты, материалдың пластикалық күйге өту теориясы ретінде эксперименталды түрде жақсы дәлелденеді және үшінші беріктік теориясымен қатар пластикалық материалдардан жасалған бөлшектердің беріктігін есептеу үшін кеңінен қолданылады.

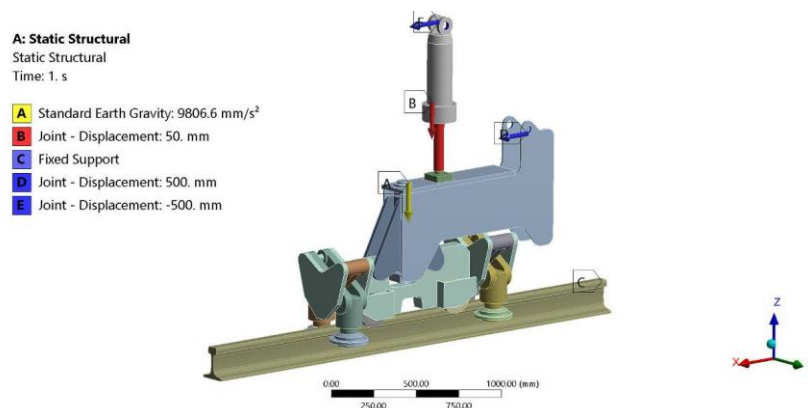
«D» және «E» беттерінде z және y осьтері бойынша қозғалыс шектелген, және ось бойынша бұрылыстар шектелген. «C» рельс беті тұйықталған (сурет 4.11).

Кесте 4.1 - Шекаралық шарттар

Бөлшектер	Материал	Мизес бойынша кернеу $\sigma_{vonMises}$, МПа	Рұқсат етілген кернеу σ_{adm} , МПа
R75 rail – рельс	M76	124	900/1.5=600
Траверса	30HGSA	378	400
Оң қармау	Steel 45	80	240
Сол қармау	Steel 45	117	240
Шток	30HGSA	252	400
Цилиндр	30HGSA	162	400
Тіреу роликтері	Steel 45	210	240

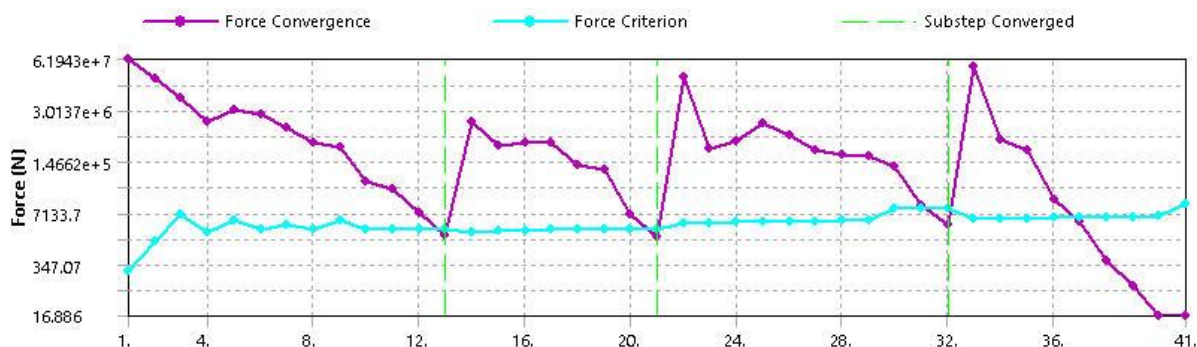
Қолданыста пайда болған эквивалентті кернеулер рұқсат етілген кернеулерден аспайды.

Ары қарай конструкцияның шекаралық шартын static structural ортасына беріледі (сурет 4.11).



Сурет 4.11 – Конструкцияның шекаралық шарты

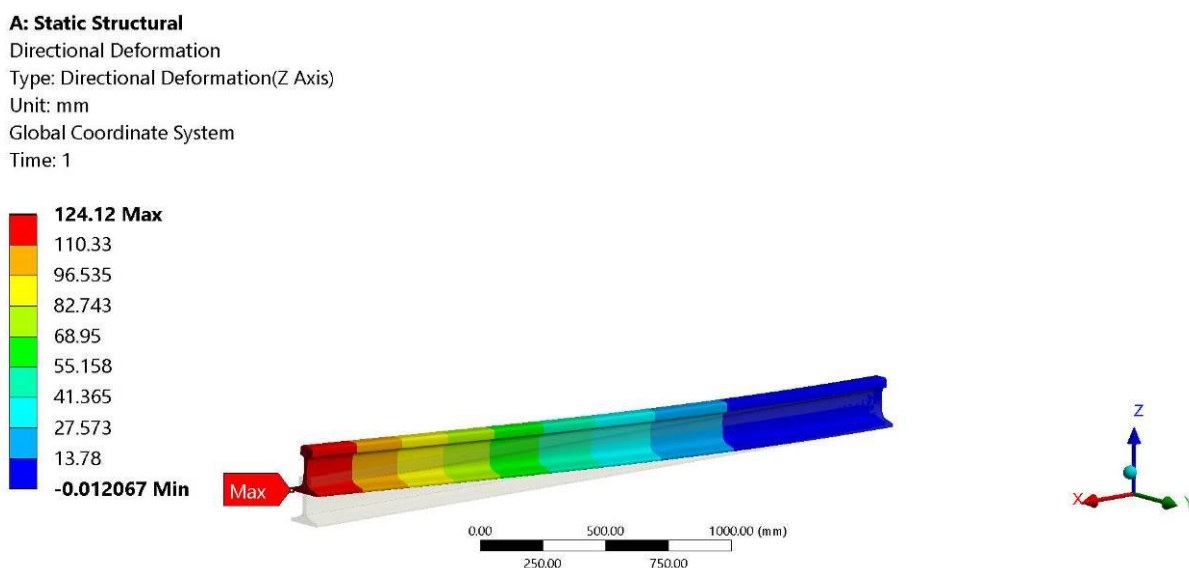
Төменде 4.12 суретте сызықты емес есептің ұқсастық графигі көрсетілген.



Сурет 4.12 - Сызықты емес есептің ұқсастық графигі

Есептеулерден көтеру-тегістеу құрылғысын пайдалану барысында элементтеріндегі деформациялар мен Мизес кернеулерінің өзгеру сипаттары алынды.

Төменде Р75 рельсінің вертикалды деформациясының өзгеру картинасы көрсетілді (сурет 4.14).

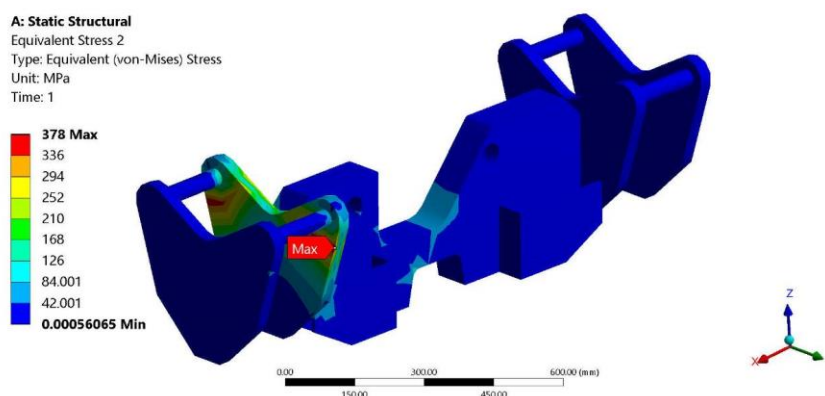


Сурет 4.14 - Р75 рельсінің вертикалды деформациясы

Деформация мәнінің индикаторы бойынша көріп отырғандай, вертикалды деформация рельс соңында 124 мм құрады, яғни шекті мәннен аспады.

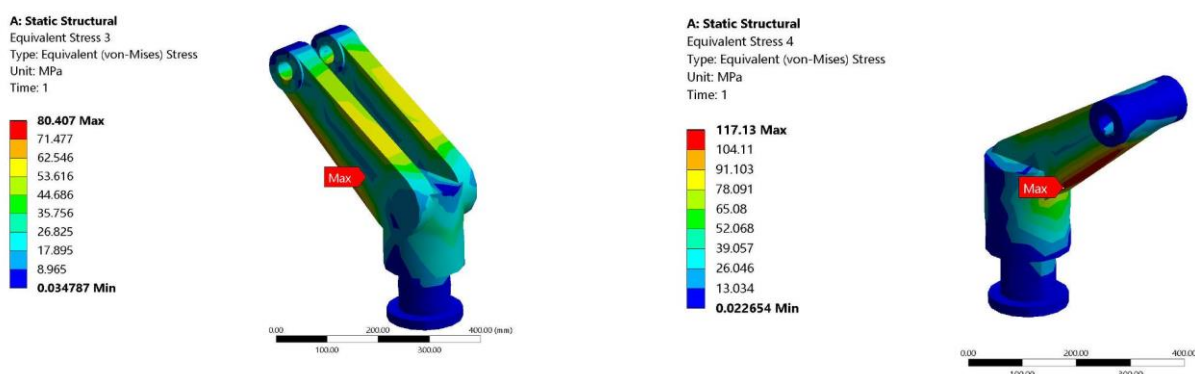
Әрі қарай, 4.15 суретте қармауды шектеу конструкциясында симметриялы 378 МПа-ға тең кернеу концентрациясын көріп отырмыз, бұл

жағдай аталған конструкцияға беріктікті қамтамасыз ететін материалды қолдануды талап етеді.



Сурет 4.15 – Траверсаның Мизес бойынша кернеуі

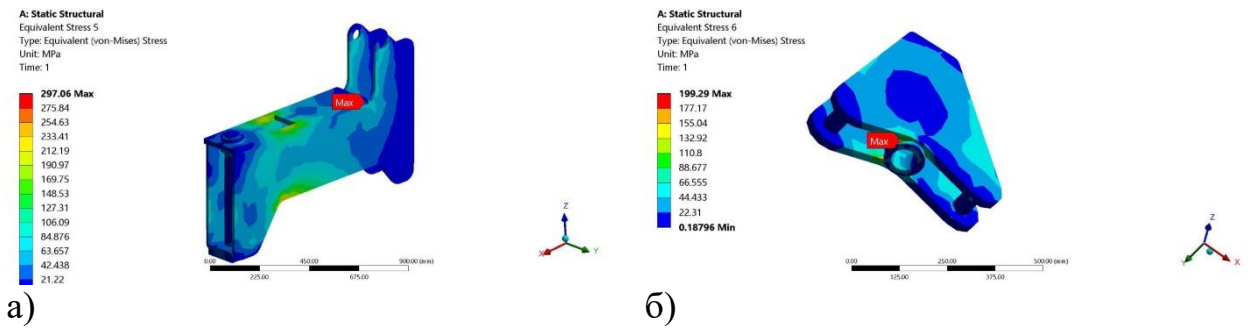
4.16 а және б суреттерінде алдыңғы қармаудың Мизес бойынша шоғырланған кернеулерді көреміз. Аталған элементтерде беріктік қормен қамтамасыз етілген. Бірақ, сол жақ қармауда кернеу оң жаққа қарағанда көбірек.



а) б)
 а) алдыңғы оң қармау; б) алдыңғы сол қармау

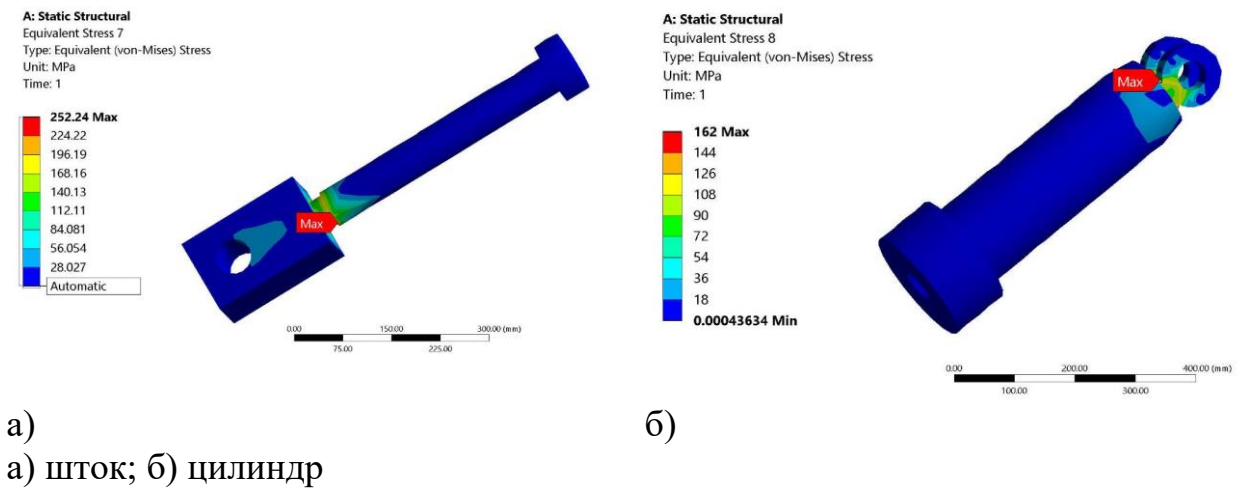
Сурет 4.16 – Мизес бойынша қармаулар кернеуі

4.17 а, б суреттеріндегі Мизес бойынша кернеудің ең көп шоғырлануы элемент геометриясының кенеттен ауысуына байланысты болады. Аталған проблема геометрияға түзету енгізу арқылы жүргізіледі.



Сурет 4.17 – Мизес бойынша кернеулер

4.18 а, б суреттерінде гидроцилиндрдің кернеулі жағдайы көрсетілген.

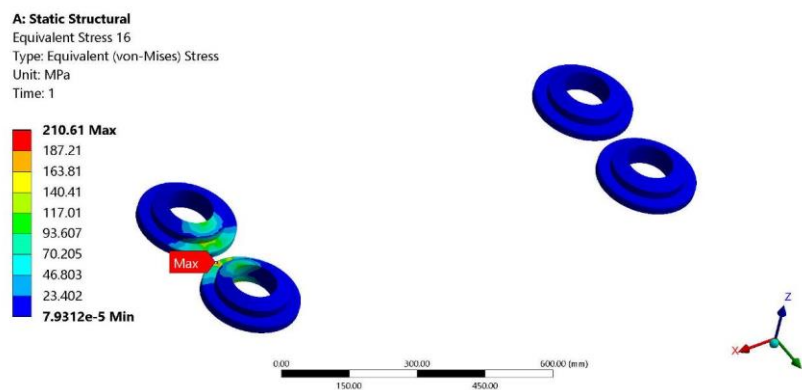


а) шток; б) цилиндр

Сурет 4.18. – Мизес бойынша гидроцилиндр кернеуі

4.18 а суретіндегі кернеудің максималды шоғырлануы өткір ауысумен түсіндіріледі.

4.19 суретте Мизес бойынша тіреу роликтерінің кернеуі көрсетілген.



Сурет 4.19 – Тіреу ролигінің кернеуі

Аталған кернеуді Р75 рельсін қысу шартын өзгерту арқылы өзгертуге болады. Жалпы алғанда, көтеру-тегістеу құрылғысы конструкциясының беріктігі мен қатандығы қамтамасыз етілді.

Қорытынды ретінде, келесі тұжырымдар алынды:

1. Алғаш рет көтеру-тегістеу құрылғысының кеңістікте кернеулі-деформацияланған жағдайы зерттелді;
2. Ғылымда және өндірістік тәжірибеде қолданылатын беріктікті сандық немесе аналитикалық бағалау қандай да бір қосымша эксперименттік зерттеулерсіз жеткіліксіз деп есептеледі;
3. Материалда ұзақ мерзімді статикалық және аз циклды ақаулардың жиналуы машиналардың уақытынан бұрын істен шығуына әкелуі мүмкін;
4. Сызықсыз (байланысты) тапсырманың жинақталуына бекітілмеген денелердің қозғалысын жою, байланыстағы элементтердің қаттылығын азайту, сондай-ақ байланыс аймағында СЭ тығыздау арқылы қол жеткізіледі;
5. Көтеру-тегістеу құрылғысының беріктігі мен қаттылығы жалпы қамтамасыз етілген.

4.4 ВПО-3-3000 машинасын жаңғырту бойынша экономикалық тиімділігінің есебі

Машинаны жаңғыртудың экономикалық тиімділігін есептеу ескі және жаңа нұсқаға сәйкес машиналардың істен шығу ықтималдығының айырмасымен, жөндеу жұмыстарының тоқтап қалу уақыты мен машинаның сағаттық кірісін ескере отырып есептелуі керек.

Экономикалық тиімділік ескі және жаңа нұсқаларға сәйкес діріл тақтасы жетегінің және көтеру-тегістеу құрылғысының істен шығу жиілігіне байланысты болады.

Осылайша, ескі және жаңа нұсқалар бойынша ықтималдық айырмашылығын оларды жөндеу жұмыстарының тоқтап қалу уақытына және 1 сағат ішінде жоғалған машинаның кіріс мөлшеріне көбейту арқылы есептеу керек.

2.2 бөлімінде ВПО-3-3000 машинасының жаңғыртылатын тораптарының моторесурсы кезінде істен шығу жиілігі анықталды.

Жаңғыртудан экономикалық тиімділікті анықтауға болатын тәуелділік (4.4):

$$\mathcal{E} = (\nu - \mu)t_{ж.у.}D_c, \quad (4.4)$$

мұнда ν - ескі нұсқа бойынша істен шығу ықтималдығы;

μ - жаңа нұсқа бойынша істен шығу ықтималдығы;

$t_{ж.у.}$ – жөндеу жұмыстарына кететін уақыт;

D_c - машинаның жұмысынан түсетін сағаттық кіріс.

Ескі және жаңа түйіндерде моторесурс кезінде істен шығу жиілігі арқылы экономикалық тиімділікті анықтау ыңғайлы. Істен шығу жиілігі белгілі, сондықтан келесі түрдегі теңдеуді аламыз:

$$\Delta = (\lambda_1 - \lambda_2) T_M t_{ж.у.} D_c, \quad (4.4)$$

мұнда λ_1, λ_2 - тораптың моторесурсы кезіндегі істен шығу жиілігі,

$$\lambda_1 \text{ мен } \lambda_2 - \frac{1}{c};$$

T_M - тораптар моторесурсы.

Зерттеулерден көрініп тұрғандай, ең тиімді жаңғыртуға келесі тораптарды ауыстыру арқылы жетуге болады: электр жетегі гидравликалық жетекке және магниттік рельс қармаулары роликті қармауларға ауыстыру.

Келесі мысалды қарастырамыз: шамамен бірінші нұсқа бойынша істен шығу жиілігі 30000 мотосағатқа - 3,7 тең алсақ, ал екінші нұсқа бойынша істен шығу жиілігі 30000 мотосағатқа - 1,7 тең.

$$\Delta = (3,7 - 1,7) 30000 = 60000 \text{ теңге.}$$

ҚР бойынша машиналар саны 55 дана, барлық машиналардың экономикалық тиімділігі 3 300 000 теңгені құрайды.

Осылайша, машинаны ішінара жанарту кірісті арттыру және шығындарды азайту талаптарын қанағаттандырады.

Қорытынды

Диссертациялық жұмыста ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудың маңызды техникалық тапсырмасы шешілді.

ВПО-3-3000 машинасы теміржол жолдарын құру және жөндеу жұмыстарында қолданылады. Елімізде жұмыс жасайтын ВПО машинасының саны 55. Машина өте қымбат болғандықтан, оны сатып алу оның жұмыс құнын арттырады.

Машинаны жаңғырту әдісі ретінде, сапалы және ұзақ мерзім жұмыс атқару үшін сенімсіз тораптарды ауыстыру болды.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келесі қорытындыларда көрсетілген:

- еліміздегі теміржол жолдарының жағдайы және теміржол жолын салу мен оның жөндеуіне қатысатын машиналардың конструкциясына аналитикалық шолу жүргізілді;

- жұмыс фронты мен істен шығу жиілігіне байланысты ВПО-3-3000 машинасының сенімді жұмысы бойынша статистикалық тәуелділіктер алынды;

- ВПО-3-3000 машинасы жұмысының тиімділігін арттыру негізделген;

- оңтайлылық критерийі негізделді және құн параметрлеріне байланысты түйіндерді модернизациялаудың оңтайлы уақытының тәуелділігі анықталды;

- діріл тақтасының істен шығу себептеріне статистикалық талдау жүргізілді және гидравликалық жетек есептелді;

- екі тораптың істен шығу ықтималдығын ескере отырып, жаңғыртудың экономикалық тиімділігінің есебі жүргізілді.

Жаңғыртылған бірінші торап бойынша вибрациялық тақтаның электрлі жетегінің орнына гидравликалық жетекті қолдану ұсынылды. Зерттеулер көрсеткендей, гидравликалық жетек теміржолды вибрациялық тақтамен тығыздауға қажетті қуатты береді және сенімді жұмыс істейді.

Жаңғыртылған екінші торап бойынша магниттік рельс қармауларының орнына роликті көтеру-тегістеу құрылғысын қолдану ұсынылды, ұсынылған нұсқа бойынша құрылғы балласт қиыршық тастарын тығыздап кіргізу үшін жол торын 120 мм көтеріп, сенімді жұмысты қамтамасыз етеді.

Екі жаңғырту бойынша экономикалық тиімділік есептеліп, ВПО-3-3000 машинасын жаңғыртудан 60000 теңге көлемінде экономикалық тиімділік алынды, оны барлық ВПО машиналарына санайтын болсақ 3 300 000 теңгені құрады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. https://www.railways.kz/upload/docs/strategiya_razvitiya_ktzh_do_2025_goda_kratkiy_obzor.pdf
2. <http://www.energyprom.kz/ru/a/reviews/protyazhennost-zheleznodorozhnyh-putej-kazahstana-na-nachalo-goda-sostavila-153-tys-km-zhd-linii-prohodyashie-po-territorii-strany-zanimayut-145-tys-km-eshe-275-km-prohodyat-po-territoriyam-drugih-gosudarstv>
3. https://www.railways.kz/articles/infrastruktura/itogi_deyatelnosti_za_2019_god_i_osnovnye_zadachi_na_2020_god
4. Обоснование к отчету о деятельности АО «НК «КТЖ» по услугам магистральной железнодорожной сети за 2019 год
5. Транспортная отрасль Казахстана. www.halykfinance.kz
6. Коларж С.А. Повышение качества контроля организационно-технологических процессов уплотнения щебеночного балласта при производстве путевых ремонтно-восстановительных работ: автореферат дис.кандидата технических наук: 05.02.22. – Новосибирск, 2019–38 с.
7. А. А. Ерофеев. Проблемы повышения скорости движения поездов на существующих железнодорожных линиях//Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. - 2018. - № 2 (37).- С.57-59.
8. Быкадоров С.А. Проблемы повышения скорости движения на железнодорожном транспорте // Регион : экономика и социология. – 2005. – № 1. – С. 150–163.
9. А. А. Мигров. К вопросу об устранении внезапных отказов путевых машин во время «окна». ISSN 1815-588X//Известия ПГУПС: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. – 2014. – С.57-61.
10. Ахметов Г.М. База патентов Казахстана. «Виброуплотнитель». Патент № 22585 от 15.06.2010 г.
11. Мусаев С.К. Повышение эффективности путевого хозяйства на основе совершенствования системы эксплуатации, конструкций пути и средств механизации. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Алматы, 1999. – 300 с.
12. Ахметов М.Ф., Ибраимов А.К., Тюлюбаева З.Дж. Способ снижения вибрации путевой машины ВПО-3000//Вестник КазАТК. – Алматы: Изд-во КазАТК. – 2014. – № 5. – С.33–39.
13. Омаров А.Д., Исаенко Э.П., Омарова Г.А. Вопросы оптимизации конструкции железобетонных шпал//Промышленный транспорт Казахстана: КУПС. – Алматы. – 2020. – №3. – С. 5 – 12.

14. Лехно И.Б., Бельфер С.М., Дьяков К.Н. Путевое хозяйство : [Учеб. по спец. ж.-д. трансп. / Под ред. И.Б. Лехно ; И.Б. Лехно, С.М. Бельфер, К.Н. Дьяков и др.], Москва: Транспорт, 1990. – 472 с.

15. Шульга В.Я. Бесстыковой путь на подрельсовом основании из железобетона. Под ред. проф. Альбрехт В.Г. — Государственный научно-технический комитет Совета министров СССР, Академия наук СССР, Всесоюзный институт научной и технической информации. Отдел научной и технической информации ВИНТИ. — М.: 1959. — 92 с.

16 Поляков Е.И. Совершенствование рабочих органов балластоуплотнительных машин непрерывного действия для применения на пути с асбестовым балластом: дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук, Новосибирск, 1984. – 175 с.

17 Новиков Е.В. Один из подходов к повышению надежности сложных технических систем при наличии временной избыточности // Сборник научных трудов кафедры «Транспортные установки».- М.: МАДИ (ГТУ) . - 2009 . - Т.2.- С. 16-22.

18. Манаков А.Л. Совершенствование организации технического обслуживания путевых машин/ А.Л. Манаков, М.С. Кирилова // Вестник Оренбургского государственного университета, - Оренбург: Изд-во ОГУ, 2005. - № 12. - С. 87-91.

19. Коларж С.А. Предложения к созданию системы классификации и кодирования отказов путевой техники. / С. А. Коларж, А. А. Игумнов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего востока. – Новосибирск: Изд-во НГАСУ, 2014. – №3. – С. 83–86

20. Кабашев Р.А., Кульгильдинов М.С., Жаппасов А.Р. Земляное полотно автомобильных дорог Республики Казахстан//Труды 1-го Центрально-Азиатского геотехнического симпозиума. – Астана, 2000. – С. 180-183.

21. Яковлева Т.Г., Карпущенко Н.И., Клинов С.И., Путря Н.Н., Смирнов. М.П. Железнодорожный путь. Под редакцией Т.Г. Яковлевой. М.:Транспорт. - 1999. - 405 с.

22. Шабалина Л.А. Организация и технология строительства железных дорог: Учебник для колледжей железнодорожного транспорта. – М.: УМК МПС России, 2001. – 256 с.

23 Атаманюк А.В. Технология уплотнения балластного слоя после его глубокой очистки // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2009. – № 3 (15). – С. 114–124

24. Варызгин Е.С., Бондаренков Б.Н., Марготьев А.Н., Федулов В.Ф. Содержание балластной призмы железнодорожного пути. Под ред. Е.С. Варызгина. – М.: Транспорт. - 1978. – 142 с.

25. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Применение подъемно-рихтовочных устройств в путевых машинах ВПО-3000. Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства

– основа реализации Плана нации», Караганда: КарГТУ. - 2018. - № 10. – С. 185-187.

26. Кадыров А.С., Курмашева Б.К., Жунусбекова Ж.Ж., Кызылбаева Э.Ж., Карсакова А.Ж. Расчет резерва карьерного транспорта и вагонного парка для обеспечения коэффициента использования парка машин и выполнения плановых работ. Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права №5351 от 17 сентября 2019 г.

27. Карпущенко, Н. И. Обеспечение надежности железнодорожного пути и безопасности движения поездов / Карпущенко Н.И., Величко Д.В./ Сибирский гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск, 2008. – 321 с.

28. <http://adilet.zan.kz>/Правила технической эксплуатации, обслуживания и ремонта железнодорожных путей/Приказ Министра транспорта и коммуникаций Республики Казахстан от 12 мая 2011 года № 275. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 20 июня 2011 года № 7020

29. Путевые машины: Учебник / М.В. Попович, В.М. Бугаенко, Б.Г. Волковойнов и др.; Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. — 820 с.

30. Ахметов М.Ф., Ибраимов А.К., Тюлюбева З.ДЖ. Способ снижения вибрации путевой машины ВПО-3000 // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникации имени М. Тынышпаева. – 2014. - № 5 (90). – С. 33-37.

31. Кожабеков Ж.Т., Ахметов Г.М., Муратов А.М., Ускембаев Б.О., Ахметов М.Ф. Виброуплотнитель.//База патентов Казахстана. Номер инновационного патента: 22585. 15.06.2010.

32. Айталиев Ш.М., Мусаев С.К., Исаенко Э.П., Каринский Ю.С., Ибраимов А.К. Аналитическое рассмотрение совместной работы рельса с подрельсовым основанием рамного типа. В кн.: Прочность материалов и конструкции на транспорте. Тр. АлИИТа, т.1.-Алматы.: АлИИТ, 1993. С. 190-196.

33. Уразбеков А.К. Определение минимального промежутка времени между поездами с учетом реологических свойств железнодорожного пути. В кн.: Проектирование, строительство и эксплуатация транспортно-коммуникационных сооружений (Межвузовский сб.научн.тр., выпуск 1). Алматы, 1998, С.5-14.

34. Закиров Р.С., Омаров А.Д. Метод оценки уровня силовой нагруженности рельсового пути и новые конструкции пути на железобетонном основании./ Под ред. Р.С. Закирова. Ч.3. – Алматы.: Бастау, 2002. – 148 с.

35. Каменский В.Б. Основные направления развития путеизмерительных средств и технологии их применения на железных дорогах РФ.//Ж.-д.

транспорт. Сер. «Путь и путевое хозяйство»: ЭИ/ЦНИИТЭИ МПС. 2000, вып. 3-4. С. 1-10.

36. Gallagher G., Leiper Q., Clark M., Forde M. Ballast evaluation using ground – penetration radar.// Railway Gazette International. 2000. P. 101 – 103.

37. Яковлева Е.В. Влияние армирования на деформации основной площадки//Железнодорожный транспорт. 1998. № 11. С.24 - 26.

38. Шабалин Г.И. Перегонный способ капитального ремонта пути по совмещенной технологии.//Ж.-д. транспорт. Сер. «Путь и путевое хозяйство»:ЭИ/ЦНИИТЭИ МПС. 1991, вып.1. С.20-25.

39. Семенов В.Т., Карпущенко Н.И. Состояние и перспективы развития путевого хозяйства. – Новосибирск.: Изд-во СГУПС (НИИЖТа), 2000. – 246 с.

40. Федулов В.Ф., Антонов Ф.И., Закаталова А.И. Особенности содержания пути с железобетонными шпалами. – М.: - Транспорт, 1964. – 193 с.

41. Esveld C. Slab track a competitive solution.// Rail International. 1999. 5, P. 42 – 46.

42. Титов В.П. Усиление земляного полотна длительно эксплуатируемых железных дорог. – М.: Стройиздат, 1980. – 271 с.

43. Атаманюк А.В. Уплотнение балласта модернизированной ВПО-3000 // Путь и путевое хозяйство, № 3, 2008. — С. 20-21.

44. Попович М.В., Волковойнов Б.Г., Атаманюк А.В. Обеспечение стабильности железнодорожного пути путевыми машинами после глубокой очистки балластного слоя // Транспорт Российской Федерации, 2008. № 6 (19).С. 48—51

45. Пикалов А.С., Величко Д.В. Эффективность организации ремонта пути в режиме длительного закрытия перегона / А.С. Пикалов, Д.В. Величко // Транспорт Урала. - Екатеринбург: УрГУПС, 2011. - № 4 (31). - С. 77-81.

46. Stage J. Production of rails for North American railways // Progressive Railroading. - 2002. - № 9. - P. 48-50.

47. Gashin P.N., Raymond G.P., Powell A.G. Responce of railroad ballast to vertical vibration. Transportation Engineering Journal of ASCE, 1978. № 1, P. 104-107.

48. Цыкунов Ю.И. Послойное уплотнение балласта // Путь и путевое хозяйство. - 2005. - № 9. - С 14-17.

49. Гапеенко Ю.В., Митрохин А.Н., Мензулин Э.Х., Самохина Л.Ф. Комплексные технологии уплотнения балластного слоя // Путь и путевое хозяйство. - 2006. - № 12. - С. 17-21.

50. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж., Кукушова А.Б. Установление критериев подобия экспериментального исследования гидропривода машины ВПО-3000. Труды Университета. – Караганда: КарГТУ. – 2018. – № 4 (73). – С. 112–115.

51. Галдин Н.С. Основы гидравлики и гидропривода: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 145 с.
52. Алексеева Т.В. Гидропривод и гидроавтоматика землеройно-транспортных машин (исследование и основы расчета) – М.: Машиностроение, 1996. – 148 с.
53. Атаманюк А.В., Бредюк В.Б., Бугаенко В.М. Путевые машины для выправки железнодорожного пути, уплотнения и стабилизация балластного слоя. Технологические системы: Учебное пособие для ж.-д. Транспорта/ Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 285 с.
54. Штейн А.И. О взаимодействии виброударного уплотнительного инструмента с сыпучим телом. В сб. научных трудов ЦНИИСа «Исследование вопросов автоматизации и механизации при проектировании и строительстве железных дорог»: ЦНИИС, 1984, с. 57-61.
55. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов. – М.: Высш. школа, 1978.-447 с.
56. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта /С.А.Соломонова.-М.:Желдориздат, 2000. – 756с.
57. Леманский А.П. Новый стандарт на щебень//Путь и путевое хозяйство.-2003.-№5.-С.7.
58. Путевые машины для выправки железнодорожного пути, уплотнения и стабилизации балластного слоя. Технологические системы: Учебное пособие / М.В. Попович, В.М. Бугаенко, В.Б. Бредюк и др.; Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.:ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2007. – 267с.
59. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/С.А.Соломонов, М.В.Попович, В.М.Бугаенко и др.; Под ред. С.А.Соломонова.-М.:Желдориздат, 2000.-756 с.
60. Проблемы повышения скорости движения на железнодорожном транспорте / С. А. Быкадоров // Регион : экономика и социология. – 2005. – № 1. – С. 150–163.
61. [strategy2050.kz](http://www.strategy2050.kz) «www.strategy2050.kz»
62. <http://www.inconkz.com/ru/opit>
63. Соломонов, С.А. Машины и механизмы для путевого хозяйства [Текст]/ С.А. Соломонов, В.П. Хабаров, Л.Я. Малицкий, Н.М. Нуждин. - М.: Транспорт, 1984.-440 с.
64. Манаков А.Л. Теория, методы и практика совершенствования организации повышения качества и надежности технического сервиса путевых машин на основе операционного менеджмента и процессного подхода,
65. А.А. Мигров. Известия ПГУПС. № 4, 2014 г. К вопросу об устранении внезапных отказов путевых машин во время «окна».С 57-61.

66. Кочерга, В.Г. К 755 Надежность тепловозов : учеб. пособие / В.Г. Кочерга. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2012. – 66 с.: ил.

67. Кадыров А.С., Сулеев Б.Д., Карсакова А.Ж. Ахмедьянова Н.Ж. ВПО-3-3000 машинасының гидравликалық жетегін есептеу және оның конструкциясы. Труды Университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2020, № 4

68 https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Парето

69. Длоугий В.В., Муха Т.И., Цупиков А.П., Януш Б.В. Приводы машин: Справочник / Под общ. ред. В.В. Длоугого. – Л.: - Машиностроение, 1982. – 383 с.

70 Сырейщиков Ю.П., Лукин Е.А., Селищев А.К.. Новые путевые машины. М.: Транспорт, 1984. -317с.

71. Путевые машины для выправки железнодорожного пути, уплотнения и стабилизация балластного слоя. Технологические системы: Учебное пособие для ж.-д. Транспорта/ А.В. Атаманюк, В.Б. Бредюк, В.М. Бугаенко и др.; Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 285 с.

72. Штейн А.И. О взаимодействии виброударного уплотнительного инструмента с сыпучим телом. В сб. научных трудов ЦНИИСа «Исследование вопросов автоматизации и механизации при проектировании и строительстве железных дорог», ЦНИИС, 1984, с. 57-61.

73. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строительных вузов. – М.: Высш. школа, 1978.-447 с.

74. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта /С.А.Соломонова.-М.:Желдориздат, 2000. – 756с.

75. Леманский А.П. Новый стандарт на щебень//Путь и путевое хозяйство.-2003.-№5.-С.7.

76. Путевые машины для выправки железнодорожного пути, уплотнения и стабилизации балластного слоя. Технологические системы: Учебное пособие / М.В. Попович, В.М. Бугаенко, В.Б. Бредюк и др.; Под ред. М.В. Поповича, В.М. Бугаенко. – М.:ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2007. – 267с.

77. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/С.А.Соломонов, М.В.Попович, В.М.Бугаенко и др.; Под ред. С.А.Соломонова.- М.:Желдориздат, 2000.-756 с.

78. Проблемы повышения скорости движения на железнодорожном транспорте / С. А. Быкадоров // Регион : экономика и социология. – 2005. – № 1. – С. 150–163.

79. [strategy2050.kz](http://www.strategy2050.kz) «www.strategy2050.kz»

80. <http://www.inconkz.com/ru/opit>

81. Соломонов, С.А. Машины и механизмы для путевого хозяйства [Текст]/ С.А. Соломонов, В.П. Хабаров, Л.Я. Малицкий, Н.М. Нуждин. - М.: Транспорт, 1984.-440 с.

82. Манаков А.Л. Теория, методы и практика совершенствования организации повышения качества и надежности технического сервиса путевых машин на основе операционного менеджмента и процессного подхода,

83. А.А. Мигров. Известия ПГУПС. № 4, 2014 г. К вопросу об устранении внезапных отказов путевых машин во время «окна». С 57-61.

84. Кочерга, В.Г. К 755 Надежность тепловозов : учеб. пособие / В.Г. Кочерга. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2012. – 66 с.: ил.

85. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж., Кукешова А.Б. Установление критериев подобия экспериментального исследования гидропривода машины ВПО-3000. Труды Университета. – Караганда: КарГТУ. – 2018. – № 4 (73). – С. 112–115.

86. Кадыров А.С., Грачев В.В., Карсакова А.Ж. ВПО-3-3000 машинасының жұмысын оңтайландыруға «Парето» заңын қолдану. Труды международной научно-практической online конференции «Интеграция науки, образования и производства-основа реализации Плана нации», Караганда: КарГТУ. - 2020. Часть 2. С. 608 – 610.

87. Длоугий В.В., Муха Т.И., Цупиков А.П., Януш Б.В. Приводы машин: Справочник / Под общ. ред. В.В. Длоугого. – Л.: - Машиностроение, 1982. – 383 с.

88. Сырейщиков Ю.П., Лукин Е.А., Селищев А.К.. Новые путевые машины. М.: Транспорт, 1984. -317с.

89. Крейнис З.Л., Певзнер В.О. Железнодорожный путь. Учебник. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 432. с.

90. Содержание балластной призмы железнодорожного пути. / Е.С. Варызгин, Б.Н. Бондаренков, А.Н. Марготьев, В.Ф. Федулов; Под ред. Е.С.Варызгина. – М.: Транспорт, 1978. – 142 с. 35. Новые путевые машины (Подбивочно-выправочные и рихтовочная ВПР1200, ВПРС-500 и Р-2000) / Ю.П.

91. Nissen A (2009) Development of life cycle cost model and analyses for railway switches and crossings. Lulea University of Technology

92. Svensson N, Eklund M (2007) Screening of environmental pressure from products in the Swedish railway infrastructure: implications for strategic environmental management. Resour Conserv Recycling 52(2):248–265

93. Tzanakakis K (2013) The railway track and its long term behaviour: a handbook for a railway track of high quality. Springer Science & Business Media, Berlin

94. Иванов Е.Р. и др. Выправочно-подбивочно-отделочная путевая машина ВПО-3000/ Е.Р. Иванов, М.А. Плохицкий, М.В. Попович, А.П. Щербакова. – М.: Транспорт, 1976 . – 263 с.

95. Гребенников, М. Н. Теории прочности. Сложное сопротивление: учеб. пособие / М. Н. Гребенников, Н. И. Пекельный. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 140 с.

96. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Применение подъемно-рихтовочных устройств в путевых машинах ВПО-3000. Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» - 2018 г. - № 10. – С. 185-187.

97. Kadyrov A., Karsakova A, Donenbayev B, Balabekova K. Establishing the strength characteristics of the lifting-leveling device structures of the VPO-3-3000 machines for the track straightening. Kamunikacie. Communications. Scientific letters of the Zilina. № 4.2020.Vol.22

98. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

ҚОСЫМША А

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін Ақадыр машиналандырылған жол дистансасына енгізу актісі

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный инженер

АО НК «КТЖ» «Акадырской

машинизированной дистанции

пути»



Мукаев С.Б.

06 2021 г.

АКТ

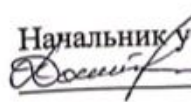
о внедрении результатов диссертационного исследования на тему «Модернизация выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3-3000» докторанта Карсаковой А.Ж., представленного на соискание ученой степени доктора PhD

Мы, нижеподписавшиеся, главный инженер АО НК «КТЖ» «Акадырской машинизированной дистанции пути» и представители Карагандинского технического университета в лице руководителя НИРД д.т.н., проф. Кадырова А.С. и исполнителя НИРД докторанта Карсаковой А.Ж., составили настоящий акт передачи предприятию АО НК «КТЖ» Акадырской машинизированной дистанции пути» методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов техники.

В дальнейшем не подлежит взысканию денежных средств с предприятия за внедрение методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов техники.

Представители

Начальник участка

 Дошабеков Н.М.

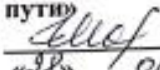


Исполнитель НИРД

Карсакова А.Ж.

ҚОСЫМША Ә

Диссертациялық жұмыстың нәтижелерін Шу машиналандырылған жол дистансасына енгізу актісі

«УТВЕРЖДАЮ»
Главный инженер
АО НК «КТЖ» «Шуской
машинизированной дистанции
пути»
 Шадыебеков Б.С.
«28» 06 2021 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования на тему
«Модернизация выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3-
3000» докторанта Карсаковой А.Ж., представленного на соискание
ученой степени доктора PhD

Мы, нижеподписавшиеся, главный инженер АО НК «КТЖ» «Шуской машинизированной дистанции пути» и представители Карагандинского технического университета в лице руководителя НИРД д.т.н., проф. Кадырова А.С. и исполнителя НИРД докторанта Карсаковой А.Ж., составили настоящий акт передачи предприятию АО НК «КТЖ» «Шуской машинизированной дистанции пути» руководства по модернизации машины ВПО-3-3000; методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов техники; зависимостей, описывающих напряженно-деформированное состояние подъемно-рихтовочного устройства машины ВПО-3-3000; результатов моделирования уплотнения дорожного полотна вибрационной плитой на основании метода конечных элементов; расчетов экономической эффективности модернизации с учетом вероятности отказов двух механизмов.

В дальнейшем не подлежит взысканию денежных средств с предприятия за внедрение руководства по модернизации машины ВПО-3-3000; методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов техники; зависимостей, описывающих напряженно-деформированное состояние подъемно-рихтовочного устройства машины ВПО-3-3000; результаты моделирования уплотнения дорожного полотна вибрационной плитой на основании метода конечных элементов; расчеты экономической эффективности модернизации с учетом вероятности отказов двух механизмов.

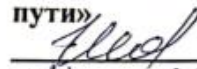
Главный механик
 Сейсебеков Ә.



Представитель
Научный руководитель НИРД
 Кадыров А.С.
Исполнитель НИРД
 Карсакова А.Ж.

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный инженер
АО НК «ҚТЖ» «Шуской
машинизированной дистанции
пути»

 Шадьбеков Б.С.
«28» 06 2021 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования на тему
«Модернизация выправочно-подбивочно-отделочной машины ВПО-3-
3000» докторанта Карсаковой А.Ж., представленного на соискание
ученой степени доктора PhD

Мы, нижеподписавшиеся, главный инженер АО НК «ҚТЖ» «Шуской машинизированной дистанции пути» и представители Карагандинского технического университета в лице руководителя НИРД д.т.н., проф. Кадырова А.С. и исполнителя НИРД докторанта Карсаковой А.Ж., составили настоящий акт передачи предприятию АО НК «ҚТЖ» Шуской машинизированной дистанции пути» методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов путевой техники.

В дальнейшем не подлежит взысканию денежных средств с предприятия за внедрение методики установления оптимального времени модернизации узлов или агрегатов путевой техники.

Представители

Главный механик
 Сейсебеков Э.



руководитель НИРД
Кадыров А.С.
Исполнитель НИРД
Карсакова А.Ж.

ҚОСЫМША Б

ҚОСЫМША Б

ТЕХНИКАЛЫҚ ТАПСЫРМА

ВПО-3-3000 түзету-қағу-өңдеу машинасының роликті рельсті
кармауларының тәжірибелік конструкциясын жобалауға

Әзірлеу күні 04.03.2021

1. Қолдану саласы

Роликті рельсті кармаудың тәжірибелі дизайны теміржол рельстерін
көтеруге және түзетуге арналған.

2. Әзірлеменің мақсаты мен міндеті

Көтеру-тегістеу құрылғысының жасалатын тәжірибелік
конструкциясының мақсаты жоспарланбаған істен шығуларды азайту және
ВПО-3-3000 машинасының сенімділігін арттыру болып табылады.

3. Әзірлеу көздері

1. 2017-2018 оқу жылына 6D071300 «Көлік, көлік техникасы және
технологиялары» мамандығының докторантының «Түзету-қағу-өңдеу ВПО-
3-3000 машинасы жаңғырту» ғылыми-зерттеу жұмысы бойынша есебі.

2. 2018-2019 оқу жылына 6D071300 «Көлік, көлік техникасы және
технологиялары» мамандығының докторантының «Түзету-қағу-өңдеу ВПО-
3-3000 машинасы жаңғырту» ғылыми-зерттеу жұмысы бойынша есебі.

3. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Применение подъемно-рихтовочных
устройств в путевых машинах ВПО-3000. Труды Международной научно-
практической конференции «Интеграция науки, образования и производства
– основа реализации Плана нации» - 2018 г. - № 10. – С. 185-187.

4. A. Kadyrov, A. Karsakova, B. Donenbayev, K. Balabekova Establishing
the strength characteristics of the lifting-leveling device structures of the VPO-3-
3000 machines for the track straightening. Kamunikacie. Communications.
Scientific letters of the Zilina. № 4.2020.Vol.22

5. Using track lifting-and-alining devices in track machines VPO-3000.
Международный научный журнал «Актуальная наука», № 11 (16) 2018 г.

6. ВПО-3-3000 машиналарының көтергіш-тегістеу құрылғысы
конструкцияларының ерекшеліктері. Вестник Инженерной академии
Республики Казахстан. 2021, №1(79)



Карсакова А.Ж.

4. Техникалық талаптар

4.1 Конструкцияның құрылымына және құрылғысына қойылатын талаптар

ВПО-3-3000 машинасы жолды жөндеу мен салудың технологиялық процестерінің құрамында қорытынды жұмыстар кешенін орындауға арналған. Машинаның негізгі операциялары жолды бойлық профильде, деңгейі мен жоспары бойынша түзету және балласт призмасын оның бүкіл көлемі бойынша тығыздау болып табылады (шпал асты, көлбеу-иық және жоларалық аймақтарда). Негізгі технологиялық операциялармен бірге мөлшерлеу-жоспарлау жұмыстары, балласт қабатын динамикалық тұрақтандыру, машиналар өткеннен кейін шпалдар мен рельстерді артық балластан тазарту да орындалуы мүмкін. Ол күшейтілген күрделі, күрделі, күшейтілген орташа, орташа және жолды көтеру жөндеулерінде қолданылады. Барлық технологиялық операциялар тепловозбен машинаның үздіксіз қозғалысы кезінде орындалады.

Қармау конструкциялары машинаның жолдың қисық учаскелері мен жолтабан енін өзгертіп, роликтерді сыналамай өту мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс.

Қармау конструкциясында қармау және тегістеу роликтерінде оның ұзындығы бойынша жүктемелерді теңестіретін құрылғылар көзделуі тиіс. Бір роликке түсетін жүктеме 25-30 кН, тегістеу ролигіне - 10 - 15 кН аралығында болады.

Роликтердің сенімділігі олардың дизайнына және өзара орналасуына байланысты. Жолдың қисық учаскелерін ұстап, торды аз күшпен іліп қою арқылы еркін өту үшін рельсті қысқа ұзындықта ұстау керек.

Қармау конструкциялары машинаның жолдың қисық учаскелері мен жолтабан енін өзгертіп, роликтерді сыналамай өту мүмкіндігін қамтамасыз етуі тиіс.

Машина Қазақстан Республикасының күрт континентальды климатына тән кез келген ауа райы жағдайларында дұрыс жұмыс істеуі тиіс.

4.2 Тағайындалу көрсеткіштері

Тағайындалу көрсеткіштері 1-2 кестелерінде көрсетілген.

1 - кесте Пайдаланудың техникалық сипаттамалары

№	Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіш мәні
1	Рельсті көтеру биіктігі, мм	150-118
3	Жұмыс органының диаметрі, мм	
4	Көтерудің максималды жылдамдығы, м/с	1,2...1,5
5	Тығыздаудағы соғу жылдамдығы, м/с	0,7...1,2



Карсакова А.Ж.

2-кесте гидравликалық жетектің параметрлері

№	Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіш мәні
1	Жұмыс көлемі, см ³ /айн	28-326,3
2	Номиналды қуаты, кВт	30-55
3	Біліктің айналу жиілігі, айн/мин	50-4750
4	Шығыс, л/мин	50-130
5	Номиналды айналу моменті, Н*м	84-1200

4.3 Технологиялыққа қойылатын талаптар

Машина құрылғыларының дизайны рельстерді үнемді және сапалы тегістеуді қамтамасыз етуі керек. Негізгі бақыланатын параметрлері рельс биіктігі.

4.4 Үйлестіру және стандарттау деңгейіне қойылатын талаптар

Машинаның конструкциясы стандартты бөлшектерді барынша пайдалануды көздеуі тиіс.

Қолдану коэффициенті-40-тан кем емес, қайталану коэффициенті-50-ден кем емес.

4.5 Қауіпсіздікке және қоршаған ортаға әсерге қойылатын талаптар

Машинаның конструкциясы келесі нормативтік құжаттар бойынша жалпы талаптарға сәйкес келуі тиіс:

- МЕСТ 12.2.011-2012 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Құрылыс, жол және жер қазу машиналары;

- МЕСТ 12.1.005-88 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ). Жұмыс аймағының ауасына қойылатын талаптар;

МЕСТ 12.1.012-2004 бойынша жұмыс орнындағы және басқару мүшелеріндегі діріл параметрлері. Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ) Діріл қауіпсіздігі. Жалпы талаптар.

МЕСТ 12.1.003-2014 Машиналар мен жабдықтардың шулы сипаттамалары бойынша еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ). Шу. Жалпы қауіпсіздік талаптары.



Карсакова А.Ж.

4.6 Эстетика мен эргономикаға қойылатын талаптар

Машина техникалық эстетика талаптарына сәйкес келуі керек: форманың композициялық тұтастығы, форманың функционалды орындылығы, тауар түрі.

Эскиздік жоба сатысында әзірлеу объектісінің жалпы орналасу көркемдік-конструкторлық шешімінің нұсқаларын, кездейсоқ масштабтағы іздеу макеттерін орындау қажет.

Техникалық жоба сатысында әзірлеу объектісі макетінің орналасу сызбаларының, түсіндірме жазбаның көркемдік-конструкторлық шешімінің түпкілікті нұсқасын орындау қажет.

Жұмыс органдары мен жетектерге, гидрожүйелерге және электр жабдығына қол жеткізу ыңғайлы болуы тиіс.

Машинаны басқару иіптіректердегі күш МЕСТ 12 2.011-2012 талаптарын қанағаттандыруы қажет.

4.7 Патенттік тазалыққа қойылатын талаптар

ВПО-3-3000 машинасының көтеру-тегістеу құрылғысы Жапония, Германия, Франция, Қытай, Ресей сияқты елдерге қатысты патенттік тазалыққа ие болуы керек.

4.8 Пайдалану шарттары

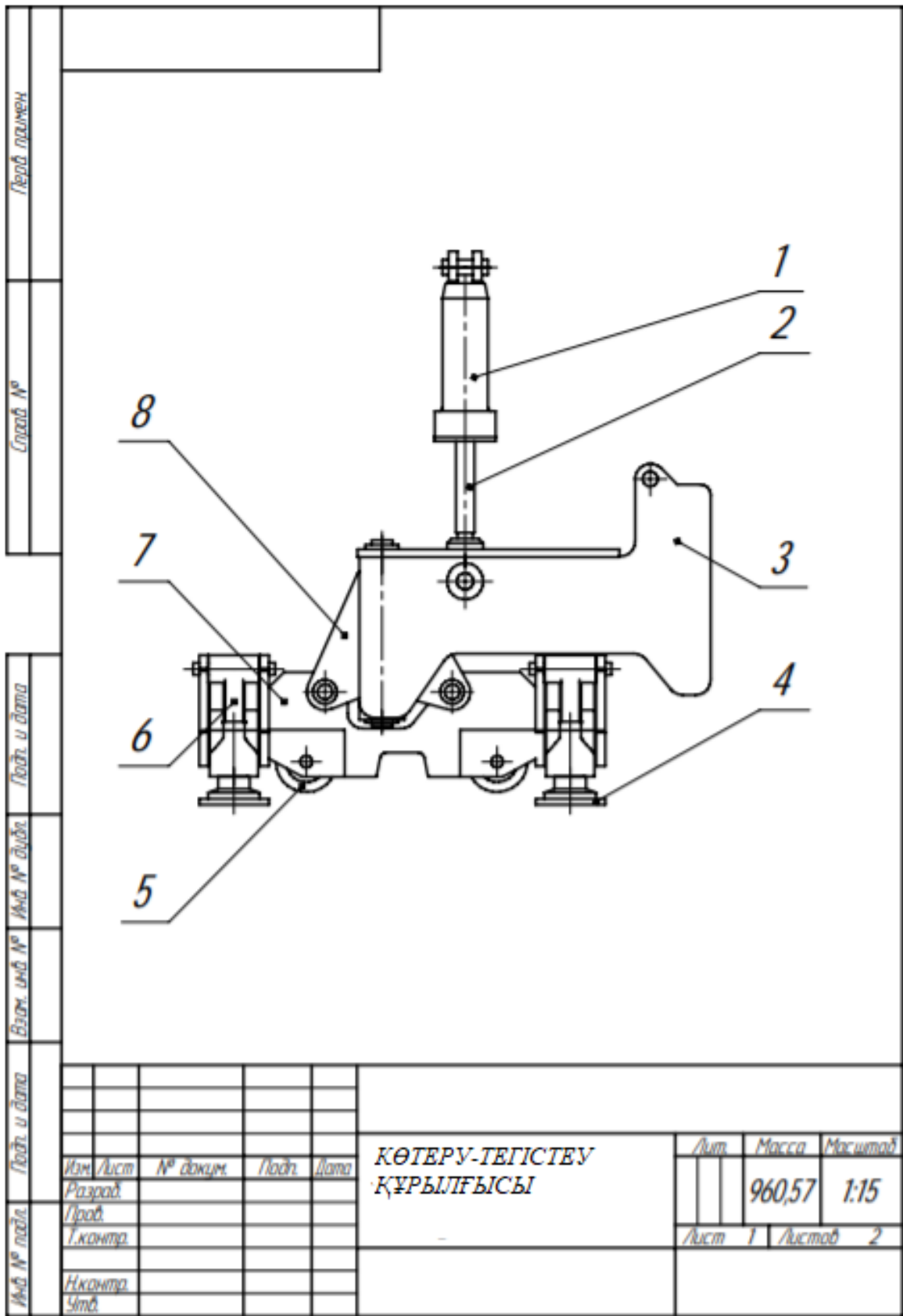
Машинаның өнімді жұмысы, оның сенімділігі мен ұзақ мерзімділігі қызмет көрсететін персоналдың біліктілігіне және пайдалану ережелерін сақтауға байланысты. Машинаға қызмет көрсетуді тиісті біліктілігі бар операторлар жүзеге асыруы тиіс.

Машинаның барлық элементтері температурасы -20° - тан $+60^{\circ}$ с-қа дейінгі ортада жұмыс істеу қабілетін сақтауы тиіс жүйелердің барлық элементтері қоршаған орта температурасы -30° - тан $+50^{\circ}$ с-қа дейін, ауа ылғалдылығы 98° с-қа дейін жұмыс істеуге қабілетті болуы тиіс%

Машина мерзімді техникалық қызмет көрсетуден өтуі тиіс техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу кезеңділігі техникалық қызмет көрсету және жол машиналарын ағымдағы жөндеу мерзімділігінің еселігі болуы тиіс.



Карсакова А.Ж.



		Формат Зона	Паз.	Белгіленуі	Аталуы	санғы		
Лербі тағымен								
					Жиналу сызбасы			
	И				Көтеру-тегістеу құрылғысы			
					Бөліктері			
	Сараб №		1		Цилиндр		1	
			2		Шток		1	
			3		Қармау тіреуі		1	
			4		Қармау дискі		4	
		5		Бағыттаушы ролик		4		
		6		Рычаг		4		
		7		Дюлька		1		
		8						
Лезді. и. дата								
Иш. № дұқа								
Білет. ш.б. №								
Лезді. и. дата								
Иш. № лезді	Иш. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КӨТЕРУ-ТЕГІСТЕУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ	Лист	Лист	Листоб
	Разработ.						2	2
	Подп.							
	Исполн.							
	Штб.							

Қаралды

Формат АА

ҚОСЫМША В

ҚОСЫМША В

Техникалық тапсырма

балласты тығыздауға арналған діріл тақталы машинаның гидравликалық жетегінің тәжірибелі дизайнын жаңғырту

Әзірлеу күні 04.03.2021

1. Қолдану саласы

Діріл тақтаның гидравликалық жетегінің тәжірибелі дизайны (бұдан әрі-ДТТЖ) балласты тығыздауға және теміржол құрылысына арналған.

2. Әзірлеменің мақсаты мен міндеті

ДТТЖ-нің тәжірибелік дизайнының мақсаты діріл тақтаның іске қосу моментін азайту және жалпы пайда болатын жүктемелерді демпфирлеу болып табылады.

3. Әзірлеу көздері

1. 2017-2018 оқу жылына 6D071300 «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығының докторантының «Түзету-қағу-өңдеу ВПО-3-3000 машинасы жаңғырту» ғылыми-зерттеу жұмысы бойынша есебі.

2. 2018-2019 оқу жылына 6D071300 «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» мамандығының докторантының «Түзету-қағу-өңдеу ВПО-3-3000 машинасы жаңғырту» ғылыми-зерттеу жұмысы бойынша есебі.

3. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж. Применение подъемно-рихтовочных устройств в путевых машинах ВПО-3000. Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» - 2018 г. - № 10. – С. 185-187.

4. A. Kadyrov, A. Karsakova, B. Donenbayev, K. Balabekova Establishing the strength characteristics of the lifting-leveling device structures of the VPO-3-3000 machines for the track straightening. Kamunikacie. Communications. Scientific letters of the Zilina. № 4.2020.Vol.22

5. Кадыров А.С., Карсакова А.Ж., Кукешова А.Б. Установление критериев подобия экспериментального исследования гидропривода машины ВПО-3000. Караганда, КарТУ. Труды Университета №1, 2018.

6. Карсакова А.Ж., Кукешова А.Б. ВПО-3000 машинасы гидрожетегінің

эксперименттік зерттеуінде ұқсастық критерийлерін орнату. Вестник Карагандинского государственного технического университета. №1 (108), 2019.



Карсакова А.Ж.

4. Техникалық талаптар

4.1 Конструкцияның құрылымына және құрылғысына қойылатын талаптар

ВПО-3-3000 машинасы жолды жөндеу мен салудың технологиялық процестерінің құрамында қорытынды жұмыстар кешенін орындауға арналған. Машинаның негізгі операциялары жолды бойлық профильде, деңгейі мен жоспары бойынша түзету және балласт призмасын оның бүкіл көлемі бойынша тығыздау болып табылады (шпал асты, көлбеу-иық және жоғары аймақтарда). Негізгі технологиялық операциялармен бірге мөлшерлеу-жоспарлау жұмыстары, балласт қабатын динамикалық тұрақтандыру, машиналар өткеннен кейін шпалдар мен рельстерді артық балласттан тазарту да орындалуы мүмкін. Ол күшейтілген күрделі, күрделі, күшейтілген орташа, орташа және жолды көтеру жөндеулерінде қолданылады. Барлық технологиялық операциялар тепловозбен машинаның үздіксіз қозғалысы кезінде орындалады.

Тығыздағыш жұмыс органдары — негізгі діріл қағатын тақталар (виброплиттер) - балласты шпалдардың ұштары жағынан көлденең жазықтықта үздіксіз тербелмелі сығу кезінде астыңғы аймақта тығыздау үшін арналған. Вибротақта тозуға төзімді жабыны бар дәнекерленген құрылымның корпусынан тұрады. Корпустың алдыңғы бөлігі, негізгі және қосымша тығыздағыш сыналары бар, олар арқылы балласты призманың астыңғы аймағына діріл-қысылу әсері жүзеге асырылады. Корпустың ішінде көлденең тербелістерді тудыратын қозғаушы күші бар алты тепе-тең діріл қоздырғышы орнатылған.

Машина Қазақстан Республикасының тез ауысатын климатына тән кез келген ауа райы жағдайларында дұрыс жұмыс істеуі тиіс.

Гидравликалық жетектің конструкциясы үнемділікті, жоғары пайдалану қасиеттерін, қауіпсіздікті, сенімділік пен ұзақ мерзімділікті қамтамасыз етуі тиіс (МЕМСТ 17411-91).

Гидравликалық жетекті жобалау кезінде келесі талаптарды сақтау қажет:

- қысымның жоғалуын азайту керек, әсіресе құбырларда, бұл олардың ұзындығын, Бұрылыстар мен бұтақтардың санын азайтады;
- құбыр конструкциясы бір мезгілде жұмыс істейтін гидрокөзгалтқыштардың өзара әсерінің болмауын қамтамасыз етуі тиіс;
- қымбат тұратын аппараттарды (сорғылар мен моторларды) қорғау үшін қорғау құрылғылары-сақтандыру клапандары және т. б. көзделеді;



Карсакова А.Ж.

- гидравликалық жетектің тұрақтылығы жұмыс сұйықтығын дұрыс таңдауға, жұмыс температурасымен анықталатын оның тұтқырлығының тұрақтылығына байланысты, оның оңтайлы режимі гидробактың мөлшерімен және жылу алмасу әдісімен анықталады;

- жұмыс сұйықтығының параметрлері, оның тазалығы сүзгілермен және гидробактағы тұнбамен қамтамасыз етіледі;

- барлық қолданылатын гидроаппараттардың параметрлері оларды орнату орындарындағы шығын мен қысымға сәйкес болуы тиіс;

Жетек қуат алу білігінен алынған моментті арттыруға арналған. Жетек гидравликалық, қуат сорғысы мен гидравликалық қозғалтқыштан тұрады.

4.2 Тағайындалу көрсеткіштері

Тағайындау көрсеткіштері 1-3 кесте түрінде берілген

1 - кесте Пайдаланудың техникалық сипаттамалары

№	Көрсеткіш атауы	Көрсеткіш мәні
1	Тығыздалатын балласт тереңдігі, мм	150-175
3	Жұмыс органының диаметрі, м	2,8
4	Дірілдің жылдамдығы, м/с	максималды 1,2...1,5
5	Соғу жылдамдығы, м/с	0,7...1,2
6	Балласт түрі	барлығы

2-кесте Локомотивтің рационалды көрсеткіштері

№	Көрсеткіш атауы	Көрсеткіш мәні
1	Жұмыс жасау жылдамдығы, м/с	0,83
2	Қуаты, кВт аз емес	6000

3-кесте Гидравликалық жетектің көрсеткіштері

№	Көрсеткіш атауы	Көрсеткіш мәні
1	Жұмыс көлемі, см ³ /об	28-326,3
2	Номиналды қуаты, кВт	30-55
3	Біліктің айналу жиілігі, айн/мин	50-4750
4	Шығыс, л/мин	50-130
5	Номиналды айналу моменті, Н*м	84-1200



Карсакова А.Ж.

4.3 Технологиялыққа қойылатын талаптар

Машинаның дизайны балласты неғұрлым үнемді және сапалы тығыздауды қамтамасыз етуі керек. Негізгі бақыланатын параметрлер тығыздалған балласт тереңдігі.

4.4 Үйлестіру және стандарттау деңгейіне қойылатын талаптар

Машинаның конструкциясы стандартты бөлшектерді барынша пайдалануды көздеуі тиіс.
Қолдану коэффициенті-40-тан кем емес, қайталану коэффициенті-50-ден кем емес.

4.5 Қауіпсіздік пен қоршаған ортаға әсер етуге қойылатын талаптар

Машинаның конструкциясы келесі нормативтік құжаттар бойынша жалпы талаптарға сәйкес келуі тиіс:

- МЕСТ 12.2.011-2012 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Құрылыс, жол және жер қазу машиналары;

- МЕСТ 12.1.005-88 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ). Жұмыс аймағының ауасына қойылатын талаптар;

МЕСТ 12.1.012-2004 бойынша жұмыс орнындағы және басқару мүшелеріндегі діріл параметрлері. Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ) Діріл қауіпсіздігі. Жалпы талаптар.

МЕСТ 12.1.003-2014 Машиналар мен жабдықтардың шулы сипаттамалары бойынша еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі (ЕҚСЖ). Шу. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

4.6 Эстетика мен эргономикаға қойылатын талаптар

Машина техникалық эстетика талаптарына сәйкес келуі керек: форманың композициялық тұтастығы, форманың функционалды орындылығы, тауар түрі.

Эскиздік жоба сатысында әзірлеу объектісінің жалпы орналасу көркемдік-конструкторлық шешімінің нұсқаларын, кездейсоқ масштабтағы іздеу макеттерін орындау қажет.

Техникалық жоба сатысында әзірлеу объектісі макетінің орналасу сызбаларының, түсіндірме жазбаның көркемдік-конструкторлық шешімінің түпкілікті нұсқасын орындау қажет.

Жұмыс органдары мен жетектерге, гидрожүйелерге және электр жабдығына қол жеткізу ыңғайлы болуы тиіс.

Машинаны басқару интiректердегi күш МЕСТ 12 2.011-2012 талаптарын қанағаттандыруы қажет.

Карсакова А.Ж.



4.7 Патенттік тазалыққа қойылатын талаптар

ВПО-3-3000 машинасының гидрожетег машина Жапония, Германия, Франция, Қытай, Ресей сияқты елдерге қатысты патенттік тазалыққа ие болуы керек.

4.8 Пайдалану шарттары

Машинаның өнімді жұмысы, оның сенімділігі мен ұзақ мерзімділігі қызмет көрсететін персоналдың біліктілігіне және пайдалану ережелерін сақтауға байланысты. Машинаға қызмет көрсетуді тиісті біліктілігі бар операторлар жүзеге асыруы тиіс.

Машинаның барлық элементтері температурасы -20° - тан $+60^{\circ}$ с-қа дейінгі ортада жұмыс істеу қабілетін сақтауы тиіс жүйелердің барлық элементтері қоршаған орта температурасы -30° - тан $+50^{\circ}$ с-қа дейін, ауа ылғалдылығы 98° с-қа дейін жұмыс істеуге қабілетті болуы тиіс%

Машина мерзімді техникалық қызмет көрсетуден өтуі тиіс техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу кезеңділігі техникалық қызмет көрсету және жол машиналарын ағымдағы жөндеу мерзімділігінің еселігі болуы тиіс.



Карсакова А.Ж.

ҚОСЫМША Г

Диссертациялық жұмыс нәтижелерінің оқу процесіне енгізілгені
жөніндегі актісі

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по академическим
вопросам НАО КарТУ
Темербаева А.М.



_____ 2021 г.

АКТ

о внедрении в учебный процесс результатов
диссертационной работы докторанта Карсаковой А.Ж.

Результаты исследований докторанта Карсаковой А.Ж. «Методика установления оптимального времени модернизации узлов техники» и «Расчет объемного гидропривода вибрационной плиты» внедрены в учебный процесс для подготовки магистрантов и докторантов по специальности «Транспорт, транспортная техника и технологии».

Научные и практические результаты используются в методических указаниях по дисциплинам «Методология и методы научных исследований» (Магистратура – 2 года) и «Методы научных исследований» (Докторантура – 3 года):

Проректор по научной работе
НАО КарТУ, PhD

Хуанган Н.

Зав.кафедрой «Транспортная техника
и логистические системы»
к.т.н., доцент

Кабикенов С.Ж.