

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

_____ *Электр машиналары және электр жетегі* _____ кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.
(аты-жөні, ғылым дәрежесі, атағы)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Шахталы өздік жүретін вагонның таратынушы электр жетегі

_____ 5B071800 – Электр энергетика _____ мамандығы бойынша
Орындаған Саткалиев Нурлан Мырзағалиевич _____ ЭАТК-16-4
(студенттің аты-жөні) (тобы)
Ғылыми жетекшісі т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К. _____
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Кеңесшілер :

техникалық бөлім бойынша :

_____ т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К. _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

экономикалық бөлім бойынша :

_____ Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, т.ғ.к. доцент _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

_____ Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:

_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Пікір жазушы:

_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Алматы 2020 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Электр энергетика және электр техника институты
5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Саткалиев Нурлан Мырзағалиевич
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Шахталы өздік жүретін вагонның таратынушы электр жетегі

Ректордың «11» 11 2019 ж. № 147 бұйрығыбойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2020 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Шахтадағы өздігінен жүретін вагонның жетектері АВК 30/15 типті екі жылдамдықты қозғалтқышпен (асинхронды жарылысқа қауіпсіз конвейер, әрбір айналу жиілігі үшін конвейер қуаты 30 және 15 кВт) жинақталады.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

1. Техникалық бөлім
2. Электр жетек жүйесін есептеу
3. Моменттердің жүктеме диаграммаларын құру
4. Асинхронды электр қозғалтқышының орынбасу сұлбасының есептік параметрлерін анықтау
5. Электр жетекке жиіліктік түрлендіргіш таңдау
6. Өтпелі процестер және реттеу жүйесі сапасының негізгі көрсеткіштері
7. Жіберу және тежеу сұлбаларының параметрлерін есептеу
8. Өтпелі процестер параметрлерін есептеу
9. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі
10. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Ғылыми-техникалық мәселе. Зерттеу міндеттері
2. Көлік жабдықтарын пайдалану шарттарының ерекшеліктері
3. Калий кеніштерінің шахталық өздігінен жүретін вагондарының негізгі типтері
4. Жиіліктік-реттелетін жетегі және бірқалыпты іске қосу құрылғысы бар шахталық өздігінен жүретін вагондар
5. В17К вагонның тартқыш жетектерін құрастыру артықшылықтары
6. Шахталық өздігінен жүретін вагондардың жұмыс режимі
7. Электржетек жүйесін есептеу
8. Моменттердің жүктеме диаграммаларын құру
9. Табиғи сипаттамаларды құру
10. Тіршілік қауіпсіздігі
11. Экономика бөлімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Соловьев, В. А. Разработка калийных месторождений: практикум / В. А. Соловьев, А. И. Секунцов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 265 с.

Васильев, К. А. Транспортные машины и оборудование шахт и рудников: учеб. пособие / К. А. Васильев, А.К. Николаев, К. Г. Сазонов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 544 с.

Электродвигатель асинхронный АВТ 15-4/6/12: руководство по эксплуатации ИАЛЕ.526626.023ТО / 2006. – 40 с.

ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике: Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 28 с.

Романов, В. А. Опыт эксплуатации шахтных самоходных вагонов на рудниках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / В. А. Романов, Д. И. Шишлянников, А. К. Муравский // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 9. – С. 29–33.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	Қолы
Негізгі бөлім	Оржанова Ж.К.		
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мусаева Ж.К.		
Экономикалық бөлім	Тузелбаев Б.И.		

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ
КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге Ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	<i>Техникалық бөлім</i>	<i>02.03.2019</i>	
2.	<i>Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктері мен жұмыс режимдерін талдау</i>	<i>09.03.2019</i>	
3.	<i>Электржетек жүйесін есептеу</i>	<i>14.03.2020</i>	
4.	<i>Моменттердің жүктеме диаграммаларын құру</i>	<i>30.03.2020</i>	
5.	<i>Қозғалтқыштың қуатын есептеу</i>	<i>13.04.2020</i>	
6.	<i>Қосу сұлбаларын есептеу</i>	<i>27.04.2020</i>	
7.	<i>Өтпелі процестер және реттеу жүйесі сапасының негізгі көрсеткіштері</i>	<i>30.04.2020</i>	
8.	<i>Өтпелі процестер параметрлерін есептеу</i>	<i>05.05.2020</i>	
9.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>13.05.2020</i>	
10.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>08.05.2020</i>	
11.	<i>Түсіндірме жұмысты рәсімдеу</i>	<i>16.05.2020</i>	
12.	<i>Слайд жұмысын рәсімдеу</i>	<i>21.05.2020</i>	
13.	<i>Жұмысты оқу бөліміне тапсыру</i>	<i>27.05.2020</i>	

Тапсырманың берілген уақыты «18» _____ қараша _____ 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ *Оржанова Ж.К.* _____
(қолы) (аты-жөні)

Жұмыс жетекшісі _____ *Оржанова Ж.К.* _____
(қолы) (аты-жөні)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ *Саткалиев Н.М.* _____
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста өздігінен жүретін вагондар мысалында жер асты өздігінен жүретін көліктің тартқыш электр жетектерін (ЭЖ) теориялық және тәжірибелік зерттеулер орындалды. Құрылымдық ерекшеліктер, схемалық шешімдер, ШӨЖВ жұмыс режимдері талданды, конструкциялардың артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. В 17К «Копей машина жасау зауытының» вагон конструкциясы негізінде шахталық өздігінен жүретін вагон параметрлерінің жобалық есебі жүргізілді, вагонның жүктеме диаграммалары салынды, жылдамдық пен тежелу есептері орындалды. Пайдалану шарттарын ескере отырып, негізгі электр техникалық жабдықты таңдау жүргізілді. АИУЕ225М4 сериялы жарылыстан қорғалған асинхронды қозғалтқыш таңдалған, газ бен көмір тозаңы бойынша жарылыс қаупі бар шахталарда пайдаланылатын тиеу машиналарының, комбайндардың жетектерінде және басқа да механизмдерде қолданылатын. Vacon фирмасының NXP 0208 6 жиілігінің түрлендіргіші таңдалды, ол 50% артық жүктеме жағдайында өздігінен жүретін вагонның төрт тартқыш қозғалтқыштарының қоректенуін қамтамасыз етеді. Күштік түрлендіргіш жарылыстан қорғалған қабықта орналасады және габариттік көрсеткіштерді негізге ала отырып, эквивалентті қуатты төрт түрлендіргіш емес, біреуі орнатылады. Matlab бағдарламасын қолдану арқылы ЭЕМ көмегімен өтпелі процестер мен сипаттамалар есебі жүргізілді. Таңдалған қозғалтқыш пен түрлендіргіш баламалы ток әдісімен қыздыру шарттары бойынша тексерілді. Жасалған жұмыстың нәтижелері бойынша жобаланған жетек қажетті шарттарды орындайды, демек ол жұмысқа қабілетті.

Аннотация

В дипломной работе выполнены теоретические и экспериментальные исследования тяговых электроприводов (ЭП) подземного самоходного транспорта на примере самоходных вагонов. Проанализированы конструктивные особенности, схемные решения, режимы работы ШВС, описаны преимущества и недостатки конструкций. Был произведен проектный расчет параметров шахтного самоходного вагона на основе конструкции вагона В 17К «Копейского машиностроительного завода», построены нагрузочные диаграммы вагона, выполнены расчеты на скорость и торможение. С учетом условий эксплуатации произведен подбор основного электротехнического оборудования. Выбран асинхронный двигатель взрывозащищенной серии АИУЕ225М4 применяемый в приводах погрузочных машин, комбайнов и других механизмах, используемых в шахтах, взрывоопасных по газу и угольной пыли. Выбран преобразователь частоты NXP 0208 6 фирмы Vacon, который обеспечивает питание четырех тяговых двигателей самоходного вагона в условиях 50 % перегрузки. Силовой преобразователь располагается во взрывозащищенной оболочке и исходя из габаритных показателей устанавливается один, а не четыре преобразователя эквивалентной мощности. Произведен расчет характеристик и переходных процессов с помощью ЭВМ с применением программы Matlab. Выбранный двигатель и преобразователь проверены по условиям нагрева методом эквивалентного тока. По результатам проделанной работы можно заключить, что спроектированный привод выполняет необходимые условия, следовательно, он работоспособен.

Annotation

In the thesis, theoretical and experimental studies of traction electric drives (ED) of underground self-propelled transport are performed on the example of self-propelled cars. Design features, circuit solutions, modes of operation of SPV are analyzed, advantages and disadvantages of structures are described. The design calculation of the parameters of the mine self-propelled car was made on the basis of the design of the car IN 17K «kopeysky machine-building plant», load diagrams of the car are constructed, calculations for speed and braking are performed. Taking into account the operating conditions, the main electrical equipment was selected. The asynchronous motor of the explosion proof series AIUE225M4 used in the drives of loading machines was selected, combines and other mechanisms used in mines that are explosive in gas and coal dust. The Vacon frequency Converter NXP 0208 6 is selected, which provides power to four traction motors of a self-propelled car in conditions of 50% overload. The power Converter is located in an explosion-proof shell and based on the overall parameters, one is installed, not four converters of equivalent power. The characteristics and transients are calculated using a computer with the Matlab program. The selected motor and converter are tested for heating conditions using the equivalent current method. Based on the results of the work done, it can be concluded that the designed drive meets the necessary conditions, therefore, it is operable.

Мазмұны

1	Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктері мен жұмыс режимдерін талдау	11
1.1	Шахталық өздігінен жүретін вагондарды қолдану саласы және пайдалану шарттары	11
1.2	Калий кеніштерінің шахталық өздігінен жүретін вагондарының негізгі типтері	14
1.3	Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктерін талдау	20
1.4	Шахталық өздігінен жүретін вагондардың жұмыс режимі	27
2	Электржетек жүйесін есептеу	29
2.1	Жұмыс органы жылдамдығының жүктеме диаграммаларын құру	31
2.2	Моменттердің жүктеме диаграммаларын құру	33
2.3	Қозғалтқыштың қуатын есептеу	37
2.4	Қозғалтқыш түрін таңдау	39
2.5	Редукторды таңдау	40
2.6	Статикалық сәттерді және инерция сәттерін қозғалтқыш білігіне келтіру	41
2.7	Қозғалтқышты қыздыру және өнімділік бойынша алдын ала тексеру	46
2.8	Түрлендіргішті таңдау	49
2.9	Электржетектің статикалық сипаттамаларын есептеу	50
2.9.1	Қосу сұлбаларын есептеу	50
2.9.2	Табиғи сипаттамаларды құру	51
2.9.3	Берілген нүктелерде жасанды сипаттамаларды құру	52
3	Өтпелі процестер және реттеу жүйесі сапасының негізгі көрсеткіштері	55
3.1	Жіберу және тежеу сұлбаларының параметрлерін есептеу	55
3.2	Өтпелі процестер параметрлерін есептеу	56
4	Өндірістік процестердің қауіпсіздігі	58
4.1	Конвейерлік өндірістің жұмыс ерекшелігіне талдау жасау	58
4.2	Шахталардағы қауіпсіздік техникасы	59
4.3	Жұмыс орнындағы еңбек жағдайларын талдау	60
4.4	Тәуекелді азайтуға бағытталған шаралар	63
4.5	Жарықтандыру	66
4.6	Электр қауіптілігі және өрт қауіптілігі	68
4.7	Қауіпті механикалық факторлар	69
5	Экономикалық бөлім	70
	Қорытынды	73
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	74

Кіріспе

Соңғы 20 жылда кен орындарын жер астында игеру кезіндегі ғылыми-техникалық прогрестің басты бағыттарының бірі өздігінен жүретін жабдықты енгізу болып табылады, ол өнімділіктің күрт өсуін және еңбек жағдайларын жақсартуды қамтамасыз етуі тиіс, сондай-ақ өндірістің экономикалық тиімділігі мен мәдениетін арттыру. Қазақстанда өздігінен жүретін жабдықтар түсті металлургия кеніштерінде кеңінен қолданылады.

Қазіргі уақытта тау-кен массасын жеткізу үшін түсті металлургия, калий және көмір өнеркәсібі кеніштерінде шахталық өздігінен жүретін вагондар кеңінен қолданылады.

Жұмыстың өзектілігі. Тау-кен шахталық жабдығы тетіктерінің басым көпшілігінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш базасында (ТРБАҚ) реттелмейтін электр жетегі (ЭЖ) қолданылады, немесе жылдамдықты сатылы реттейтін ЭЖ, ТРБАҚ полюстерінің жұбы санын ауыстырып қосу жолымен. Мұндай механизмдердің мысалдарының бірі-өздігінен жүретін пневмокөлікті вагон, кен массасын кенжарлардан магистральды конвейерлерге дейін жеткізуді жүзеге асырады. Реттеу диапазонының төмендігінен көбінесе жеткізу уақытын азайту үшін ең жоғары жылдамдық пен ыңғайлы маневр жасау және қауіпсіз пайдалану үшін ең төменгі жылдамдық арасында таңдауға тура келеді. Электр энергиясының жоғары үлестік шығысы мен вагондардың төмен өнімділігі (қазіргі уақытта өтпелі тазарту комбайндарының өнімділігінен төмен) тұтастай алғанда отандық тау-кен ұңғылау кешендерінің тиімділігін шектейді. Сондықтан өздігінен жүретін жер асты көлігін реттелетін ЭЖ жарақтандыру өзекті міндет болып табылады, күш-жігерді және механизмдердің жылдамдығын тез және дәл реттеуді қамтамасыз етуге бағытталған, сондай-ақ барлық технологиялық процестердің ажырамас талабы болып табылатын ресурс-энергия үнемдеуші режимдер.

Тау-кен шахталық жабдықтың тартқыш электр жетектерін (ТЭЖ) пайдалану шарттары ерекше ерекшеліктерге ие, негізінен шектеулі қуатпен және электрмен жабдықтау жүйесінің күрделілігімен байланысты, үлкен шектерде өзгертін динамикалық жүктемемен және жылжымалы механизмдердегі электр жабдықтары үшін ұсынылатын габариттері шектеулі. Осыған байланысты жоғарыда көрсетілген проблемаларды шешу тек қана жиіліктік-реттелетін ЭЖ тау-кен механизмдерін қолдану арқылы мүмкін болады. Бұл бағыттың дамуына А. А. Булгаков, Г. И. Бабокин, П. Д. Гаврилов, В. А. Дартау, Е. К. Ещин, А. Е. Козярук, В. И. Ключев, В. А. Мищенко, А. С. Сандлер, А. С. Сарваров, а. А. Усольцев, В. А. Шубенко және т. б. Бірақ олардың еңбектерінде номиналды жүктеме кезінде электржетектің жұмысы егжей-тегжейлі зерттеледі және таулы механизмдерге тән артық жүктеме режимдеріне аз көңіл бөлінеді.

ЭЖ барлық жүйесін ауыстырған кезде енгізу процесі неғұрлым тиімді болады (көп жағдайда электр қозғалтқыштарының ток түрі өзгергенде

болады). Көбінесе, техникалық-экономикалық себептер бойынша электрмеханикалық жүйеге жиіліктік реттеуді енгізу кезінде тек жиілікті түрлендіргішті интеграциялайды (ЖТ), егер бұған дейін ТРБАҚ пайдаланылса. Арнайы қозғалтқыштар туралы сөз болғанда (мысалы: жарылыстан қорғалған орындау немесе жеке әзірлеу), онда оларды сақтау жаңғыртудың міндетті шарты болып табылады.

Шахталар мен кеніштердің технологиялық жабдықтарының көпшілігі 30-40 жыл бұрын жобаланған болатын. Өнімділігі жоғарылаған кезде жұмыс механизмдерінің қуаты көбінесе ұлғаймайды, соның салдарынан механизмдер шамадан тыс жүктемемен жұмыс істейді. Нәтижесінде бұл технологиялық жабдықтың жиі істен шығуына әкеледі, өйткені реттелмейтін ЭЖ жұмыс параметрлерін бақылау, әдетте, жүзеге асырылмайды. Пайдалану сенімділігі мен өнімділігін арттыру үшін жиілікті реттеумен өздігінен жүретін пневмокөлікті вагонның ТЭЖ енгізу оны пайдалану шарттарына егжей-тегжейлі зерттеулер жүргізуді және ЭЖ басқарудың тиімді жүйесін әзірлеуді талап етеді.

Электр механикалық жүйенің оңтайлы параметрлерін, электр жетегінің құрылымын, жылдамдықты, өнімділікті реттеу диапазонын кеңейтуді, электр энергиясының шығынын төмендетуді, шахталық өздігінен жүретін вагонның трансмиссиясында динамикалық күштерді азайтуды қамтамасыз ететін басқарудың әдістері мен техникалық құралдарын анықтау және таңдау маңызды халықтық-шаруашылық мәні бар өзекті ғылыми міндет болып табылады.

Зерттеу объектісі-пайдалану жағдайындағы шахталық өздігінен жүретін вагондардың жетегі және базалық элементтері.

Жұмыстың мақсаты – шахталық өздігінен жүретін вагонның электржетегін жобалау үшін негізгі электротехникалық жабдықты таңдау.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

1. Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктері мен жұмыс режимдерін талдау.

2. Электржетек жүйесін есептеу.

3. Өтпелі процестер және реттеу жүйесі сапасының негізгі көрсеткіштері.

4. Шахталық өздігінен жүретін вагондардың қалдық ресурсын бағалау әдістемесін және Нормативтік қызмет мерзімін ұзарту шамасын әзірлеу.

Жұмыс көлемі мен құрылымы: Дипломдық жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, компьютерлік жиынтықтың 62 беттерінде жазылған негізгі қорытындылардан тұрады, 16 сурет, 11 кесте және 37 атаудан тұратын Пайдаланылған әдебиеттер тізімін қамтиды.

1 Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктері мен жұмыс режимдерін талдау

1.1 Шахталық өздігінен жүретін вагондарды қолдану саласы және пайдалану шарттары

Қазіргі уақытта отандық өткізу-тазалау кешендерінің тиімділігі шахталық өздігінен жүретін вагондардың жеткіліксіз өнімділігіне байланысты шектеледі, ол қазіргі уақытта комбайндардың өнімділігінен төмен және электр энергиясының үлестік шығынының жоғарылауына байланысты.

Отандық үңгілеу-тазалау кешендерінің және өздігінен жүретін вагондардың өнімділігі мен энергия тиімділігін арттыруға, атап айтқанда, реттелетін электр жетектерін енгізуге қол жеткізуге болады. Өздігінен жүретін вагонның ЭЖ жұмысының ерекшелігі үлкен диапазонда өзгеретін детерминацияланбаған жүктеме болып табылады. Ауыспалы рельефпен бірге трассаның тегіс еместігінің болуы механикалық берілістерде өтпелі процестердің тұрақты болуына ықпал етеді. Осының салдары және өздігінен жүретін вагондардың трансмиссиясы элементтерінің сынуының негізгі себептерінің бірі оларда тозған зақымданулардың жинақталуы болып табылады. Бұл ретте реттелмейтін ЭЖ-ның болуы ерекше рөл атқарады, ол электр қозғалтқыштарды тікелей іске қосу процесінде бөлшектердің тозған зақымдануының жинақталуын айтарлықтай жылдамдататын соққы жүктемелеріне тең. Сонымен қатар, 5-7-еселі іске қосу токтары тартқыш Электр қозғалтқыштарының ресурсын қысқартады және қоректендіруші кернеудің 10-20% ақауларына әкеледі.

Өздігінен жүретін вагондарды, дербес көлік құралын, сондай-ақ көліктің басқа түрлерімен үйлесімде пайдалану мүмкіндігі өте кең. Қазіргі уақытта жобаланып жатқан және салынып жатқан түсті металлургия, тақтатас және химия өнеркәсібінің барлық кен орындары мен шахталарында пайдалы қазба кен орындарын игеру үшін, ал жекелеген қолайлы жағдайларда үлкен қуатты құламалы кен денелерін тазалау жұмыстарында да, дайындық жұмыстарында да өздігінен жүретін жабдықтар қолданылады. Өздігінен жүретін көлік бұрыннан істеп тұрған тау-кен кәсіпорындарында көліктің басқа түрлерін күшейте бастайды.

ШӨЖВ-ны (шахталық өздігінен жүретін вагондарды) шетелде кеңінен қолдану және олардың Қазақстан мен ТМД-да жинақталған жұмыс тәжірибесі көліктің бұл түрі өте перспективалы болып табылатынын және кенді вагондармен тасымалдау схемаларының нұсқаларының нұсқаларын одан әрі арттыратынын көрсетеді.

Шахталық өздігінен жүретін вагон (ШӨЖВ) калий тұздарын, көмірді және басқа да пайдалы емес тау-кен жыныстарын өндіру кезінде тасымалдауға арналған эмбебап машиналарға жатады және комбайндармен кешенде пайдаланылатын:

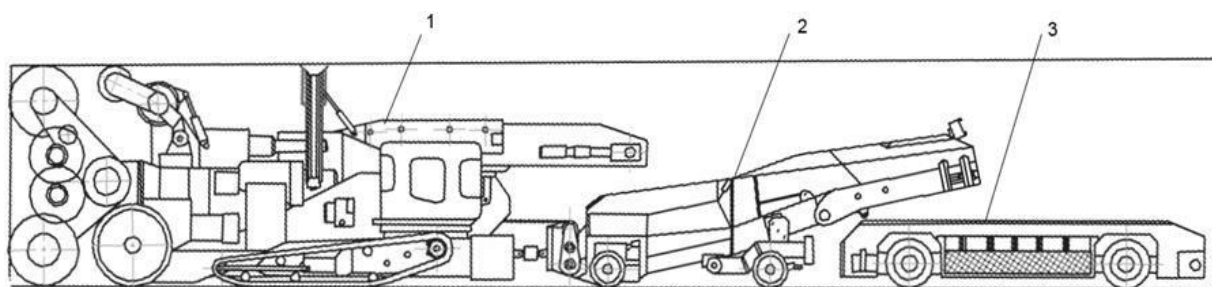
- аз созылатын көлбеу және созылған, сондай-ақ көлденең қазбалардың толқынды профилімен және машинамен жоспарда қисықтырылған;
- көмірді камералық-бағандық жүйемен өндіру кезінде;
- күрделі конфигурациялы шахталық алаңдардағы көмір қабаттарын қысқа кенжарлармен өңдеу, кентіректерді өтеу және т. б.;
- қазу аймағында топырақты жоспарлау, бекітпелерді және басқа жүктерді тасымалдау кезінде.

Калий кен орындарының көпшілігінде кен өндіру камералы қазу жүйесін және қабаттарды ұзақ тазалау забойларымен өңдеу жүйесін пайдалана отырып, жер асты тәсілімен жүзеге асырылады. Тазалау камераларының параметрлері өнімді қабаттардың тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық жағдайларымен анықталады, сондай-ақ калий кенін кенжардан кен алу қуақызына дейін жеткізуді қамтамасыз ететін көлік құралдарының түріне байланысты.

Тазалау қазу процестерін механикаландыру үшін және тау – кен қазбаларын жүргізу кезінде жабдық жиынтығы-өндіру комбайндық кешендер қолданылады (1.1 сурет). Кешен құрамына: өткізу-тазалау комбайны, бункер-қайта тиегіш және шахталық өздігінен жүретін вагон кіреді.

Үңгілеу-тазалау комбайны тау жыныстарын механикаландырылған бұзуға және тау-кен массасын көлік құралдарына тиеуге арналған. Комбайнның үздіксіз жұмыс істеу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін оның артына бункер-қайта тиегіш орнатылады, ол кенді комбайннан белгілі көлемде қабылдап, жинақтайды, содан кейін оны өзі жүретін вагонға қайта тиейді.

Кенді бункер-қайта тиегіштерден блок немесе магистральды конвейерлерге тасымалдау өздігінен жүретін вагондармен жүзеге асырылады.



1- үңгілеу-тазалау комбайны; 2-бункер-қайта тиегіш; 3-шахталық өздігінен жүретін вагон.

1.1 сурет-комбайн кешені

ШӨЖВ қуатты және аз қуатты шоғырларды әзірлеу кезінде кеңінен қолданылады. Өздігінен жүретін вагондар калий кенін үңгілеу комбайнынан кен шығару ұңғымасына дейін жеткізу кезінде, оның ішінде жеткізу құралдарының басқа түрлерімен үйлескен кезде көліктің негізгі түрі ретінде пайдаланылады. Өздігінен жүретін вагондарды қолдану материалдық

шығынсыз қосымша операцияларды механикаландыру мәселесін шешуге мүмкіндік береді: жабдықтарды, материалдарды жеткізу, монтаждау және жөндеу жұмыстарын жүргізу.

Өздігінен жүретін вагондардың негізгі артықшылықтарының бірі жеткізу қашықтығы 200-ден 250 м-ге дейін бір машинаға 1000 т/ауысымға дейін жететін олардың жоғары өнімділігі болып табылады. Орташа өнімділік 400-ден 600 т/с-қа дейін, бұл скреперлік жеткізу өнімділігінен екі-үш есе артық.

Өздігінен жүретін вагондардың жоғары ұтқырлығы мен маневрлігі жоспарда қисықталған және трассаның көлбеу үлкен (12° дейін) бұрыштары бар қазбаларды жүргізуге мүмкіндік береді, бұл рельстік немесе конвейерлік көлікті қолдану кезінде мүмкін емес. Өздігінен жүретін вагондардың ең шығыңқы бөліктері бойынша бұрылу Радиусы 9...10 м аспайды[10].

Кен қысымы және желдету шарттары бойынша камералар ұзындығын шектеу (400 м-ден артық емес) электр жетегі бар ШӨЖВ кешендерінде магистральды қазбаларда конвейерлермен жұмысты ұйымдастыру кезінде де, сондай-ақ кен шығару жүйесі кезінде де қолдануға қолайлы жағдай жасайды.

Шахталық өздігінен жүретін вагондардың кемшіліктеріне олардың конструктивтік күрделілігі мен жоғары құны, тасымалдаудың үлкен қашықтықтағы экономикалық тиімсіздігі, рельстік немесе конвейерлік көліктің скреперлермен және құралдарымен салыстырғанда пайдалану мен сервистің ерекше ерекшеліктері жатады.

Көлік жабдықтарын пайдалану шарттарының ерекшеліктері, бірінші кезекте, тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық факторларды анықтайды. Жер асты тәсілімен пайдалы қазбаларды қазу кезінде қолайсыз жағдайлардың әсер ету дәрежесі, әдетте, оқпан маңындағы ауладан дайындық және әсіресе тазалау кенжарларына қарай өседі.

ШӨЖВ пайдаланылатын орта жарылыс қаупімен, ылғалдылығымен және агрессивтілігімен, абразивті бөлшектердің, өлшенген шаңның болуымен және тасымалдаушы машиналарды пайдалануды қиындататын басқа да факторлармен ерекшеленеді.

Шахталық ортаның ылғалдылығы, әдетте, металдың коррозиясына әкелетін химиялық белсенділігімен үйлеседі.

Ортаның абразивтілігі тау-кен массасының шанақ туралы үйкелуі кезінде үйкелу қабілеті және ШӨЖВ басқа да элементтері арқылы көрінеді.

ШӨЖВ жұмыс істейтін ортаның агрессивті қасиеттерін қиындататын маңызды фактор тау массасының ШӨЖВ тораптарының бетіне жабысуға қабілеттілігі болып табылады. Бұдан басқа, адгезионды тозу үйкеліс тораптарында, сырғу немесе тербелу тіректерінде, тісті берілістерде майлау материалының жетіспеуінде пайда болады.

Калий кеніштерінің тазалау камераларының жұмыс кеңістігі жұмыс орнының тығыздығымен және тұрақтылығымен, топырақтың көлбеу бұрышының тұрақтылығымен, жоспар мен профильдегі қазбалардың қисықтығымен, ұзындықтарымен сипатталады.

Елдің калий кеніштерінің тау-кен-техникалық шарттары және пневматикалық шиналардағы өздігінен жүретін көлік құралдарына қойылатын талаптар жүк көтергіштігі, габариттік өлшемдері, қозғалыс жылдамдығы, жетек түрі және жетектен жетекші доңғалақтарға дейінгі сәттің берілу түрлері бойынша ерекшеленетін ШӨЖВ түрлі үлгілерін пайдалану қажеттігін көрсетеді. Шахталық қазбалардың кедір-бұдырлығы мен еңістігі ШӨЖВ ресурсына елеулі әсер етеді. Ауыспалы рельефпен бірге трассаның тегіс еместігінің болуы механикалық берілістерде өтпелі процестердің тұрақты болуына ықпал етеді. Ең үлкен өнімділікті қамтамасыз ететін үлкен жүкті ШӨЖВ қолдану мынадай факторлармен шектелген: шоғырлардың қуаты; кен орнының жату сипаты; игеру жүйесі; топырақ пен шатырдың жай-күйі; жеткізуді жүзеге асыратын қазбалардың қимасы. Шағын қималы қазбаларда жүк көтергіштігі 15 т. аспайтын ШӨЖВ қолдануға болады. Қазба топырағының жеткіліксіз көтеру қабілеті де үлкен жүк көтергіштігі бар ШӨЖВ қолдануға мүмкіндік бермейді.

1.2 Калий кеніштерінің шахталық өздігінен жүретін вагондарының негізгі түрлері

Қазақстан мен ТМД калий кеніштерінде өздігінен жүретін вагондарды кеңінен қолдану ХХ ғасырдың 60-шы жылдарынан басталды, онда «Оралкалий» ӨБ кеніштеріне 10 т. жүк көтергіштігі бар америкалық «Юу» фирмасының 10SC типті өздігінен жүретін вагондары сатып алынды .

«Воронеж тау-кен байыту жабдықтары зауыты» және «Гипроуглегормаша» ұжымдарымен жүргізілген бірлескен жұмыс жүк көтергіштігі 10, 15 және 20 Т ресейлік электр шахталық өздігінен жүретін вагондардың сериялық өндірісін игеруге мүмкіндік берді. ШӨЖВ-ның шетелде қолдану және Қазақстан мен ТМД-да жинақталған пайдалану тәжірибесі көліктің бұл түрі ШӨЖВ-ның перспективалы және жаңа модельдері болып табылатындығын көрсетті.

Негізгі белгілері бойынша шахталық өздігінен жүретін вагондар жіктеледі:

I. жүк көтергіштігі бойынша:

- жеңіл (5 т дейін);
- орташа (5 тен 15 т дейін);
- ауыр (15 т жоғары).

II. Жүріс бөлігінің құрылымы бойынша:

1. Осьтердің саны мен мақсаты бойынша:

- екі осьті және көп осьті;
- бір немесе екі жетекші осьтері бар;
- бір немесе екі басқарылатын осьтермен.

2. Жүріс бөлігінің аспасының түрі бойынша:

- қатты аспа;
- теңгерім алқасымен.

III. Жүк түсіру бөлігінің конструкциясы бойынша:

- стационарлық тиеу бөлігімен;
- көтергіш жүк түсіру бөлігімен.

IV. Энергия жеткізу принципі бойынша:

- тәуелсіз үлгідегі (дизельді, дизельді-электрлік және аккумуляторлық);
- тәуелді типті (троллейді, кабельді және троллейкабельді);
- құрама типті (троллейлік-аккумуляторлық).

Өздігінен жүретін вагондардың барлық жоғарыда аталған түрлері отандық және шетелдік тәжірибеде кеңінен таралған.

Сонымен қатар, электр жетекті қозғалтқыштардың барлық қолданыстағы үлгілерінен кеніштерде жүктерді тасымалдаудың өзі жүретін құралдары үшін тұрақты токтың тізбекті қозуы бар электр қозғалтқышы ең қолайлы деп саналды.

Тұрақты ток қозғалтқыштары келесі артықшылықтармен сипатталады:

- реттеудің кең ауқымы;
- жүктемені өзгерту кезінде тізбекті қозудың электр қозғалтқышы айнаымалы токтың электр қозғалтқыштарына қарағанда желіден тұтынылатын қуаттың аз тербелісін тудырады;
- параллель жұмыс кезінде тізбекті қозудың электр қозғалтқыштары арасындағы жүктемені жалпы механикалық жүйеге біркелкі бөлу.

Өздігінен жүретін көлікте үлкен қуатты қозғалтқыштарды орнату, демек, шектеулі кеңістік жағдайында үлкен габариттер мен массаны орнату өте қиын. Коллекторлық машиналар конструкцияның күрделілігімен, дайындаудың жоғары еңбек сыйымдылығымен және материал сыйымдылығымен ерекшеленеді (әсіресе түсті металдар мен қымбат бағалы материалдарға жұмсалатын шығындар үлкен). Щеткалардың сөзсіз тозуының нәтижесінде қозғалтқыштарға жиі профилактикалық қызмет көрсету қажет. Коллекторлық машиналарды жөндеу қиындау және Зәкір орамасын толық ауыстырумен және коллекторды ауыстырумен немесе қалпына келтірумен әрдайым байланысты. Щетка мен коллектор арасындағы ұшқынның пайда болуы газ бен шаң бойынша қауіпті кеніштер мен шахталарда коллекторлық қозғалтқыштарды қолдануға шектеу қояды. Осыған байланысты, тұрақты токтың электр қозғалтқыштары ШӨЖВ жетек ретінде кең тараған жоқ.

Қазіргі уақытта отандық ШӨЖВ жетектері ретінде айнаымалы токтың үш фазалы асинхронды электр қозғалтқыштары қолданылады. Тұрақты ток қозғалтқышымен салыстырғанда асинхронды қозғалтқыштарды қолдану бірқатар артықшылықтарға ие: жоғары жарылыс қауіпсіздігі, электр жабдығының оңайлатылған схемасы. Бір қуатта асинхронды қысқа тұйықталған электр қозғалтқыштары шамамен 2...3 есе аз массасы және 1,2...1,5 есе аз габаритті өлшемдері болады, тізбектей қозудың тұрақты тогының қозғалтқыштарына қарағанда. Коллектор мен щеткалы-байланыс торабының болмауы техникалық қызмет көрсету шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді, ал масса-габаритті сипаттамалардың төмендеуі ауыр тау жағдайларында жабдықтың жұмыс істеу кезіндегі анықтаушы артықшылығы

болып табылады. Асинхронды электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы жеткілікті дәлдікпен Клосс формуласымен сипатталады:

$$M_{\text{э}} = \frac{2M_{\text{кр}}S_{\text{кр}}s}{(s_{\text{кр}}^2 + s^2)}, \quad (2.1)$$

мұнда $M_{\text{э}}$ – электромагниттік момент, Н·м;

$M_{\text{кр}}$ - қозғалтқыштың ең жоғары (сыни) сәті, Н·м;

S - қозғалтқыштың сырғуы;

$S_{\text{кр}}$ - қозғалтқыштың критикалық сырғуы.

Тартқыш ретінде пайдаланылатын қозғалтқыштардың бірліктерге жететін сыни сырғуы бар, яғни қосу кезінде сыни сәтті дамытады. Қозғалтқыш білігінің айналу бағытын өзгерту кері қимылдайтын коммутациялық аппараттың көмегімен қол жеткізілетін кез келген екі фазаны ауыстырып қосумен жүзеге асырылады

Қазіргі уақытта шығарылатын 10BC15, жүк көтергіштігі 15 т (1.2 сурет) және BC30, жүк көтергіштігі 30 т (1.3 сурет) өздігінен жүретін вагондар, «УГМК Рудгормаш» ЖШҚ шығарған (Воронеж қ.), жылдамдықты сатылы реттеумен асинхронды қозғалтқыш базасында электр жетегімен жабдықталады, ол статор орамдарын ауыстырып қосу және полюстер жұптарының санын өзгерту жолымен іске асырылады.



1.2 сурет-өздігінен жүретін 10BC15 шахталық вагон



1.3 сурет - Өздігінен жүретін BC30 шахталық вагон

Асинхронды электр қозғалтқыштары білігінің айналу жиілігі мынадай формула бойынша есептеледі:

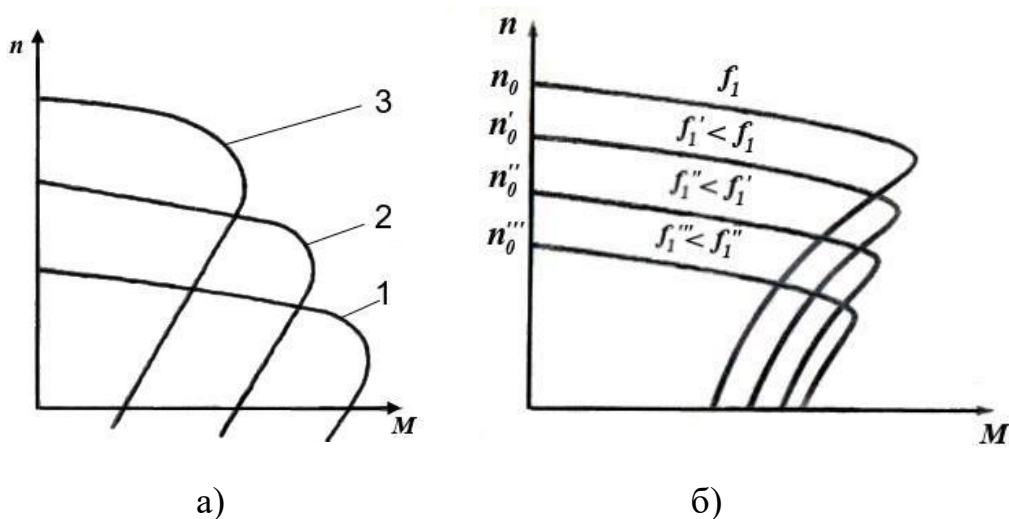
$$n = \frac{60f}{p}(1 - s),$$

мұндағы n – айналу жиілігі;

f - қоректендіру желісіндегі кернеу жиілігі, Гц;

p – полюстер жұптарының саны.

Үшжылдықты асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы 1.4, а суретте келтірілген.



а) сатылы басқарылатын үш жылдамдықты; б) жиіліктік басқарумен; 1-қозғалыс жылдамдығы ШӨЖВ $V=3$ км/сағ; 2-қозғалыс жылдамдығы ШӨЖВ $V=6$ км / сағ; 3-қозғалыс жылдамдығы ШӨЖВ $V=9$ км / сағ.

1.4 сурет - асинхронды электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

В 30 және 10BC15 заманауи вагондардың жүру жетектері АВТ типті үш фазалы асинхронды үш жылдамдықты электр қозғалтқыштарымен жабдықталады 15-4/6/12 (асинхронды жарылысқа қауіпсіз тартқыш) (1.1 кесте).

1.1 кесте – АВТ электр қозғалтқышының техникалық сипаттамалары 15-4/6/12

Параметр атауы	Номиналды мәні		
	Полюстер саны 2р		
	4	6	12
Номиналды қуаты, кВт	22	46	23
Номиналды жұмыс режимі	Қайта-қысқа мерзімді S4 ПВ=25% ГОСТ бойынша 183-74, сағатына қосу саны 30 және 60 ауыстырып қосу		
Желі кернеуі, В	660 (1140)		
Желі жиілігі, Гц	50		
Айналу жиілігі об/мин	1500	1000	500
Пайдалы әсер коэффициенті, %	79	77,5	75
Қуат коэффициенті, cosφ	0,92	0,91	0,56
Номиналды ток, А	26,5 (15,3)	56,5 (32,7)	48,0 (27,7)
Іске қосу сәтінің еселігі	2,8	3,1	3,5
Ең жоғары сәттің еселігі	2,8	2,8	3,6
Іске қосу тогының еселігі	5,8	5,0	3,8
Номиналды сырғу, %	8	14	13
Ротор моменті, кг·м ²	16		
Жетектің моменті, кг·м ²	40,0		
Масса, кг	890		

Конвейер мен май стансасының жетектері АВК 30/15 типті екі жылдамдықты қозғалтқышпен (асинхронды жарылысқа қауіпсіз конвейер, әрбір айналу жиілігі үшін конвейер қуаты 30 және 15 кВт) жинақталады (1.2 кесте).

1.2 кесте - АВК 30/15 электр қозғалтқышының техникалық сипаттамалары

Параметр атауы	Параметрдің номиналды мәні	
Номиналды қуаты ПН 25%, кВт	30/15	
Кернеуі, В	660	1140
Номиналды ток, А	33,5/26,0	19,6/14,9
Айналу жиілігі, об/мин	1500/750	
Номиналды сырғу, %	2/1,3	
Пайдалы әсер коэффициенті, %	88/85	
Қуат коэффициенті	0,88/0,6	
Іске қосу тогының еселігі	6,5/7,0	
Іске қосу сәтінің еселігі	1,0/2,0	
Максималды моменттің еселігі	2,5/3,7	

Бұл қозғалтқыштар қысқа мерзімді режимде қайта жұмыс істеуге арналған. Қайта-қысқа мерзімді режим шахталық өздігінен жүретін вагондардың жетектері үшін типтік, ол жұмыс кезеңдерінің ешқайсысында қозғалтқыштың температурасы белгіленген мәнге жетпейтінін, ал үзіліс кезінде қозғалтқыш қоршаған орта температурасына дейін салқындауға үлгермейтіндігін сипаттайды. Әрбір жылдамдықта АВТ типті қозғалтқыштардың номиналдық жұмыс режимі – қосудың жалпы ұзақтығы $PВ = 25\%$ қайталанатын уақыт. АВК типі үшін – жүктеме ұзақтығы $пн = 25\%$, бірақ бос жүріс кезеңдерінің орнына қозғалтқыш 1500 айн/мин айналу жиілігі кезінде қуаты 8 кВт немесе 750 айн/мин айналу жиілігі кезінде 4 кВт жүктелді, бір циклдың ұзақтығы 6 мин. Вагондарды пайдалану барысында жылдамдықты сатылы реттейтін электр қозғалтқыштардың мынадай кемшіліктері анықталды:

- бес рет іске қосу токтары;
- реттеудің бірқалыпты болмауы;
- қозғалтқыштар мен трансмиссиялар тораптарының жоғары тозуы.

Соңғы уақытқа дейін асинхронды электржетекті сатысыз басқаруды жүзеге асыруда белгілі бір қиындықтар болды. Кеніш жағдайында қозғалтқыш роторының айналу жиілігінің және дамып келе жатқан сәттің бірқалыпты өзгеруін жүзеге асыру қиын. ШӨЖВ перспективті конструкцияларында көрсетілген міндеттер қоректендіруші кернеу жиілігінің түрлендіргіштерін пайдалану арқылы шешіледі.

Асинхронды электрқозғалтқыштың роторының айналу жиілігін қоректендіруші кернеудің жиілігін өзгертумен реттеу жиілікті түрлендіргіш арқылы қозғалтқышты қоректендіруді талап етеді. Мұндай өзгерістер 1.4, б

суретте көрсетілген реттеу сипаттамаларының қатары алынады. Қоректену көзінің өзгермейтін кернеуі және қоректендіруші кернеу жиілігінің өзгеруі кезінде асинхронды қозғалтқыштың магниттік ағыны өзгереді. Әдетте, магнит жүйесін пайдалану процесін оңтайландыру үшін, қоректену жиілігінің төмендеуі кезінде кернеуді пропорционалды түрде азайту қажет, әйтпесе магнитті ток пен болаттың жоғалуы айтарлықтай артады. Қоректендіруші кернеудің жиілігін арттыру кезінде магнит ағынын тұрақты сақтау үшін кернеуді тепе-тең арттыру керек, өйткені олай болмаған жағдайда (білікке тұрақты сәтте) бұл ротор тогының өсуіне, оның орамаларының ток бойынша шамадан тыс жүктелуіне, максималды моменттің төмендеуіне әкеледі.

Кең өндіріс пен қолжетімді баға арқасында жиілік түрлендіргіштері өнеркәсіпте жаппай таралған. 2007-11 жылдары «Копейский машиностроительный завод» АҚ В17к шахталық өздігінен жүретін вагонға жиіліктік-реттелетін жетекті енгізу бойынша жұмыстарды жүргізді (1.5 сурет).



1.5 сурет-өздігінен жүретін В 17К шахталық вагон

В17К перспективті өздігінен жүретін вагон жетегінің конструкциясында тартымдық электр қозғалтқыштардың қоректендіруші кернеуінің жиілігінің тиристорлық түрлендіргіштері қолданылады. Бұл техникалық шешім қоректендіргіш кернеу жиілігін нөлден номиналға дейін өзгертуге ғана емес, сонымен қатар жұмыс механизмдерінің жылдамдығын арттыруға, ең бастысы ШӨЖВ жетектерінің авариялық істен шығу санын азайтуға және соның салдарынан оның өнімділігін арттыруға мүмкіндік берді. Жүк көтергіштігі үлкен үш осьті вагондар аз мобильділікпен сипатталады, бұл оларды пайдалану тиімділігін төмендетеді. Алайда, өткен ғасырдың 70-80 жылдары орындалған зерттеулер ШӨЖВ пайдалану тиімділігін оның жүк көтергіштігіне және өзге де конструктивтік ерекшеліктеріне байланысты дұрыс бағалауға мүмкіндік бермейді. Объективті бақылау деректері негізінде әр түрлі жүк көтергіштігі бар ШӨЖВ пайдалану тиімділігін бағалау бойынша зерттеулер жүргізу өзекті ғылыми-практикалық міндет болып табылады.

1.3 Шахталық өздігінен жүретін вагондардың конструктивтік ерекшеліктерін талдау

10ВС15 және «УГМК Рудгормаш» ЖШҚ (Воронеж қ.) шығарған ВС30 шахталық өздігінен жүретін вагондар, сондай-ақ «Копейский машиностроительный завод» АҚ шығарған перспективалы өздігінен жүретін

В17к вагонын өткізу тазалау комбайндарынан, үздіксіз жұмыс істейтін тиеу машиналарынан, қайта тиеу бункерлерінен негізгі көлік құралдарына немесе калий шахталарының тау-кен қазбаларына, оның ішінде газ (метан) және/немесе шаң бойынша қауіпті жағдайларда аз абразивті тау-кен массасын жеткізу үшін пайдаланады. Бұл вагондар климаты орташа аудандарда пайдалануға арналған және қоршаған орта температурасы -25-тен +40 °С-қа дейін болғанда 5 санаттың орындауында шығарылады. Вагондардың электр қозғалтқыштары қоректендіруші желінің кернеуі 660 және 1140 В, айнымалы ток жиілігі 50 Гц кезінде жұмыс істейді.

Шахталық өздігінен жүретін вагондардың кейбір салыстырмалы сипаттамалары 1.4-кестеде келтірілген .

1.3 кесте – Калий кендерін тасымалдауға арналған шахталық өздігінен жүретін вагондардың техникалық сипаттамалары

Параметрлер атауы	Вагон типтері бойынша параметрлердің мәні		
	10BC15	BC 30	B17K
Түрі	10BC15	BC 30	B17K
Жүк көтергіштігі, т	15	30	17
Массасы, т	17	26,5	19,1
Жүк тиелген вагонмен өтетін жолдың ең үлкен еңісі, град.	15	12	12
Көлденең жол бойынша қозғалыс жылдамдығы, км / сағ	3/6/9	3/6/9	0-12
Габариттік өлшемдері, мм ұзындығы ені	8200±100 2500±100	11070±100 2900±100	88000±50 2800±50
Сыртқы габариті бойынша бұрылу радиусы, м, артық емес	8,5	17	7,5
Айнымалы ток желісінің кернеуі, В	1140/660	660	660
Дөңгелек аспасы	Артқы қатты; алдыңғы теңгерімдік	теңгерімдік	теңгерімдік
Жетекші / бұрылыс доңғалақтарының саны, дана	4/4	4/2	4/2
Конвейер:	қырғыш, екі тізбекті	қырғыш, екі тізбекті	қырғыш, екі тізбекті
Жұмыс тежегіштерінің түрі	қалыптық	қалыптық	дискілік
Тұрақ тежегіштерінің түрі	қалыптық	қалыптық	дискілік

10BC15 және BC30 өздігінен жүретін вагондардың құрастыру схемаларының принципті айырмашылықтары болады: BC30 вагонының май станциясы үшін және конвейер үшін жеке жетегі болады, ал жүріс бөлігінің

екі жетекті осьтері және бір басқарылатын болады; ВС30 вагонының жетекші доңғалақтарының әрқайсысы жеке электр қозғалтқышпен жабдықталады. Перспективалы өздігінен жүретін вагонның конструкциясында В17К жүріс жетектерінің механизмдері мотор-доңғалақ схемасы бойынша орындалған. ВС30 өздігінен жүретін вагонының жетегі 10ВС15 вагонында іс жүзінде бірдей ерекшеліктерге ие екенін атап өткен жөн. ВС30 вагонындағы бір басқарылатын ось қисық сызықты қазбалардан өту кезінде қауіпсіз және жайлы маневр жасау үшін жылдамдықты төмендету қажет екенін айтады. Жылдамдықты төмендету жеткізу өнімділігін азайтып, вагонның жұмыс циклінің уақытын арттырады, бұл өз кезегінде барлық өндіру кешенінің өнімділігін төмендетеді.

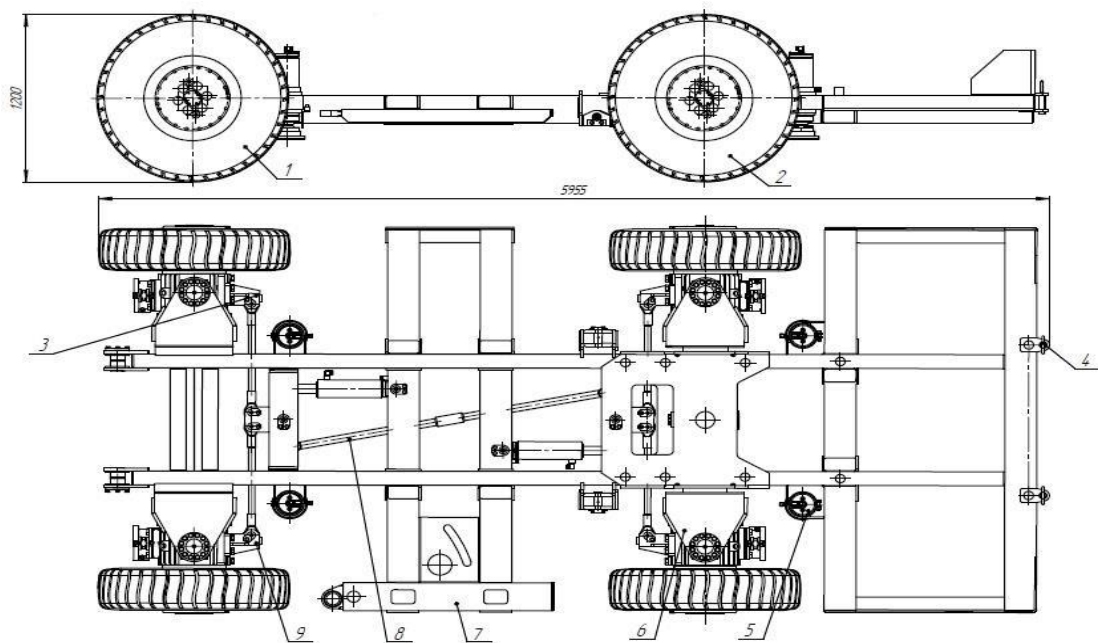
В17К вагон жетегінде мотор-доңғалақтарды пайдалану күрделі және ауыр беріліс механизмдерінің орнына жетек элементтері мен тораптарындағы авариялық істен шығулар санының төмендеуін, тұрып қалу уақытының қысқаруын және соның салдарынан оны пайдалану тиімділігінің артуын негіздейді.

Жиіліктік-реттелетін жетегі және бірқалыпты іске қосу құрылғысы бар шахталық өздігінен жүретін вагондар. Қазіргі уақытта тау-кен өнеркәсібі үшін жиілік түрлендіргіші мен қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электрқозғалтқыштың негізінде реттелетін электр жетегін енгізу міндеті өте өзекті. Жиіліктік жетекті пайдалану күштерді және механизмдер біліктерінің айналу жылдамдығын тез және дәл реттеуді қамтамасыз етеді.

Тартымдық жетектің ең тиімді нұсқасы төрт асинхронды электр қозғалтқыштарының негізінде бір жиілік түрлендіргішінен параллель қоректенетін қысқа тұйықталған роторы бар электр жетегі болып табылады. Көрсетілген жүйе механикалық бөліктердің тозуын төмендетеді (тура іске қосуды болдырмайды, механикалық орнына динамикалық тежеу пайдаланылады), жетектің пайдалану сипаттамаларын жақсартады. Енгізілетін тартқыш электр жетегі үлкен шектерде механикалық сәтті бір уақытта реттей отырып, жылдамдықты ұстап тұрудың жеткілікті жоғары дәлдігін (5% шегінде) қамтамасыз етеді. 2007-2011 жылдары "Копей машина жасау зауыты" жиілік-реттелетін жетегі бар екі осьті ШӨЖВ құрды. Электр жетегі бар жүк көтергіштігі 17 тонна вагон төрт доңғалақты шасси төрт жетекті, электр мотор-дөңгелектері басқарылатын. Шанақтың түбіне салынған конвейері және жүру рамасы бар. Шанақ-құрама-дәнекерлеу конструкциясы, ол екі құрама құрастырмалы бірліктен тұрады:

- түсіру шанағы;
- қабылдау шанағы.

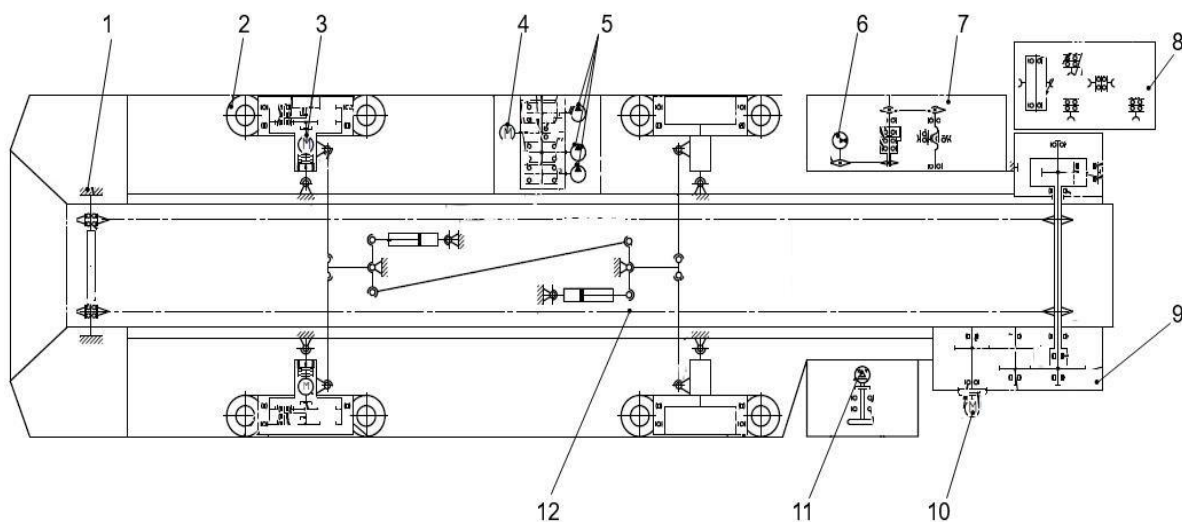
Қабылдау және түсіру шанағы өзара бұрандамалық қосындылармен біріктірілген. Жүріс бөлігі шанақты көтеру гидроцилиндрлері арқылы шанақпен байланысты. Жүріс бөлігі (1.6 сурет) вагонның қозғалысын қамтамасыз етеді, сондай-ақ негізгі тораптарды орнату үшін база болып табылады. Жүріс бөлігі мынадай негізгі тораптардан тұрады: электр мотор-доңғалақ; домкрат; басқару механизмі; рама; көпір рамасы.



1, 2-электромотор-доңалақ; 3, 9-кронштейн; 4-шкворень; 5-домкрат; 6-көпір рамасы; 7-рама; 8-басқару механизмі; 9-кронштейн.

1.6 сурет - В17К өздігінен жүретін вагонның жүріс бөлігі

Конструкциясында жетегінің перспективті өзі жүретін вагонның 17К (1.7 сурет) қолданылады тиристорлық түрлендіргіш, жиілікті қоректену кернеуінің тартымдық электр қозғалтқыштары, ал механизмдері жетектерінің жұмыс барысының орындалуы схемасы бойынша мотор-дөңгелегі.



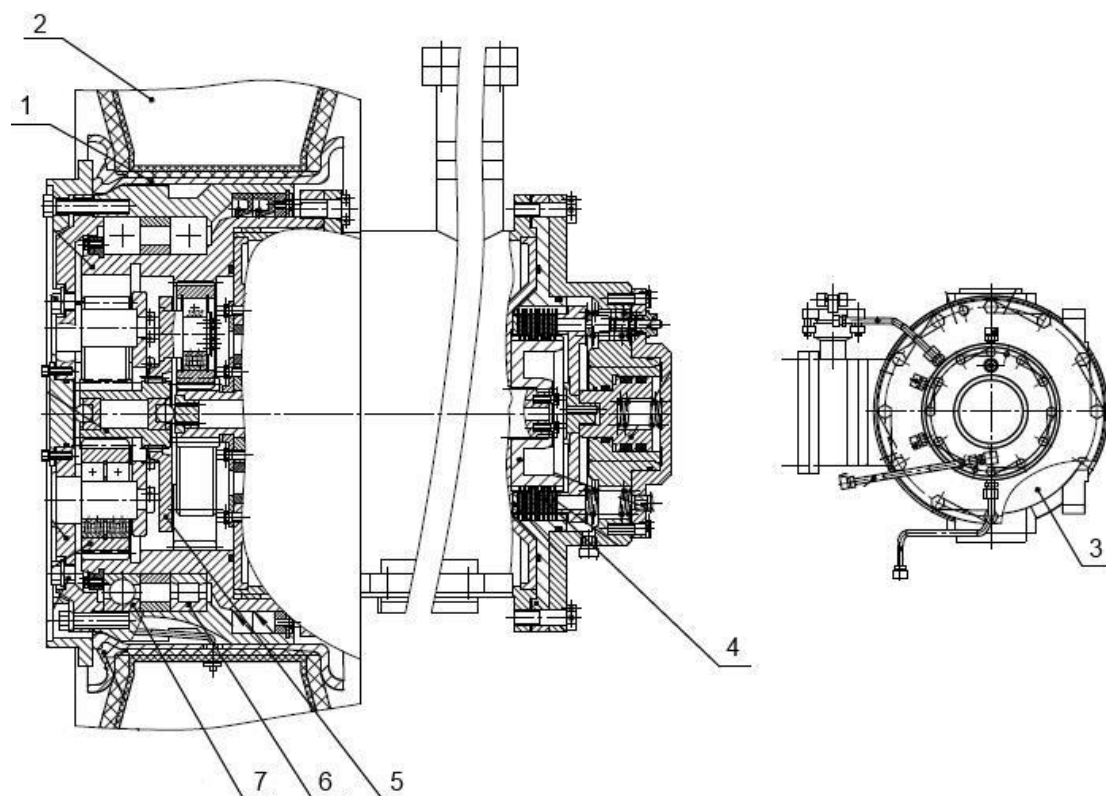
1-тарту құрылғысы; 2-электр мотор-доңалақ; 3-жүрістің электр қозғалтқышы; – май станциясының электр қозғалтқышы; 5 – сорғы; 6 – гидромотор; 7 – кабельдік барабанды орнату; 8-шығару құрылғысы; 9-конвейер жетегі; 10-конвейердің электр қозғалтқышы; 11-сорғы-дозатор; 12-қырғыш шынжыр.

1.7 сурет - В17К өздігінен жүретін вагонның кинематикалық схемасы

Вагонда тартқыш электр жетегі жүйесінің атқарушы механизмдері болып табылатын төрт электр мотор-доңғалақ орнатылған. Электр мотор-доңғалақ (1.8 сурет) шектеулі монтаждық көлемде келесі элементтерді конструктивті біріктіретін жеке агрегат болып табылады: тартқыш электрқозғалтқышы 3, механикалық беріліс 5, 2 Шина бар дисксіз доңғалақ 1 және электрқозғалтқыштың білігіне орнатылған көп дискілі тежегіш 4. Электр қозғалтқышы қысқа тұйықталған роторы бар үшфазалы асинхронды, жиілікті түрлендіргіш арқылы басқарылатын тартқыш электр қозғалтқышы. Конвейердің жетегі электр қозғалтқышынан, цилиндрлік редуктордан, планетарлық редуктордан және жұлдызшалары бар жетек білігінен тұрады.

Кәбілдік барабанды орнату кәбілдік барабанды, кәбілдік барабанды, каркасты, гидромоторды, кәбілдік барабанның клапанын да тұрады.

Вагонның электржабдығы кеніш жарылыстан қорғалған орындауында орындалды. Өздігінен жүретін вагонды энергиямен жабдықтау кернеуі 660 В және жиілігі 50 Гц шахталық желіден жүзеге асырылады. Өздігінен жүретін вагонға кернеу беру иілгіш кабель бойынша магнитті іске қосқыш арқылы және одан әрі басқару станциясында орнатылған кәбілдік барабан мен қосқыш арқылы қашықтықтан жүзеге асырылады.



1-дисксіз доңғалақ; 2 – шина; 3 – Электр қозғалтқышы 4-көп дискілі тежегіш; 5-механикалық беру; 6-роликті подшипник; 7-Шарикті подшипник.

1.8 сурет-Электромотор-доңғалақ

В17К вагонның тартқыш жетектерін жинақтаудың артықшылығы электр қозғалтқышы мен доңғалақ арасындағы күрделі және ауыр беріліс

механизмдерінің орнына жиілікті түрлендіргіш пен мотор-доңғалақтарды пайдалану болып табылады, бұл жетекке әсер ететін динамикалық жүктемелерді елеулі төмендетеді. Мотор-дөңгелектерге техникалық қызмет көрсету үшін дәнекерленген борттарда люктер орналасқан.

Жиілікті түрлендіргіш асинхронды электрқозғалтқыштың роторының айналу жиілігін басқарудың скаляр принципiне сәйкес реттеуді қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, жиілік түрлендіргіші бірқатар функцияларды іске асырады:

- қозғалтқышты және түрлендіргішті қорғау;
- баяу екпін және тежеу;
- айналу бағытын таңдау: алға немесе артқа;
- төрт алдын ала берілген жылдамдық;
- жүйелік интерфейс бойынша сыртқы құрылғылармен және басқа да ӨБ ақпаратпен басқару және алмасу;
- индикацияның шығару блогында электржетектің жұмыс параметрлерін көрсету;
- энергияға тәуелді жадыда конфигурацияны сақтау – - апаттық хабарламаларды жазу.

Жиілік түрлендіргішінің жұмысы кезінде пайда болатын ақаулар басқару жүйесімен бақыланады. Егер жұмыс барысында түрлендіргіштер апат болса, онда электр жетегін басқару бұғатталады. Түрлендіргіштің ақаулық сипатын анықтау жылжымалы басқару пультімен мүмкін. Осы вагонның артықшылықтарымен қатар, дайындаушы зауыттағы вагон конструкциясын пысықтау барысында жою қажет кемшіліктер анықталды. БӨАЖА аспаптарының болмауы нақты уақыт режимінде ШӨЖВ қозғалысының жылдамдығын, жүріп өткен қашықтық мен вагон жетегіне әсер ететін жүктемені бақылауға мүмкіндік бермейді. Жөндеу қызметтерінің қызметкерлері көпір арқалықтары қосылыстарының дәнекерленген жіктері жарықтарының пайда болуын атап өтеді, бұл ШӨЖВ рамасының жеткіліксіз беріктігін көрсетеді.

Калий-магний тұздарының Верхнекам кен орны кеніштерінің бірінде өнеркәсіптік сынаулар «Нива-Холдинг» компаниясы шығарған (Могилев қ., Беларусь Республикасы) жүк көтерімділігі 17 тонна ВС-17 шахталық өздігінен жүретін вагоны өтеді (1.9 сурет). Өз конструкциясы бойынша өздігінен жүретін вагон түпке орнатылған гидравликалық жетегі бар қырғыш конвейері бар шанақ-бункерден, пневмоколес шассиден және процессорлық басқару жүйесінен тұратын көлік құралы болып табылады. Шанақ Бункер өзі жүретін вагонның барлық ұзындығынан өтеді, қаттылығы ұлғайтылған Рамада құрастырылады. Өздігінен жүретін вагон шанағының Тау массасын қайта тиеу үшін көтерудің гидроцилиндрлерімен қабылдануы мүмкін.



1.9 сурет- Шахталық өздігінен жүретін вагоны ВС-17

Толық жетекті трансмиссия, жүріс редукторы (оң және сол) арқылы жүрістің электр қозғалтқыштарынан барлық төрт дөңгелегіне жетек. Ашық түрдегі карданды біліктер бір сатылы конустық редукторлар арқылы дөңгелекті планетарлық берілістерге айналатын сәтті береді.

Рульдік басқару жүйесі-барлық дөңгелектерді қосарлы гидроцилиндрлермен бұра отырып, гидрокөтергіш; басқару – гидравликалық рульдік механизм немесе джойстик арқылы. Екі контурлы гидравликалық жұмыс тежегіш жүйесі (алдыңғы және артқы ось), әрбір доңғалаққа екі ішкі қалыптары бар барабан типті. Тұрақты тежегіш жүйесі – цилиндрден гидрожетегі бар, серіппелі энергоаккумуляторы бар тұрақты тұйықталған типті дискілі типті. Авариялық тежегіш жүйесі жұмыс тежегіш жүйесінің контурындағы қысым 8 МПа кем төмендеген кезде автоматты түрде іске қосылады.

Қырғыш конвейердің жетегі – тасымалданатын жүктің қозғалу кедергісіне байланысты гидромотордың білігіндегі моментті және жылдамдықты реттейтін бақылау жүйесі бар Гидромеханикалық; шынжыр қозғалысының ең жоғары жылдамдығы – 0,6 м/с; конвейер тізбегі – дөңгелек тізбекті.

ШӨЖВ осы түрінің артықшылықтарына мыналарды жатқызуға болады: вагонды бағдарламалық-процессорлық құралдар базасында құрылған тарату жүйесін білдіретін қозғалысты басқарудың автоматты жүйесімен жабдықтау; вагонды электр қозғалтқыштарын бір қалыпты іске қосу құрылғысымен жабдықтау.

Тегіс іске қосу құрылғысы бірқатар артықшылықтарға ие:

- қозғалтқыш тораптарының және элементтердің механикалық беріліс тізбегін құрайтын сенімділік деңгейін арттыру. Мысалы, трансмиссиялар мен жәрдем беретін тетіктердің тетіктерінде шұғыл жүктемелер мен соққылардың болмауы есебінен құрылғылардың қызмет ету мерзімі артады, жөндеу мен қызмет көрсетуге жұмсалуды мүмкін уақыт пен қаражатты үнемдейді;

- қозғалтқышты желілік шамадан тыс жүктелуден, фазалардың үзілуінен, желілік кернеудің секіруінен қорғауды жақсарту. Бұл өз кезегінде

қозғалтқыштың қызып кетуіне, ротордың бұғатталуына және жағымсыз қысқа тұйықталуына кедергі келтіреді;

- қозғалтқышты тежеу және екпіндеу үдерісіндегі көрсеткіштерді жақсарту;

- іске қосу токтарын номиналды көрсеткішке дейін төмендету;

- кіріктірілген микроконтроллердің және жоғары кластағы басқару платасының арқасында технологиялық процестерді басқару жүйесін сенімді ұйымдастыруды қамтамасыз ету;

- ағымдағы проблемалар мен дисплейдегі құрылғының жалпы жай-күйінің мониторингі арқасында жөндеу-қызмет көрсету жұмыстарының мерзімін азайту.

Осылайша, ВК-17 өздігінен жүретін вагоны жаңғыртылған күшейтілген раманың есебінен ұлғайтылған (17 тонна) жүк көтергіштікті, автоматты басқару жүйесі мен бірқалыпты іске қосу құрылғысын алған ВК 10 версиясы.

Жоғарыда айтылғандарды түйіндей келе, ШӨЖВ-ның көрсетілген кемшіліктеріне қарамастан, тасымалдау машиналарының осы түрі Қазақстан, Ресей және ТМД елдерінің калий кеніштерінде пайдалануға жақсы бейімделгенін атап өткен жөн. Қолданыстағы өндіріс технологиясы және өндіруші зауыттарда техникалық бақылау деңгейі тау-кен өндіру кәсіпорындарына сапалы көлік машиналарын жеткізуге мүмкіндік береді. Калий кеніштерінің ШӨЖВ пайдалану тиімділігін және сенімділігін арттыру тиісті параметрлерді жедел өзгерту жолымен өздігінен жүретін вагондардың жұмыс істеуін есепке алудың автоматтандырылған борттық жүйелерін, сондай-ақ олардың жұмыс режимдерін бақылау және басқару жүйелерін дамытуға, әзірлеуге және енгізуге теңдестірілген үлес кезінде мүмкін болады.

1.4 Шахталық өздігінен жүретін вагондардың жұмыс режимі

Шахталық өздігінен жүретін вагонның жұмыс режимі деп жұмыс уақытында жүктеменің өзгеру шамасы, ұзақтығы және сипаты, іске қосу және ажырату саны, өндірістік жұмыс уақыты және Технологиялық үзілістер сипатталатын кезеңдерді кезектестірудің белгіленген тәртібін түсіну керек. ШӨЖВ жұмысының ұтымды режимін негізді таңдау машинаны пайдалану тиімділігін және бірінші кезекте оның нақты пайдалану жағдайларында техникалық өнімділігін анықтайды. ШӨЖВ жетектерінің жүктелуіне әсер ететін кездейсоқ факторлардың едәуір саны есептеу әдістерімен Тау машиналары элементтерінің стационарлы емес жүктемелерінің сәттік шамаларын анықтау кезінде сөзсіз қателіктердің туындауына себепші болады, бұл өз кезегінде нормадан тыс жүктемелердің пайда болуы салдарынан ШӨЖВ апаттылығының жоғарылауын анықтайды.

Техникалық әдебиетте ШӨЖВ жұмысының үш режимін бөлу қабылданған: бос жүрістегі жетектердің жұмысы, жұмыс барысы және маневрлік жүріс.

Бос жүріс режимінде вагонды басқарудың гидробөлшектері бейтарап жағдайларда болады, жұмыс сұйықтығы құбыржолдары арқылы кедергісіз өтеді және гидрообакқа құйылады. Сонымен қатар, электр энергиясы мен тұтынушы арасындағы желілер бойынша (май станциясының асинхронды электрқозғалтқышы), белсенді энергияның пайдалы жұмысын атқаратындардан басқа, пайдалы жұмыс жасамайтын реактивті энергия ағады. Кабельдер мен орамдар бойынша қоректендіруші желі жағына ағатын реактивті ток олардың өткізу қабілеті шегінде олар бойынша ағатын активті ток үлесін төмендетеді, бұл ретте қыздыруға арналған өткізгіштердегі Елеулі қосымша шығындарды – активті шығындарды тудырады.

Тау-кен массасын тиеу схемасын ескере отырып, өздігінен жүретін вагон машинисі бункер қайта тиегіштің жебесі астында маневрлік операцияларды жасау қажет. Қозғалыстарды жұлқусыз аз жылдамдықпен орындау қажет. Маневрлік операциялар бірінші жылдамдықта жүргізіледі. Маневрлік операциялар кезіндегі жылдамдық диапазонын вагонның оңтайлы тиелуі, қазбаның қимасы шартынан анықтау қажет және 0,05-тен 0,8 м/с-қа дейін болуы тиіс. Зерттеулер көрсеткендей, ШӨЖВ қозғалатын салыстырмалы қысқа трассалардың салдарынан біркелкі қозғалыс орта есеппен барлық қозғалыс уақытының 10-15% - ға жуығын құрайды. 60-тан 70 % - ға дейін жылдам қозғалыс және 20-30% қозғалыс және тежеу.

Кенді комбайннан кен шығаруға дейін тасымалдау және маневрлік операцияларды орындау кезінде машинист жұмыс циклі үшін 16 ретке дейін жүрістің қозғалтқыштарын тікелей қосу мен ажыратуды жүргізетіні анықталды, бұл басқаруда қиындық туғызады, электр энергиясының қосымша шығыны, қозғалтқыш орамаларының қызып кетуі және контакторлық аппаратураның тозуы. ШӨЖВ жетектерінің жылдам жүктемелерінің шамасын дұрыс бағалау өздігінен жүретін вагонның тікелей кенжарда жұмысы кезінде аспаптық бақылау әдістерін пайдалану арқылы мүмкін болады. Алынған мәліметтерді талдау ШӨЖВ жұмысының орнықтылығын бағалауға, тазалау камераларында тасымалдау жабдығын пайдалану тиімділігін төмендететін жағымсыз үрдістерді анықтауға және жоюға мүмкіндік береді.

ШӨЖВ жетегіне түсетін жүктемелерді қалыптастыру процесі кездейсоқ факторлардың көп санымен анықталады (1.10 сурет).

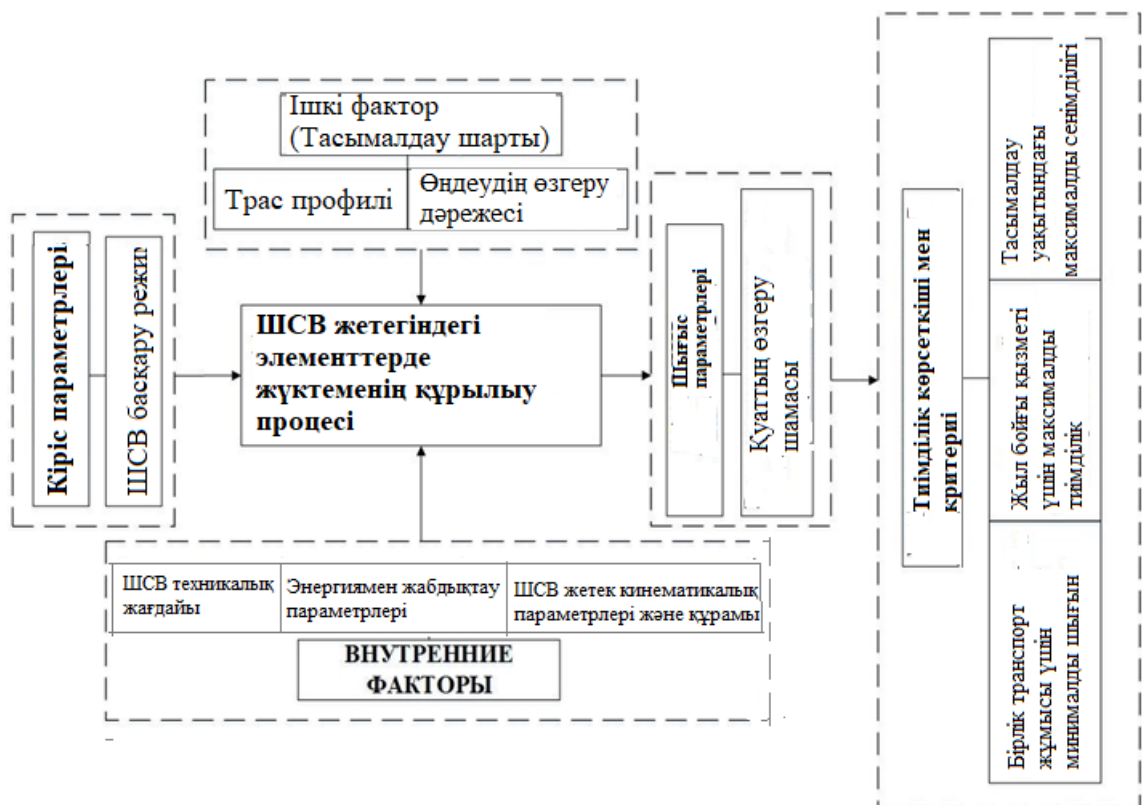
1. Пайдалану шарттары:

- а) топырақ;
- б) қазбаның көлбеу бұрышы.

2. ШӨЖВ операторларының біліктілігі мен психофизикалық сипаттамалары.

3. ШӨЖВ жұмыс режимдері.

4. Өздігінен жүретін вагон трансмиссиясының конструктивтік ерекшеліктері.



1.10 сурет – Шахталық өздігінен жүретін вагонның жұмысы кезінде жүктемелерді қалыптастыру схемасы

Зерттеулер шахталық өздігінен жүретін вагондар жетектерінің жүктелуіне әсер ететін кездейсоқ факторлардың көп саны механикалық берілістерде өтпелі процестердің тұрақты болуына ықпал ететінін көрсетті. Трансмиссияда номиналдыдан 2-3 есе асатын маңызды іске қосу сәттері пайда болады, бұл тісті доңғалақтардың, мойынтіректердің және жетектің басқа да элементтерінің істен шығуына әкеледі, бұл өз кезегінде нормативтен тыс жүктемелердің пайда болуы салдарынан вагондардың жоғары апаттылығын тудырады.

Бүгінгі күні ШӨЖВ жетектерінің жүктемелерін есептеу апробацияланған әдістемелерді пайдалана отырып, олардың барынша рұқсат етілген мәндері бойынша жүзеге асырылады.

2 Электржетек жүйесін есептеу

Қазақстан Республикасының экономикасында тау-кен өнеркәсібі маңызды орын алады. Біздің еліміздің калий өнеркәсібі шикізат қоры мен өндіріс көлемі бойынша әлемде алдыңғы орындар қатарында. Көмір өндіру және алтын өндіру салалары үшін жиілікті түрлендіргіш (ЖТ) және қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш (ТРБАҚ) базасында реттелетін электр жетегін (ЭЖ) енгізу міндеті өте маңызды. Бұл күш-жігерді және механизмдердің жылдамдығын тез және дәл реттеуді, сондай-ақ қазір

барлық технологиялық процестердің ажырамас талаптары болып табылатын энергия үнемдеу режимдерін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Тау-кен шахталық жабдығы тетіктерінің басым көпшілігінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыш базасында (ТРБАҚ) реттелмейтін электр жетегі не болмаса жылдамдықты сатылы реттеумен ЭЖ, ТРБАҚ полюстерінің бу санын ауыстырып қосу жолымен қолданылады. Мұндай механизмдердің мысалдарының бірі кенжарлардан магистральды конвейерлерге дейін тау-кен массасын жеткізуді жүзеге асыратын өздігінен жүретін пневмокөлікті вагон болып табылады. Реттеу диапазонының төмендігінен көбінесе жеткізу уақытын азайту үшін ең жоғары жылдамдық пен ыңғайлы маневр жасау және қауіпсіз пайдалану үшін ең төменгі жылдамдық арасында таңдауға тура келеді. Электр энергиясының жоғары үлестік шығысы мен вагондардың төмен өнімділігі (қазіргі уақытта өтпелі тазарту комбайндарының өнімділігінен төмен) тұтастай алғанда отандық тау-кен ұңғылау кешендерінің тиімділігін шектейді. Сондықтан өздігінен жүретін жер асты көлігін реттелетін ЭЖ жарақтау тетіктердің күші мен жылдамдығын тез және дәл реттеуді, сондай-ақ барлық технологиялық процестердің ажырамас талабы болып табылатын ресурс-энергия үнемдеу режимдерін қамтамасыз етуге бағытталған маңызды міндет болып табылады.

Тау-кен шахталық жабдықтың тартқыш электр жетектерін (ТЭЖ) пайдалану шарттары, ең бастысы шектеулі қуатпен және электрмен жабдықтау жүйесінің күрделілігімен байланысты, үлкен шектерде өзгеретін динамикалық жүктемемен және жылжымалы механизмдердегі электр жабдықтары үшін ұсынылатын габариттері шектеулі ерекше ерекшеліктерге ие. Осыған байланысты жоғарыда көрсетілген проблемаларды шешу тек қана жиіліктік-реттелетін ЭЖ тау-кен механизмдерін қолдану арқылы мүмкін болады. Бұл бағыттың дамуына А. А. Булгаков, Г. И. Бабокин, П. Д. Гаврилов, В. А. Дартау, Е. К. Ещин, А. Е. Козярук, В. И. Ключев, В. А. Мищенко, А. С. Сандлер, А. С. Сарваров, А. А. Усольцев, В. А. Шубенко және т. б.

Бірақ олардың еңбектерінде номиналды жүктеме кезінде электржетектің жұмысы егжей-тегжейлі зерттеледі және таулы механизмдерге тән артық жүктеме режимдеріне аз көңіл бөлінеді.

ЭЖ барлық жүйесін ауыстырған кезде енгізу процесі барынша тиімді болады (көп жағдайда электр қозғалтқыштарында ток түрі өзгергенде болады). Техникалық-экономикалық себептер бойынша жиіліктік реттеуді электромеханикалық жүйеге енгізу кезінде, егер бұған дейін ТРБАҚ пайдаланылған болса, тек қана жиілік түрлендіргішін (ЖТ) интеграциялайды. Арнайы қозғалтқыштар туралы сөз келгенде (мысалы: жарылыстан қорғалған орындау немесе жеке әзірлеу), онда оларды сақтау жаңғыртудың міндетті шарты болып табылады. Шахталар мен кеніштердің технологиялық жабдықтарының көпшілігі 30-40 жыл бұрын жобаланған болатын. Өнімділігі жоғарылаған кезде жұмыс механизмдерінің қуаты көбінесе ұлғаймайды, соның салдарынан механизмдер шамадан тыс жүктемемен жұмыс істейді. Нәтижесінде бұл технологиялық жабдықтың жиі істен шығуына және істен

шығуына әкеледі, өйткені реттелмейтін ЭЖ жұмыс параметрлерін бақылау, әдетте, жүзеге асырылмайды. Жиілікті реттеумен өздігінен жүретін пневмокөлікті вагонның түрін енгізу оның пайдалану сенімділігі мен өнімділігін арттыру үшін оны пайдалану шарттарына егжей-тегжейлі зерттеулер жүргізуді және ЭЖ басқарудың тиімді жүйесін әзірлеуді талап етеді.

2.1 кестеде – «Копейский машиностроительный завод» АҚ шығарған В17К өздігінен жүретін шахталық вагонның техникалық сипаттамалары берілген.

2.1 кесте - Өздігінен жүретін вагонның негізгі параметрлері

Параметр атауы	Нормасы
Тасымалданатын жүктің салмағы, т	17
Массасы, т	17
Шанақтың сыйымдылығы, м ³	10,3
Максималды қозғалыс жылдамдығы, км/ч	15
жүкпен	8
жүксіз	9
Жылдамдату м/с ²	0,4
Өлшемдері, мм	
ұзындығы	9200±100
ені	2600±100
биіктігі	1650
Түсірудің шекті биіктігі, мм	400 ÷ 1700
Бұрылу радиусы, м	9
Клиренсі, мм	300
Қозғалыс жетегі:	
Қозғалтқыштардың саны	4
Максималды көтерілу, град	12

2.1 Жұмыс органы жылдамдығының жүктеме диаграммаларын құру

Вагон белгіленген жылдамдыққа $t_{п}$ дейін рұқсат етілген жылдамдыққа дейін және белгіленген жылдамдықтан толық тоқтауға дейін $t_{т}$ тежеу уақыты:

$$t_{п} = t_{т} = \frac{V_y}{a_k}, \quad (2.1)$$

Мұнда V_y - берілген қозғалыс жылдамдығы, м/с;

a_k - рұқсат етілетін жеделдету, м/с.

Сонда (2.1) формулаға сәйкес жүкпен алға жылжу кезінде:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{тр}} = \frac{2,22}{0,4} = 5,55 \text{ с.}$$

Жүксіз артқа қозғалғанда (қайтарымды қозғалыста):

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{тр}} = \frac{2,5}{0,4} = 6,25 \text{ с,}$$

Іске қосу (тежеу) кезіндегі жұмыс машинасымен өтетін жол:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{тр}} = \frac{V_y^2}{2 \cdot |a_{\text{к}}|}, \quad (2.2)$$

(2.2) формулаға сәйкес жүкпен қозғалыс кезінде:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{тр}} = \frac{2,2^2}{|0,4|} = 6,05 \text{ м,}$$

Жүксіз артқа қозғалғанда:

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{тр}} = \frac{2,5^2}{2 \cdot |0,4|} = 7,8 \text{ м.}$$

Белгіленген қозғалыс режимінің уақыты:

$$t_y = \frac{(L - (L_{\text{п}} + L_{\text{т}})) \cdot k_{\text{к}}}{V_y}, \quad (2.3)$$

мұндағы L -тасымалдау ұзындығы, м;

V_y – машинаның қозғалыс жылдамдығы, м / с;

$k_{\text{к}} = 1,25 - 1,3$ -қозғалыстың біркелкі еместігін ескеретін коэффициент.

(2.3) формулаға сәйкес жүкпен қозғалыс үшін:

$$t_{y\text{в}} = \frac{(100 - (6,05 + 6,05)) \cdot 1,25}{2,22} = 49,5 \text{ с,}$$

Жүксіз қайтарымды қозғалыс үшін:

$$t_{y\text{р}} = \frac{(100 - (7,8 + 7,8)) \cdot 1,25}{2,5} = 42,2 \text{ с,}$$

Үздіксіз жұмыс істейтін тиеу машинасымен кешен жұмыс істеген кезде уақыт тиеу:

$$t_{\text{пог}} = \frac{V_{\text{куз}} \cdot k_{\text{з.к}}}{Q_{\text{н}}}, \quad (2.4)$$

мұнда $V_{\text{куз}}$ -шанақтың геометриялық сыйымдылығы м³
 $k_{\text{з.к}}$ – шанақты толтыру коэффициенті (өздігінен жүретін вагондар үшін-
 $k_{\text{з.к}} = 0,8$);

$Q_{\text{н}}$ -үздіксіз жұмыс істейтін тиеу машинасының өнімділігі м³/с.

(2.4) формулаға сәйкес тиеу уақыты:

$$t_{\text{пог}} = \frac{11,5 \cdot 0,8}{0,325} = 28,3 \text{ с,}$$

Рейстің ұзақтығын табамыз:

$$T_{\text{р}} = t_{\text{к}} + t_{\text{пог}} + t_{\text{раг}} + t_{\text{кос}}, \quad (2.5)$$

$t_{\text{к}}$ - қозғалыс уақыты;

$t_{\text{пог}}$ -шанақтың сыйымдылығымен анықталатын вагонды тиеу уақыты,
 тиеу және тиеу машиналарының қуаты;

$t_{\text{раг}} = 20-30$ с-өздігінен жүретін вагонға арналған машинаны түсіру
 уақыты;

$t_{\text{кос}} = 40$ с – жолда кідіріс үшін қосымша уақыт.

(2.5) формулаға сәйкес рейс уақыты:

$$T_{\text{р}} = 42,2 + 49,5 + 28,3 + 20 + 40 = 180 \text{ с.}$$

Есептеу нәтижелерін 2.1 кестеге жинаймыз. Жүктеме диаграммалары $v(t)$ 2.1 суретте көрсетілген. $V(t)$ тәуелділіктерді жасау кезінде вагон қозғалысының бағыты назарға аламыз. Жүктелген режимде (басты вагонның технологиялық режимінде) $v > 0$ қабылдаймыз. Жүктелген қозғалыс режимінде $v < 0$.

2.2 Моменттердің жүктеме диаграммаларын құру

Механизм және оның кинематикалық схемасының жұмыс принципін зерделегеннен кейін шығындарды бөлу учаскелерін анықтаймыз: - мойынтіректерде (шығындар үйкеліс коэффициенті арқылы есептеледі мойынтіректерде сырғанау $\mu_{\text{п}}$).

Мойынтіректердегі үйкеліс күшінің сәті:

$$M_{\text{тп}} = \frac{m_1 \cdot d_{\text{ст}} \cdot \mu_{\text{п}} \cdot g}{2}, \quad (2.6)$$

мұнда m_1 - роликтерге тірелетін бөлшектер мен тораптардың массасы,
 кг;

$d_{ст}$ - ролик мойынының диаметрі, м;

$\mu_{п}$ - үйкеліс коэффициенті;

$g = 9,81$ м/с² - еркін құлауды жеделдету.

Формулаға сәйкес жүкпен қозғалғанда (2.6):

$$M_{тпр} = \frac{\frac{17 \cdot 10^3 + 17 \cdot 10^3}{4} \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 0,02 \cdot 9,81}{2} = 208,46 \text{ Нм.}$$

Кері қозғалыс кезінде:

$$M_{тпр} = \frac{\frac{17 \cdot 10^3}{4} \cdot 0,25 \cdot 1 \cdot 0,02 \cdot 9,81}{2} = 104,23 \text{ Нм.}$$

Үйкеліс моменті:

$$M_{тк} = m \cdot f \cdot g, \quad (2.7)$$

мұнда m - тербелу торабына сүйенетін масса, кг;

f - тербелудің үйкеліс коэффициенті.

(2.7) формулаға сәйкес жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{тп} = \frac{17 \cdot 10^3 + 17 \cdot 10^3}{4} \cdot 0,02 \cdot 9,81 = 1667,7 \text{ Нм.}$$

Жүксіз кері қозғалғанда:

$$M_{ткв} = \frac{17 \cdot 10^3}{4} \cdot 0,02 \cdot 9,81 = 833,9 \text{ Нм.}$$

Статикалық сәт:

$$M_{рос} = k \cdot (M_{тпр} + M_{ткр}), \text{ Нм.} \quad (2.8)$$

мұндағы, $k = 1,2$ -басқа тораптардағы үйкеліс күшінің сәттерін ескеретін коэффициент.

(2.8) формулаға сәйкес алға жылжу кезінде статикалық сәт жүкпен:

$$M_{рос1} = 1,2 \cdot (208,46 + 1667,7) = 2251,4 \text{ Нм.}$$

Вагонның динамикалық сәттерін анықтау үшін қажет инерция сәттерін есептеу:

$$J_{рос} = J_p + \frac{m_3 \cdot D^2}{4}, \quad (2.9)$$

мұндағы J_p - жұмыс машинасының айналмалы элементтерінің инерция сәті, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

m_3 - үдемелі қозғалатын бөліктердің салмағы, кг ;

D - дөңгелектің диаметрі, м .

Жұмыс органының инерция сәті:

$$J_{po} = \frac{m_k \cdot D}{4} + \frac{m_k \cdot D \cdot D^2}{4}, \quad (2.10)$$

m_k - доңғалақтың салмағы, кг ;

m_b - вагонның салмағы, кг ;

m_r - жүктің салмағы, кг .

(2.10) формулаға сәйкес жүкпен алға жылжу кезінде:

$$J_{po1} = \frac{100 \cdot 1^2}{4} + \frac{17 \cdot 10^3 \cdot 1^2}{4} = 2150 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Жүксіз артқа қозғалғанда:

$$J_{po2} = \frac{100 \cdot 1^2}{4} + \frac{7 \cdot 10^3 \cdot 1^2}{4} = 1087,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Инерция моментін біле отырып, динамикалық моменттерді анықтауға болады, себебі рұқсат етілген үдеу белгілі:

$$M_{родин}^p = J_{po} \frac{2 \cdot a}{D}. \quad (2.11)$$

Формулаға сәйкес (2.11) жүкпен екпін және тежеу:

$$M_{родин}^p = 2150 \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{1} = 1720 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Жүксіз екпін және тежеу:

$$M_{родин}^p = 1087,5 \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{1} = 870 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{родин}^B = 1087,5 \cdot \frac{2 \cdot 0,4}{1} = 870 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Толық сәт мына формула бойынша:

$$M_{po} = M_{рост} \pm M_{родин} \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.12)$$

Бірінші учаске-жүк тиелген вагонның басталуы:

$$M_{po}^1 = 2251,4 + 1720 = 3971,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Екінші учаске-жүкпен қозғалыс:

$$M_{po}^2 = M_{рост1} = 2251,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Үшінші учаске-жүкпен тежеу:

$$M_{po}^3 = 2251,4 - 1720 = 531,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Төртінші учаске-вагонның жүксіз кері қозғалысының басталуы:

$$M_{po}^4 = -112,8 - 870 = -1995,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Бесінші учаске-жүксіз біркелкі кері қозғалыс:

$$M_{po}^5 = -M_{рост2} = -11251,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Алтыншы учаске-жүксіз тежеу:

$$M_{po}^6 = -112,8 + 870 = -255,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Әр учаске үшін жүктеме диаграммасында жұмыс машинасының толық сәтін анықтаймыз, нәтижесін 2.2 кестеге енгіземіз.

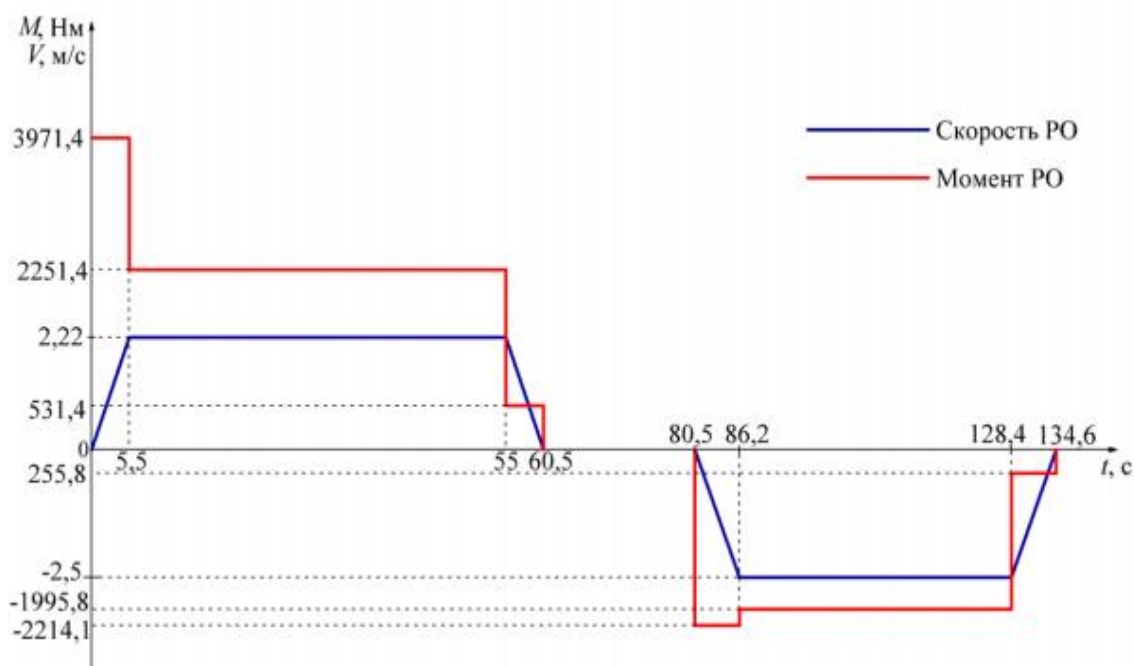
2.1 суретте белгіленген қозғалыс, тежелу уақытын есепке ала отырып, есептеу нәтижелері бойынша әрбір жұмыс режимі үшін жұмыс органы моменттерінің жүктеме диаграммасын құраймыз $M_{po}(t)$.

2.2 кесте-қозғалыс учаскелері бойынша жұмыс органының деректері

Қозғалыс учаскесі		Жұмыс режимі			Қайтару қозғалысы		
Есептік деректер	Белгілер	қосу	орн. режим	тежеу	қосу	орн. режим	Тежеу
Жылдамдығы, м/с	V_{po}		2,22			-2,5	
Уақыты, с	t_{po}	5,55	49,5	5,55	-6,25	-42,2	-6,25
Жолы, м	L_{po}	6,05	87,9	6,05	-7,8	-84,4	-7,8

2.2 кестенің жалғасы

Қозғалыс учаскесі		Жұмыс режимі			Қайтару қозғалысы		
Есептік деректер	Белгілер	қосу	орн. режим	тежеу	қосу	орн. режим	Тежеу
		Мойынтіректердегі үйкеліс сәті	$M_{тп}$	208,46			104,23
Үйкеліс моменті	$M_{тк}$	1667,7			833,9		
Статикалық момент, н·м	$M_{рост}$	2251,4			-1125,8		
Инерция сәті, кг * м ²	$J_{рост}$	2150			1087,5		
Динамикалық момент, н·м	$M_{родин}$	1720	0	1720	870	0	870
Жиынтық сәт, н·м	$M_{ро}$	3971,4	2251,4	531,4	- 2214,15	- 1995,8	- 255,8



2.1 сурет - Жұмыс органының жүктеме диаграммасы

2.3 Қозғалтқыштың қуатын есептеу

Қозғалтқыштардың қуатын анықтау үшін өздігінен жүретін вагонның тартымдық есебі жүргізілді. Есеп толық жүктелген вагон үшін орындалады, жылдамдығы 8 км/сағ, еңіске 12° қозғалғанда.

Алдымен толық массаны табамыз:

$$G = G_B + G_T = 17000 + 17000 = 34000 \text{ кг.} \quad (2.13)$$

мұндағы G_B - вагонның салмағы, кг;

G_T – жүктің салмағы, кг.

Формулаға сәйкес толық қуат (2.13):

$$G = 17000 + 17000 = 34000 \text{ кг.}$$

Вагонның жетекші дөңгелектеріне келетін тарту күшін табу:

$$F = G \cdot (\omega_0 + i + \omega_{кр} + 108 \cdot a_{доп}), \quad (2.14)$$

мұндағы G -вагонның толық салмағы, кг;

ω_0 - қозғалыстың үлестік кедергісі, Н / кН ($\omega_0 = 150 \div 180$ Н / кН – тазартылмаған топырағы бар забой жолдары үшін);

$\omega_{кр}$ - трассаның қисықтығынан қозғалыстың меншікті қосымша кедергісі ($\omega_{кр} = (0,05-0,08) \cdot \omega_0$);

a – рұқсат етілетін жеделдету, м/с²;

I - жолдың еңісі, %.

$$F = 34000 \cdot (150 + 21,3 + 7,5 + 108 \cdot 0,4) = 7548 \text{ кН.}$$

Шартты міндетті түрде орындау:

$$F_{сц} = 1000 \cdot \psi \cdot G_{сц} \geq F. \quad (2.15)$$

мұнда $G_{сц}$ – тіркеме салмағы ($G_{сц} = G$ – барлық жетекші дөңгелектері бар машиналар үшін);

ψ – ілінісу коэффициенті $\psi = 0,5$.

Формулаға сәйкес (2.15) біз аламыз:

$$F_{сц} = 1000 \cdot 0,5 \cdot 34000 = 17000 \text{ кН.}$$

Шартты орындау көрінеді.

$$17000 \text{ кН} \geq 7549 \text{ кН.}$$

Өздігінен жүретін вагонда қозғалтқыштардың белгілі саны кезінде бір қозғалтқышпен дамытылатын тартымның талап етілетін күші:

$$F_d = \frac{F}{m}. \quad (2.16)$$

мұнда m – қозғалтқыштардың саны.

(2.16) формулаға сәйкес бір қозғалтқыштың тартымдық күші:

$$F_d = \frac{7548 \cdot 10^3}{4} = 1887 \text{ кН.}$$

Тартқыш қозғалтқыш қуатын табамыз:

$$P_{\text{пуск}} = \frac{F_d \cdot V}{367}. \quad (2.17)$$

мұнда V – қозғалыс жылдамдығы км/сағ.

Формулаға сәйкес (2.17) қозғалтқыш қуаты:

$$P_{\text{пуск}} = \frac{1887 \cdot 10^3 \cdot 8}{367} = 41,3 \text{ кВт.}$$

Электрқозғалтқышты іске қосу кезінде екі есе артық жүктеуге кепілдік беретіндігін ескереміз, бұл жағдайда қозғалтқыш қуаты:

$$P = \frac{P_{\text{пуск}}}{2}. \quad (2.18)$$

(2.18) формулаға сәйкес түпкілікті мәні қозғалтқыш қуаты:

$$P = \frac{41,3 \cdot 10^3}{2} = 20,65 \text{ кВт.}$$

2.4 Қозғалтқыш түрін таңдау

Табылған қуаттың нәтижелері бойынша АИУЕ225М4 сериялы жарылыстан қорғалған қозғалтқышты таңдаймыз.

Қозғалтқыш номиналды кернеуі 660 В дейінгі жиілігі 50, 60 Гц айнымалы ток желісінен S4 жұмысының номиналды режимі үшін әзірленген.

Ол газ бен көмір тозаңы бойынша жарылыс қаупі бар шахталарда пайдаланылатын тиеу машиналарының, комбайндардың жетектерінде және басқа да механизмдерде қолданылады.

Вагонда қуатты қозғалтқыштарды орнату бірқатар себептерге байланысты қиынға соғады:

1-Қозғалтқыштардың конструкциясын қайта жасау вагонның жүріс бөлігінің конструкциясын қайта құруға әкеп соғады;

2-Тау-кен қазбаларындағы шахталардың шағын кеңістігі жағдайында габариттік өлшемдері мен қозғалтқыштардың массасының ұлғаюы қиындау;

3-Электр қозғалтқыштарының қуатын арттыру коммутациялайтын аппаратураның және статикалық түрлендіргіштердің электр жабдығы үшін кеңістіктен тыс шығады.

Каталогтық мәліметтер 2.3 кестеде келтірілген.

2.3 кесте - Қозғалтқыштың номиналды деректері АИУЕ225М4

№	Белгілер	Көрсеткіштің атауы	Өлшемі	Деректер
1	P_H	Қозғалтқыштың номиналды қуаты	кВт	22
2	n_H	Номиналды айналу жиілігі	об / мин	1500
3	U_H	Номиналды кернеу	В	660
4	η	Пайдалы әсер коэффициенті	%	81,5
5	$\cos\varphi$	Қуат коэффициенті	–	0,93
6	I_H	Статордың номиналды тогы	А	25
7	S_H	Номиналды сырғу	%	12
8	M_{max}/M_H	Ең жоғары сәт	о.е	3,3
9	$M_{пуск}/M_H$	Іске қосу сәті	о.е	2,9
10	$I_{пуск}$	Іске қосу тогы	о.е	5,5
11	J	Инерция сәті	кг· м ²	0,6

2.5 Редуктор таңдау

Редуктордың беріліс саны қозғалтқыштың номиналды айналу жылдамдығы және жұмыс органы қозғалысының негізгі жылдамдығы бойынша мынадай формула бойынша болады:

$$i_p = \frac{\omega_H \cdot D}{2 \cdot V} \quad (2.19)$$

мұнда D – редуктордың шығу білігіндегі доңғалақтың диаметрі, м;

V – қозғалыстың негізгі жылдамдығы, м/с.

Формулаға сәйкес (2.19):

$$i_p = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1500 \cdot 1}{60 \cdot 2 \cdot 2,5} = 31,5.$$

Редукторды таңдаймыз, беріліс саны болуы тиіс тең немесе бірнеше аз есептелген, бұл ретте ескерілуі тиіс механизм жұмысының шарттары, қозғалтқыштың номиналды қуаты және жылдамдығы.

Берілген механизмдегі редуктор жұмысы айтарлықтай ауыр болып табылады. Вагонда екі сатылы планетарлық редуктор орнатылған. Осы деректерге сәйкес және есептелген беріліс саны бойынша редукторды таңдаймыз.

Таңдалған редуктордың мәліметтері 2.4 кестеде келтірілген.

2.4 кесте – РЦД260 тісті сипаттамалары

Белгісі	Көрсеткіштің атауы	Өлшемі	Шамасы
j	Беріліс саны	–	31,5
η_p	Пайдалы әсер коэффициенті	%	96

2.6 Статикалық сәттерді және инерция сәттерін қозғалтқыш білігіне келтіру

Моменттерді қозғалтқыш білігіне келтіру факторы электржетектің механикалық бөлігінің теңгерімі болып табылады. Жұмыс машинасының білігіндегі статикалық және динамикалық сәттер 2.1 кестеде келтірілген. Жұмыс машинасының статикалық сәттері, редуктордағы шығындарды есепке алмай, қозғалтқыш білігіне келтірілген ($\eta_p = 1$), формула бойынша есептеледі (2.20):

$$M_{pc} = \frac{M_{рост}}{j_p}. \quad (2.20)$$

$M_{рост}$ - жұмыс органының статикалық сәті, Н·м;

j_p - редуктордың беріліс саны.

Формулаға сәйкес (2.20) жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{pc}^p = \frac{2251,4}{31,5} = 71,5 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$M_{pc}^p = \frac{-1125,8}{31,5} = -35,7 \text{ Нм.}$$

Есептеу нәтижелері әрбір учаскелер үшін 2.1 кестеде келтірілген.

Редуктордағы шығындарды есепке ала отырып біліктің статикалық сәттері ($\eta_p < 1$) электржетектің жұмыс режиміне байланысты есептеледі. Келтірілген сәттерді қозғалтқыштың білігіне жақынырақ есептейміз, ескере отырып номиналды мәні пайдалы әсер ету коэффициентін редуктордың $\eta_p = 0,96$.

Сол кезде статикалық момент қозғалтқыш білігіндегі:

$$M_{bc} = \frac{M_{pc}}{\eta_p} \text{ Нм.} \quad (2.21)$$

мұнда η_p -таңдалған редуктордың пайдалы әрекет коэффициенті.

Қозғалыс режимі үшін жүкпен қозғалыс кезінде (2.21):

$$M_{pc}^p = \frac{71,5}{0,96} = 74,5 \text{ Нм.}$$

Қозғалыс режимі үшін жүксіз қозғалғанда:

$$M_{pc}^p = \frac{-35,5}{0,96} = -37,2 \text{ Нм.}$$

Редуктордағы тежеуіш режимдерінде электр жетегінің жұмысы кезінде шығындар қозғалтқыш жүктемесінің азаюын туындатады, бұл ретте біліктегі сәттер мына формула бойынша анықталады:

$$M_{вст} = M_{pc} \cdot \eta_p \text{ Нм.} \quad (2.22)$$

Тежеу режимі үшін жүкпен қозғалыс кезінде (2.22):

$$M_{твс}^p = M_{pc}^p \cdot \eta_p = 71,5 \cdot 0,96 = 68,7 \text{ Нм.}$$

Тежеу режимі үшін жүксіз қозғалғанда:

$$M_{твс}^B = M_{pc}^B \cdot \eta_p = -35,7 \cdot 0,96 = -34,3 \text{ Нм.}$$

Қозғалтқыш жұмыс режимінде статикалық сәт бос жүрістің жоғалу сәтінің шамасына өседі.

Тежеу режимінде статикалық сәт бос жүрістің жоғалу сәтіне азаяды.

$$M_c = M_{вс} \pm \Delta M_{xx} \text{ Нм.} \quad (2.23)$$

мұнда ΔM_{xx} - қозғалтқыштың бос жүрісінің жоғалу сәті, Н·м.

Бос жүрісті жоғалу сәті номиналды режимде электромагниттік моменттің және қозғалтқыштың білігіндегі сәттің әртүрлілігі анықталады:

$$M_{xx} = M_H - M_{вн} \text{ Нм.} \quad (2.24)$$

Біліктің номиналды сәтін анықтаймыз:

$$M_{вн} = \frac{P_H}{\omega_H} \text{ Нм.} \quad (2.25)$$

Формулаға сәйкес (2.25):

$$M_{вн} = \frac{22000 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1500} = 140,13 \text{ Нм.}$$

Номиналды электромагниттік моментті білікке 5% артық қабылдайды.

$$M_H = 147,13 \text{ Нм.}$$

(2.24) формулаға сәйкес бос жүрістің жоғалту сәті:

$$\Delta M_{xx} = 147,13 - 140,13 = \text{Нм.}$$

(2.23) статикалық моменттер формулаға сәйкес қозғалтқышты режимде есептейміз.

Жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{дс}^P = 74,5 + 7 = 81,5 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$M_{дс}^B = -37,2 - 7 = -44,2 \text{ Нм.}$$

(2.23) Статикалық моменттер формулаға сәйкес тежелу режимінде есептейміз.

Жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{тс}^P = 68,7 - 7 = 61,7 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$M_{тс}^B = -34,3 + 7 = -27,3 \text{ Нм.}$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген жалпы инерция сәті мынадай формула бойынша есептеледі:

$$J = \delta \cdot J_d + J_{пр}. \quad (2.26)$$

мұнда $J_{пр}$ - қозғалтқыштың білігіне келтірілген жұмыс машинасының тораптары және олармен байланысты массалар инерциясының жалпы сәті, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

J_d - қозғалтқыш роторының инерция сәті, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

$\delta = 1,3 - 1,5$ – коэффициенті қалған сәттерді толықтыратын инерция моменті жетек.

Келтірілген инерция моменті-қосымша қозғалтқыш білігінде:

$$J_{пр} = \frac{J_{ро}}{j_p^2}. \quad (2.27)$$

(2.27) формула бойынша жүкпен қозғалыс кезінде:

$$J_{\text{пр}} = \frac{2150}{31,5^2} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^2.$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$J_{\text{пр}} = \frac{1087,5}{31,5^2} = 1,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

(2.26) формуласы бойынша жүкпен қозғалыс кезіндегі инерцияның жалпы сәті:

$$J^{\text{P}} = 1,5 \cdot 0,6 + 2,17 = 3,07 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Жүксіз қозғалу кезіндегі инерцияның жалпы сәті:

$$J^{\text{B}} = 1,5 \cdot 0,6 + 1,11 = 2,01 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Қозғалтқыштың белгіленген жылдамдығын мына формула бойынша табамыз:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot V_0}{D} \cdot j_p. \quad (2.28)$$

(2.28) формуласы бойынша жүкпен қозғалыс кезінде:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot 2,22}{1} \cdot 31,5 = 139,86 \text{ с}^{-1}.$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot 2,5}{1} \cdot 31,5 = 157,5 \text{ с}^{-1}.$$

Әр учаскелер үшін есептеулер жүргізілді және барлық мәндер 2.5 кестеде келтірілген.

Анықтаймыз іске қосу және тежеу сәттері қозғалтқыш үшін талап етілетін, екпін және тежеу жетегінің.

Іске қосу сәті:

$$M_c = M_c + M_{\text{дин}}. \quad (2.29)$$

мұндағы M_c - қозғалысқа қарсы статикалық сәт, Н·м;

$M_{\text{дин}}$ – динамикалық момент, н·м.

Динамикалық сәт келесі формула бойынша есептелуі мүмкін:

$$M_{\text{дин}} = J \frac{2 \cdot a \cdot j_p}{D}, \quad (2.30)$$

мұндағы a - іске қосу және тежеу кезіндегі жеделдету, м/с^2 ;

D - дөңгелектің диаметрі, м ;

J - келтірілген жетек сәті, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Сонда динамикалық моментті формула бойынша анықтаймыз (2.30).

Жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{\text{дин}}^p = 3,07 \cdot \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 31,5}{1} = 77,4 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$M_{\text{дин}}^b = 2,01 \cdot \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 31,5}{1} = 50,7 \text{ Нм.}$$

Енді (2.30) формуласы бойынша іске қосу сәтін есептейміз.

Жүкпен қозғалыс кезінде:

$$M_{\Pi}^p = 81,5 + 77,4 = 158,9 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$M_{\Pi}^b = -44,2 - 50,7 = -94,9 \text{ Нм.}$$

Тежеу сәті келесі формулаға сәйкес есептеледі:

$$M_T = M_{\text{дин}} - M_c \text{ Нм.} \quad (2.31)$$

(2.31) формула бойынша іске қосу сәтін есептейміз.

Жүкпен тежеу кезінде:

$$M_T^p = 77,4 - 61,7 = 15,7 \text{ Нм.}$$

Жүксіз тежеу кезінде:

$$M_T^b = -50,7 + 27,3 = -23,4 \text{ Нм.}$$

2.5 кесте - Келтірілген статикалық сәттер және қозғалтқыш білігіне инерция сәттері

Қозғалыс учаскесі	Жүкпен қозғалыс			Жүксіз қозғалыс		
	Қосу	Орн. режимі	Тежеу	Қосу	Орн. режимі	Тежеу
Есептік деректер						
$t, \text{с}$	5,55	49,5	5,55	-6,25	-42,2	-6,25
$V, \text{м/с}$	–	2,22	–	–	2,5	–
$M_{\text{рост}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	2251,4			-1125,8		
$J_{\text{рост}}, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	2150			1087,5		
$\omega_c, \text{рад/с}$	139,86			-157,5		
$M_{\text{рс}}, \eta = 1, \text{Н} \cdot \text{м}$	71,5			-35,7		
$M_{\text{вс}}, \eta < 1, \text{Н} \cdot \text{м}$	74,5	74,5	68,7	-37,2	-37,2	-34,3
$M_c, \text{Н} \cdot \text{м}$	81,5	81,5	61,7	-44,2	-44,2	-27,3
$J_{\text{пр}}, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	2,17			1,1		
$J, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	3,07			2,01		
$M_{\text{вс}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	77,4	0	77,4	-50,7	0	-50,7
$M_{\text{доп}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	158,9	81,5	15,7	-94,9	-44,2	-23,4

2.7 Қозғалтқышты қыздыру және өнімділік бойынша алдын ала тексеру

Қарқындылық бергіші бар түрлендіргіштен қоректену кезінде орташа сәт қозғалтқышты жылдамдату бойынша жол берілетін тең сәтке қабылдауға болады.

Сонда жүкпен қозғалыс кезінде іске қосу және тежеу кезіндегі орташа сәттер тиісінше тең:

$$M_{cp}^{pp} = M_{\Pi}^p = 158,9 \text{ Нм.}$$

Жүксіз қозғалыс кезінде іске қосу және тежеу кезіндегі орташа сәттер:

$$M_{cp}^{B\Pi} = M_{\Pi}^B = -94,2 \text{ Нм.}$$

$$M_{cp}^{BT} = M_T^B = -23,4 \text{ Нм.}$$

M_{cp} орта сәттерінің бұрын есептелген мәндерін қолдана отырып, жылдамдықты белгіленген режимдерін ω_c және мүмкіндігі таңдалған схемасы қозғалтқыш басқару анықтаймыз уақытта өтпелі процестер.

Жүкпен қозғалыс кезінде іске қосу және тежеу кезіндегі өтпелі процесс уақыты тиісінше тең:

$$t_{pp} = J \frac{\omega_c}{M_{co}^{pp} - M_c}. \quad (2.32)$$

Формулаға сәйкес (2.32):

$$t_{pp} = J \frac{\omega_c}{M_{co}^{pp} - M_c}.$$
$$t_{pp} = 3,07 \frac{139,86}{158,9 - 81,5} = 5,55 \text{ с.}$$

$$t_{pt} = J \frac{\omega_c}{M_{cp}^{pt} + M_c}. \quad (2.33)$$

Формулаға сәйкес (2.33):

$$t_{pt} = 3,07 \frac{139,86}{15,7 + 61,7} = 5,55 \text{ с.}$$

Жүксіз қозғалыс кезінде іске қосу және тежеу кезіндегі өтпелі процесс уақыты тиісінше тең:

$$t_{\text{ВП}} = J \frac{\omega_c}{M_{\text{ср}}^{\text{ВП}} - M_c}. \quad (2.34)$$

Формулаға сәйкес (2.34):

$$t_{\text{ВП}} = 2,01 \frac{-157,5}{-94,2+44,2} = 6,25 \text{ с};$$

$$t_{\text{ВТ}} = J \frac{\omega_c}{M_{\text{ср}}^{\text{ВТ}} + M_c}. \quad (2.35)$$

Формулаға сәйкес (2.35):

$$t_{\text{ВТ}} = 2,01 \frac{-157,5}{-23,4 - 27,3} = 6,25 \text{ с}.$$

Өтпелі процесс кезінде қозғалтқыш білігінің бұрылу бұрышы мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{\omega_c t_{\text{п}}}{2}. \quad (2.36)$$

(2.36) формуласы бойынша жүкпен қозғалыс кезінде:

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{139,86 \cdot 5,55}{2} = 388,11 \text{ рад}.$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$\alpha_{\text{ВП}} = \frac{157,5 \cdot 6,25}{2} = 492,2 \text{ рад}.$$

Қозғалу шамасына сәйкес келетін қозғалтқыш білігінің бұрылу бұрышы осы режимде:

$$\alpha = \frac{2 \cdot L \cdot J_p}{D}. \quad (2.37)$$

Формулаға сәйкес (2.37):

$$\alpha = \frac{2 \cdot 100 \cdot 31,5}{1} = 6300 \text{ рад}.$$

Сол кезде дайындама мен қозғалу кезінде белгіленген жылдамдықпен жұмыс істеу уақыты онсыз тиісінше тең:

$$t_{yp} = \frac{\alpha - (\alpha_{pp} + \alpha_{pt})}{\omega_c}; \quad (2.38)$$

Формулаға сәйкес (2.38):

$$t_{yp} = \frac{6300 - (388,11 + 388,11)}{139,86} = 39,5;$$

$$t_{yb} = \frac{\alpha - (\alpha_{bp} + \alpha_{bt})}{\omega_c}; \quad (2.39)$$

Формулаға сәйкес (2.39)

$$t_{yb} = \frac{6300 - (492,2 + 492,2)}{157,5} = 33,75c.$$

Қозғалтқышты өнімділігі бойынша тексеру салыстыру электржетектің нақты жұмыс уақытында циклде тұрады $t_{факт}$ есептеумен t_p жетегінің жұмыс уақыты мәні:

$$t_{факт} = t_{pp} + t_{pt} + t_{bp} + t_{bt} + t_{pp} + t_{yp} + t_{yb}. \quad (2.40)$$

Формулаға сәйкес нақты уақыт (2.40):

$$t_{факт} = 5,55 + 5,55 + 6,25 + 6,25 + 39,5 + 33,75 = 96,85 c.$$

$$t_p = 180 c$$

Демек, қозғалтқыш өнімділігі бойынша тексеруден өтеді, себебі:

$$t_{факт} < t_p.$$

Қозғалтқышты қыздыру бойынша алдын ала тексеру салыстыру болып табылады оның жұмысы кезінде қозғалтқыштың рұқсат етілген сәтімен орташа квадраттық сәт іс жүзіндегі фактіні қосу ұзақтығы.

$$ПВ_{факт} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t_{ц}} \cdot 100\%. \quad (2.41)$$

Формулаға сәйкес (2.41):

$$ПВ_{факт} = \frac{5,55 + 5,55 + 6,25 + 6,25 + 39,5 + 33,75}{180} \cdot 100\% = 53,8\%.$$

Пвфактіге жақын Пвкат кезіндегі қозғалтқыш сәті:

$$M_{\text{кат(ном)}} = \frac{P_{\text{кат}}}{\omega_{\text{кат}}}; \quad (2.42)$$

Формулаға сәйкес номиналды момент (2.42):

$$M_{\text{кат(ном)}} = \frac{22000 \cdot 60}{2 \cdot 3,14 \cdot 1500} = 140,1 \text{ Нм};$$

Үшін қыздыру бойынша рұқсат етілетін қозғалтқыштың сәті жүктеме графигі:

$$M_{\text{доп}} = M_{\text{кат(ном)}} \sqrt{\frac{ПВ_{\text{кат}}}{ПВ_{\phi}}}; \quad (2.43)$$

$$M_{\text{доп}} = 140,1 \sqrt{\frac{40}{53,8}} = 120,8 \text{ Нм.}$$

Бойынша нақты жүктеме кестесі кезіндегі қозғалтқыштың орташа квадраттық сәті алдын ала есептеу нәтижелері бойынша:

$$M_{\text{ср кв}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}} \text{ Нм.} \quad (2.44)$$

Формулаға сәйкес (2.44) сәт тең болады:

$$M_{\text{ср кв}} = \sqrt{\frac{158,9^2 \cdot 5,55 + 81,5^2 \cdot 39,5 + 15,7^2 \cdot 6,25 + 94,9^2 \cdot 5,55 + 44,2^2 \cdot 33,75 + 23,4^2 \cdot 6,25}{96,85}} = 76,5 \text{ Нм.}$$

Өйткені $M_{\text{ср кв}} < M_{\text{доп}}$, онда қозғалтқыш қыздыру шарттары бойынша өтеді және қажет таңдалған электржетектің егжей-тегжейлі дәл есебіне кірісу.

2.8 Түрлендіргішті таңдау

Қуатты жиілік түрлендіргіші жарылыстан қорғалған болуы тиіс сондықтан вагонның электр жетегінің көп қозғалтқышты схемасында төрт электрқозғалтқышты қоректендіру нұсқасымен бір электрқозғалтқышты орнату жүргізіледі. Түрлендіргіш вагонды басқару станциясында орналасады. Бұл түрлендіргіштің көлемі мен құнының төмендеуіне әкелді эквивалентті жиынтық қуат жиілігінің төрт түрлендіргіштері.

Көлік механизмдерінде Ток бойынша қорды қамтамасыз ететін коэффициент жиілік түрлендіргішінің жүктемесі 1,6-1,8 шегінде болуы тиіс қозғалтқыш статорының номиналды тогы.

(8.1) (8.2) формулаға сәйкес түрлендіргішті таңдаймыз қозғалтқыштардың номиналды деректен ескере.

$$U_{\text{нпч}} \geq U_{\text{нл}};$$

$$I_{\text{нпч}} \geq k \cdot 4I_{\text{нл}},$$

мұнда $U_{\text{нл}}$, $I_{\text{нл}}$ құрылғысы-қозғалтқыш статорының номиналды сызықтық кернеуі және фазалық тогы;

$U_{\text{нпч}}$, $I_{\text{нпч}}$ - номиналды желілік кернеу және жүктеме тогы жиілік түрлендіргіші;

k - ЖТ ток жүктемесі бойынша қорды қамтамасыз ететін коэффициент.

Түрлендіргіш шығысындағы жиілік диапазоны кем болмауы тиіс электр қозғалтқышының қоректену жиілігінің талап етілетін диапазонын қажетті қозғалыс жылдамдықтарын қамтамасыз ету үшін.

Vacon фирмасының NXP 0208 6 жиілік түрлендіргішін таңдаймыз. Ол ең ықшам түрлендіргіштердің бірі болып табылады, ол барлық опцияларды бір корпуска орнады. Номиналды деректер NXP 0208 6 түрлендіргіші 2.6 кестеде көрсетілген.

2.6 кесте - NXP 0208 6 жиілік түрлендіргішінің номиналды деректері

Параметрлер	Өлшем бірлігі	Шамасы
Номиналды кернеу	В	660
Номиналды ток	А	210
Максималды ток	А	290
Номиналды қуаты	кВт	200
Жиіліктің өзгеру ауқымы	Гц	0 – 320

2.9 Электржетектің статикалық сипаттамаларын есептеу

Есептің міндеті міндеттерді қамтамасыз ету болып табылады, талаптарына сай жасалған жетектеу. Жұмыс және қайтарымды жүрістің технологиялық жылдамдығы белгіленген режимде, жұмысшыны қосу және тоқтату кезіндегі жылдамдықты төмендету берілген дәлдік дәрежесімен қамтамасыз ету қажет.

2.9.1 Қосу сұлбаларын есептеу

Есептеу деректері жұмыс органының қозғалыс жылдамдығы $\omega_{\text{зад}} = \omega_{\text{с}}$ болып табылады, қозғалтқыш білігіне келтірілген, және $M_{\text{с}}$ қозғалысына берілген кедергі сәті, қозғалтқыштың білігіне келтірілген және механикалық $\Delta M_{\text{х}}$ қозғалтқышының бос жүрісінің жоғалуына мәндері 2.7-кестеде келтірілген.

2.7 кесте - берілген нүктелер

Қозғалыс учаскесі		Дайындамамен қозғалыс			Дайындамасыз қозғалыс		
Есептік деректер	Белгісі	Орнатылған режим			Орнатылған режим		
		рад/с	о.е.	Нм	рад/с	о.е.	Нм
Қозғалтқыш жылдамдығы	ω_c	139,86	0,89	–	-152,5	-0,97	–
Статикалық моменті	M_c	–	0,58	81,5	–	-0,3	-44,2

Формулалар бойынша салыстырмалы бірліктерге ауыстырамыз:

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_c}{\omega_{0H}}$$

мұндағы $\omega_{0H} = 157$ рад с - қозғалтқыштың номиналды жылдамдығы.

$$M_{cp} = \frac{M_c}{M_{BH}}$$

мұнда $M_{BH} = 140,13$ – қозғалтқыштың номиналды сәті.

Қозғалтқыштың орама деректері Script бағдарламасы арқылы алынды Matlab.

Статор шашырауының индуктивті кедергілері және келтірілген ротор:

$$x_1 = x_2 = 1,09 \text{ Ом.}$$

Статор орамасының белсенді кедергісі:

$$r_1 = 0,121 \text{ Ом.}$$

Ротор орамының келтірілген белсенді кедергісі:

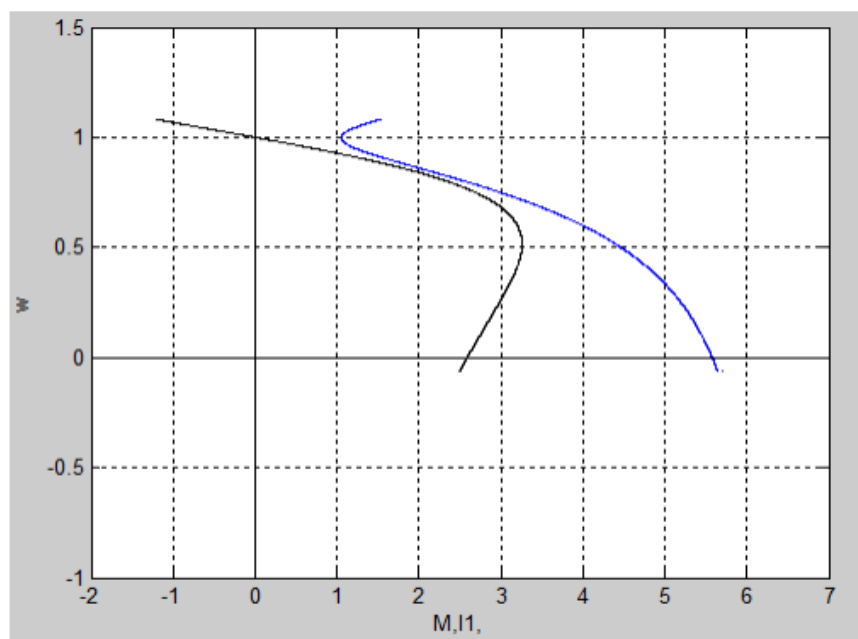
$$r_2 = 0,0011 \text{ Ом.}$$

Статикалық сипаттамаларды құру үшін қажетті қалған деректер бұған дейін 2 тарауда есептелген.

2.9.2 Табиғи сипаттамаларды құру

Табиғи сипаттамаларды Matlab бағдарламасын пайдалана отырып енгіземіз, онда қозғалтқыштың номиналды деректері және орамдардың параметрлері бар.

Табиғи: механикалық және электромеханикалық сипаттамалары 2.2 суретте көрсетілген.



2.2 сурет-Табиғи сипаттамалар

2.9.3 Берілген нүктелерде жасанды сипаттамаларды құру

Берілген нүктелер 2.7 кестеде келтірілген.

Жиілікті есептеу үшін табиғи сипаттаманы берілген нүктеге параллель тасымалдау:

$$\omega_0 = \omega_{\text{зад}} + \Delta\omega_{\text{ест}} = \omega_{\text{зад}} + s_n \cdot M_{\text{зад}}. \quad (2.45)$$

Формулаға сәйкес (2.45):

$$\omega_0 = 0,89 + 0,12 \cdot 0,58 = 0,96.$$

Жиіліктің салыстырмалы мәні тең:

$$\alpha = \omega_0 = 0,96.$$

Берілген нүктедегі кернеу жиілігі:

$$f_{1\text{зад}} = \alpha \cdot f_{1\text{н}}. \quad (2.46)$$

Формулаға сәйкес (2.46):

$$f_{1\text{зад}} = 0,96 \cdot 50 = 48 \text{ Гц}.$$

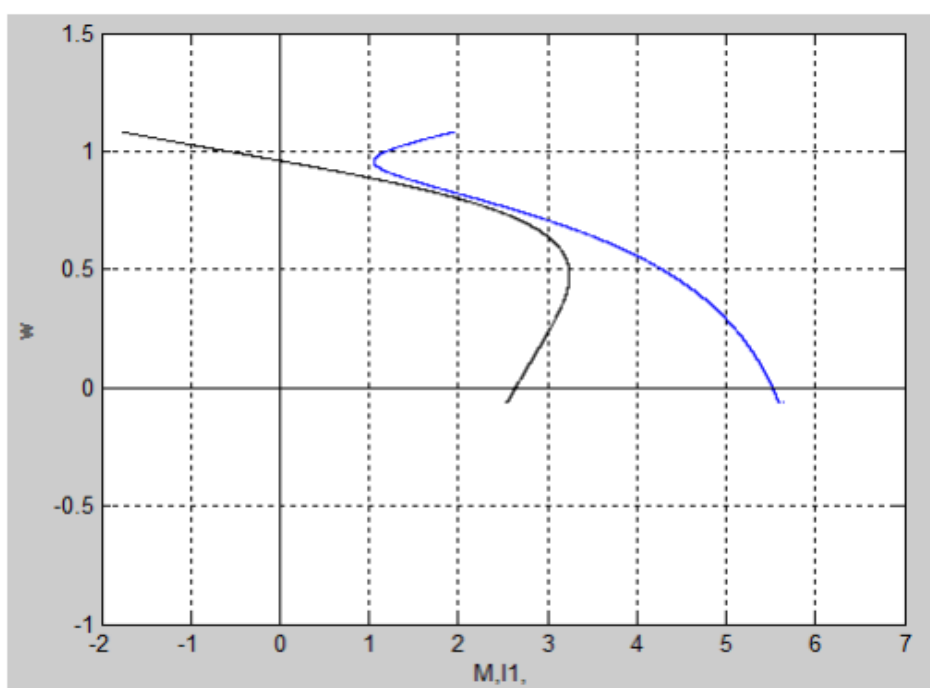
Берілген нүктедегі кернеу:

$$U_{1зад} = \alpha \cdot U_{1н}. \quad (2.47)$$

Формулаға сәйкес (2.47):

$$U_{1зад} = 0,96 \cdot 380 = 364,8 \text{ В.}$$

Жасанды механикалық және электромеханикалық құрылыс сипаттамаларын Matlab, бағдарламасын пайдаланып жасаймыз, оған қозғалтқыштың номиналды деректерін енгізе отырып, орамдардың параметрлері мен шамалары $f_{1зад}$ и $U_{1зад}$. Сипаттамалары 2.3 суретте.



2.3 сурет - Жүкпен қозғалыс кезіндегі жасанды сипаттамалар

Берілген нүктелер 2.7 кестеде келтірілген. Алдын ала есептеу үшін жиіліктер табиғи механикалық берілген нүктеге сипаттама:

$$\omega_0 = \omega_{зад} + \Delta\omega_{ест} = \omega_{зад} + s_n \cdot M_{зад} \quad (2.48)$$

Формулаға сәйкес (2.48):

$$\omega_0 = -0,97 - 0,12 \cdot 0,3 = -1.$$

Жиіліктің салыстырмалы мәні тең:

$$\alpha = \omega_0 = -1.$$

Берілген нүктедегі кернеу жиілігі:

$$f_{1зад} = \alpha \cdot f_{1н}. \quad (2.49)$$

Формулаға сәйкес (2.49):

$$f_{1зад} = -1 \cdot 50 = -50 \text{ Гц.}$$

Берілген нүктедегі кернеу:

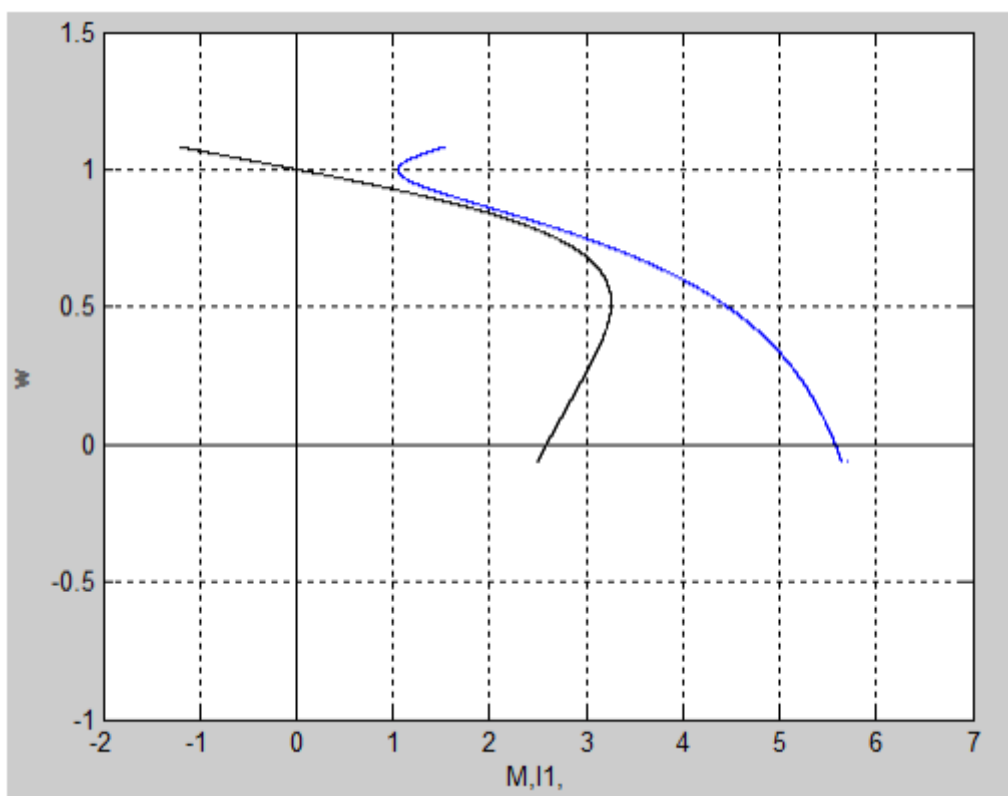
$$U_{1зад} = \alpha \cdot U_{1н}. \quad (2.50)$$

Формулаға сәйкес (2.50):

$$U_{1зад} = -1 \cdot 380 = -380 \text{ В.}$$

Жасанды механикалық және электромеханикалық сипаттамалары құрылыс, Matlab бағдарламасын пайдалана отырып, онда қозғалтқыштың номиналды деректерін және орау параметрлерін енгіземіз.

2.4 суретте көрсетілген.



2.4 сурет - Жүксіз қозғалыс кезіндегі жасанды сипаттамалар (реверс)

3 Өтпелі процестер және сапаның негізгі көрсеткіштерін реттеу

3.1 Жіберу және тежеу сұлбаларының параметрлерін есептеу

Еркін құрамдастар өшіп тұрған кезде белгіленген режимде өтпелі процесс:

$$\frac{d\omega_0}{dt} = \varepsilon_0 = \text{const.}$$

Қозғалтқыштың динамикалық сәтінің белгіленген мәнінің шамасы:

$$M_{\text{дин}} = J \cdot \varepsilon_0.$$

Кірісіндегі басқару кернеуін өзгертудің сызықтық заңын құру үшін түрлендіргіш интегралды қарқындылық қосқышы шығу кернеуіне қосылады, оның кіруіне берілген тапсырма жүктемесімен берілген кезде кернеу сызықтық заң бойынша өзгереді. Артқы шамаға жеткенде қарқындылық бергіштің шығысындағы кернеудің ұлғаюы орнатылады. ЗИ шығу кернеуі түрлендіргіштің басқарушы кернеуі болып табылады, ал артқы шамасы белгіленген жылдамдықты анықтайды ω_0 қозғалтқыштың. Жылдамдықтың жоғарылауы базалық тұрақты шама болып табылады уақыт ЗИ $T_{\text{зи}}$:

$$T_{\text{зи}} = \frac{\omega_{0\text{н}}}{\varepsilon_0} = \frac{J \cdot \omega_{0\text{н}}}{M_{\text{н}}} \cdot \frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{дин}}}. \quad (3.1)$$

$$T_{\text{д}} = \frac{J \cdot \omega_{0\text{н}}}{M_{\text{н}}} \quad (3.2)$$

мұндағы $M_{\text{дин}}$ – қозғалтқыштың динамикалық моментінің салыстырмалы мәні, Н·м.

$T_{\text{д}}$ – қозғалтқыштың механикалық тұрақты уақыты, с.

(3.2) формула бойынша механикалық тұрақты уақытты анықтаймыз.

Дайындамамен қозғалғанда:

$$T_{\text{д}}^{\text{в}} = \frac{3,07 \cdot 157}{140,1} = 3,44 \text{ с.}$$

Жүксіз қозғалғанда:

$$T_{\text{д}}^{\text{в}} = \frac{2,01 \cdot 157}{140,1} = 2,25 \text{ с.}$$

ЗИ тұрақты уақытын анықтаймыз:

$$T_{зи}^p = \frac{T_d^p \cdot \omega_{0н}}{M_{дин}}. \quad (3.3)$$

(3.3) формула бойынша жүкпен қозғалыс кезінде:

$$T_{зи}^p = \frac{3,44 \cdot 157}{77,4} = 6,9 \text{ с.}$$

$$T_{зи}^в = \frac{T_d^в \cdot \omega_{0н}}{M_{дин}}. \quad (3.4)$$

Жүкпен қозғалыс кезінде (3.4):

$$T_{зи}^в = \frac{2,25 \cdot 157}{50,7} = 6,9 \text{ с.}$$

3.2 Өтпелі процестер параметрлерін есептеу

Өтпелі режимдерді есептеу қажет:

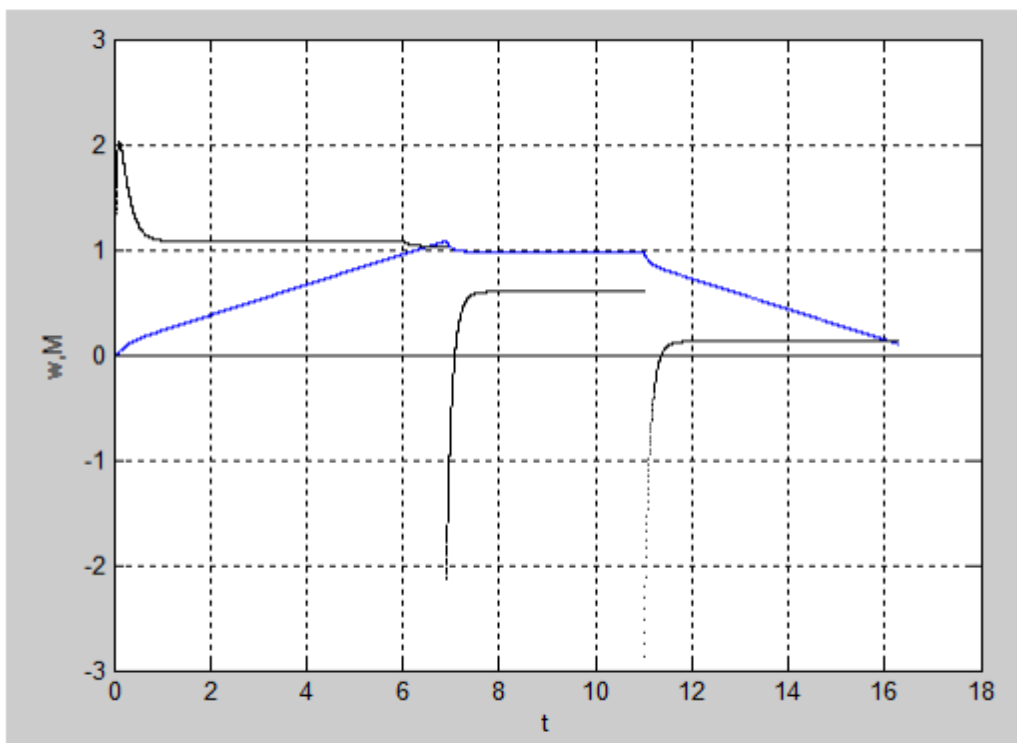
- олардың жүріп өту уақыты мен сипатын табу үшін;
- олардың жұмыс механизмі процесінің талаптарына сәйкестігін анықтау үшін;
- механикалық және электрлік жүктемелерді бағалау үшін;

Бұл жобада өтпелі процестерді есептеу интеграл теңдеулері арқылы жүзеге асырамыз. Ол үшін есептеу Matlab ЭЕМ-де бағдарламасы пайдаланылады өтпелі процестер үшін.

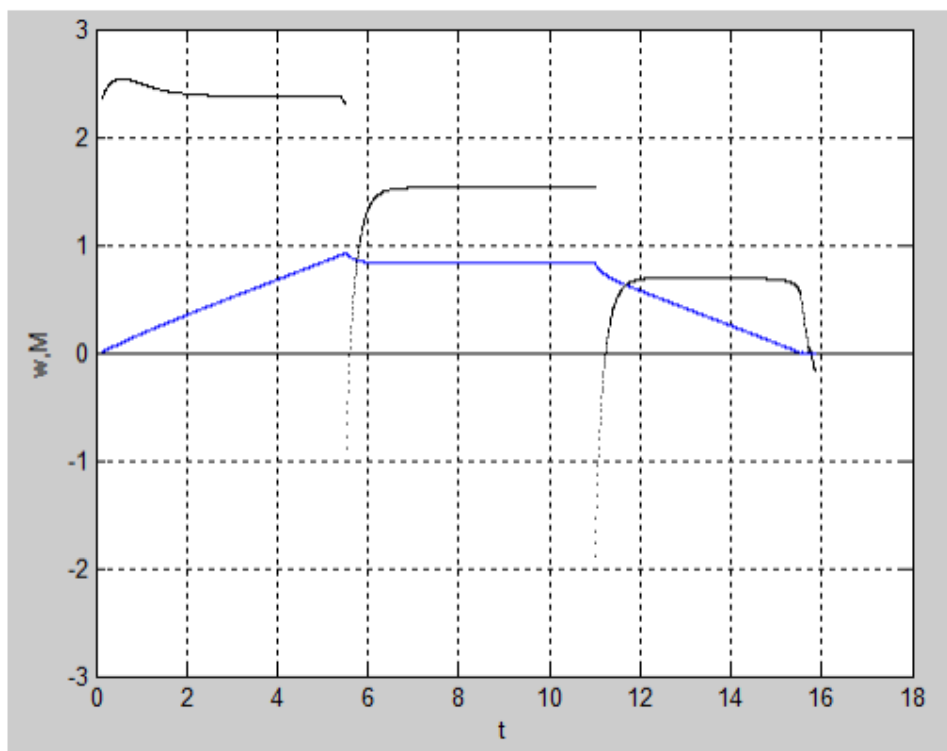
Есептеу басында бастапқы шарттарды анықтау қажет, атап айтқанда $T_{зи}$ қарқындылығы, форсировка кернеуі, Өзг. Лист таңдалды. Қолы Күні Парақ Өткізілді 46 – 13.03.02.2018.204.01 ПЗ идеалды бос жүрістің бастапқы жылдамдығы $\omega_{0н}$ соңғы жылдамдық идеалды бос жүріс және қозғалтқыш білігінің бастапқы жылдамдығы $\omega_{0н}$.

Matlab бағдарламасына каталогтық деректер қозғалтқышын енгіземіз қозғалтқыштың, жиілікті түрлендіргіштің деректері, жұмыс органының есептік деректері, жиілік түрлендіргішінің түрі, Тұрақты уақыт қарқындылығы.

Өтпелі процестердің графиктері 3.1–3.2 суретте көрсетілген.



3.1 сурет-жұмыс органының өтпелі процесінің бос жүрістегі кестесі



3.2 сурет-жұмыс органының өтпелі процесінің жүктеме кезіндегі кестесі

4 Өндірістік процестердің қауіпсіздігі

4.1 Конвейерлік өндірістің жұмыс ерекшелігіне талдау жасау

Дипломдық жұмыстың тақырыбы шахталарда өздігінен жүретін вагондардың тартқыш электржетегін жасауды қозғайды. Олар әртүрлі пайдалы қазбаларды тасымалдау үшін пайдаланылады. Бұл бөлімде ең маңызды аспектілердің бірі қауіпсіздік техникасы болып табылатын өндірістік үдерістердің қауіпсіздігі мәселелері қарастырылады. Өздігінен жүретін вагондар қуатты да, қуаты аз да шоғырларды әзірлеу кезінде кеңінен қолданылады.

Өздігінен жүретін вагондарды қолдану материалдық шығынсыз операцияларды механикаландыру мәселесін шешуге мүмкіндік береді: жабдықтарды, материалдарды жеткізу, монтаждау және жөндеу жұмыстарын жүргізуге.

Өздігінен жүретін вагондардың негізгі артықшылықтарының бірі жеткізу қашықтығы 200-ден 250 метрге дейін бір машинаға 1000 т/ауысымға дейін келетін олардың жоғары өнімділігі болып табылады.



4.1 - Шахталардың өздігінен жүретін құрылғысының жалпы түрі

Қазіргі уақытта кен орындарында тау-кен массасын тасымалдау кезінде жерасты кен орындарында кең таралған, суретте көрсетілген шахталық өздігінен жүретін вагондар.

Айта кету керек, шахталардағы жолдардың жағдайы көп жағдайда өндірілетін кеннің және сыйысымды жыныстардың мықтылығы мен абразивтілігіне және соның салдарынан тау-кен жұмыстарын жүргізу жүйесіне байланысты. Сондықтан ШӨЖВ көтерілу және еңіс астында қозғалыс мүмкіндігін қарастырады.

Шахталық жолдардың кедір-бұдырлығы мен еңістігі жүкті тасымалдау процестерінің қауіпсіздігіне елеулі әсер етеді. Машинаны пайдалану жер асты қазбаларында биіктігі 2,4 м кем емес және ені 3,2 м кем емес, қабаттың құлау бұрышы $\pm 12^\circ$ болуы керек.

Қазбаның бекітпесі мен көлік машинасының ең шығыңқы бөлігі немесе онда орналасқан жабдықтар арасындағы саңылаулар адамдардың өтуі жағынан 1,2 м-ге және қарама-қарсы жағынан 0,5 м-ге тең қабылданады.

Қазбаларда қозғалысты реттейтін типтік жол белгілері орнатылуы тиіс. Қазбаларды жарықтандыру жүргізушіге жолды бақылау, қазбалардың шатыры мен бүйірін қарау үшін машинаның қозғалыс жолында жақсы көрінуді қамтамасыз етуі, қарсы машиналарды және қазбалармен қозғалатын адамдарды алдын ала ажыратуы тиіс.

4.2 Шахталардағы қауіпсіздік техникасы

Шахтаның қызметкері қауіпсіздік техникасы жөніндегі нұсқаулықты білуге міндетті, онда мынаны атап өту маңызды деп санаймын:

- авариялық хабарлау сигналдарын, авариялар кезіндегі жүріс-тұрыс ережелерін және өзінің жұмыс орнына сәйкес аварияларды жою жоспарын, қосалқы шығуларды, өзін-өзі құтқару және аварияға қарсы қорғаныс құралдарының орналасқан орындарын білу және оларды пайдалана білу;

- ұжымдық және жеке қорғану құралдарын пайдалана білу;

- оның мамандығына қатысты еңбекті қорғау бойынша техникалық құжаттар мен нормативтік актілердің талаптарын білу және орындау;

- өз кәсібі (лауазымы) және қызмет көрсететін жұмыс орны шегінде машиналарды, жабдықтар мен бұйымдарды пайдалану жөніндегі нұсқаулықты (нұсқаулықтарды) білу;

- қауіпті өндірістік жағдайларды жою бойынша шаралар қабылдау;

- қажет болған жағдайда жазатайым оқиғалар кезінде зардап шеккендерге көмек көрсету;

- қауіптер туралы тікелей жұмыс басшысына немесе тау-кен диспетчеріне хабарлау;

Қызметкерге алған нарядқа (тапсырмаға) және оның міндеттеріне жатпайтын жұмыстарды, мұндай жұмыстарды ықтимал аварияны немесе адамдардың денсаулығына немесе өміріне қауіп төндіруді болдырмау үшін орындау қажет болған жағдайларды қоспағанда, өз бетінше орындауға тыйым салынады.

Жер асты қазбаларында, шахта үстіндегі ғимараттарда, шам және сұрыптау үй-жайларында, шахта бетінде желдеткіш диффузорынан және газсыздандыру қондырғыларының ғимараттарынан 30 м жақын жерде, жер бетіне шығатын қазба сағаларында темекі шегуге және ашық отты пайдалануға тыйым салынады.

Темекі шегетін заттарды, алкогольді ішімдіктерді, есірткі немесе уытты заттарды жер асты қазбаларына жеткізуге және пайдалануға тыйым салынады.

Көмір шахталарындағы қауіпсіздік ережелеріне сәйкес, шахтаның қай жерінде орналасқанына қарамастан, апат орын алған адамдарды іздеу құралдарымен, сондай-ақ шахтаға қызмет көрсететін авариялық-құтқару қызметімен тікелей телефон және оны қайталайтын баламалы байланыспен қамтамасыз етілуі тиіс.

Бекітілген аварияларды жою жоспары (АЖЖ) болмаған жағдайда немесе оны авариялық-құтқару қызметінің қызметкерлері келіскенде шахтада

және жер бетінде (егер жер бетіндегі жұмыстар шахтада авариялық жағдайдың туындауына әкелуі мүмкін болса) жұмыстар жүргізуге тыйым салынады.

Шахтада шахтаға түскен және одан шыққан барлық адамдарды табельдік есепке алу жүргізуге міндетті.

Шахтадағы авариялық жағдайларды оқшаулау және жою бойынша іс-қимылдарға дайындықты қамтамасыз ету үшін заңнамаға сәйкес қаржы қаражаты мен материалдық ресурстар резерві болуға міндетті.

4.3 Жұмыс орнындағы еңбек жағдайларын талдау

Жазатайым оқиғалар, сондай-ақ өтпе жолдар мен қазбалардағы бос өтпе жолдардың қанағаттанғысыз ұсталуынан, ақауы бар машиналарды пайдалануға жіберілуінен, осы мақсаттар үшін көзделмеген машиналар мен қазбаларда адамдарды тасымалдаудан болуы мүмкін.

Өздігінен жүретін көлік машиналарын қолдануға рұқсат етіледі:

1) Газ және шаң бойынша қауіпті емес шахталарда-шахталардың барлық қазбалары бойынша;

2) Газ бойынша I және II санатты және шаңнан қауіпті шахталарда-таза ауа ағысымен жуылатын тасылым қазбалары бойынша;

3) III санатты және аса санатты шахталарда - таза ауа ағынымен жуылатын басты тасылым қазбалары бойынша ғана.

Тау-кен қазбалары арқылы өтіп, атмосфералық ауа өз құрамын өзгертеді:

- оттегі мөлшері азаяды (O_2);

- N_2 азот пен көмірқышқыл газының (CO_2) мөлшері артады;

- басқа да зиянды және улы газдар (улы газ, азот тотығы, күкіртті сутегі және т.б.) бөлінеді.

Көмір шахталарында ҚЕ сәйкес ауа тазалығының келесі нормалары сақталуы тиіс:

- оттегі-кемінде 20%;

- көміртек оксиді (CO) - 0,0017 артық емес %;

- азот тотықтары-0,00025 артық емес %;

- көміртегінің қос тотығы (CO_2);

- күкіртті сутегі (H_2S) - 0,00071% - дан артық емес, Органикалық заттардың ыдырауы және көмірдің жануы кезінде пайда болады, құрғақ жұмыртқа иісі бар;

- күкіртті газ (SO) - 0,00038% артық емес, қатты тітіркендіргіш иіс, ауадан ауыр, жарылыс жұмыстары, өрт кезінде пайда болады, улы;

- азот тотықтары (NO_2) - 0,0026 артық емес, қою қоңыр түсті және өткір иіс, ауадан ауыр;

- аммиак-0,002 дейін, улы, өткір иіс;

- сутегі (H_2) - 4-96% концентрациясы кезінде жанады және жарылады.

Тұтану температурасы метанға қарағанда 100-200 градустан төмен;

- компрессорлық газдар-компрессорлардың майлау майларын ыдырату өнімдері. Олардың пайда болуының алдын алу үшін сүзгілер мен май тұндырғыштарды орнату қажет.

В17К жерасты көлік құралын тежегішті басқаруды қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету мәселелерін қарастырайық.

Тежегіш механизмінің күрделі құрылымы болғандықтан, оған қызмет көрсетуге немесе жөндеуге рұқсат беру қызмет көрсетуші персоналдан 4.1 кестеде көрсетілген әртүрлі біліктілікті талап етеді.

4.1 кесте - Орындалатын жұмыстардың түріне байланысты қызмет көрсетуші персоналдың біліктілігі

Жұмыстардың түрі	Персоналдың біліктілігі
Жоспарлы ауысым сайын ТҚК (құбырлардың гайкаларын қарау, тарту, жұмыс сұйықтығын толтыру)	1-разрядты слесарь
Жоспарлы жыл сайынғы ТҚ (тозуын тексеру және тозған фрикциялық дискілерді ауыстыру)	3-разрядты Слесарь
Жөндеу жұмыстары	6-разрядты Слесарь

В17К жерасты көлік құралы климаты орташа макроклиматтық аудандарда пайдалануға арналған және қоршаған орта температурасы плюс 5-тен плюс 35°C дейінгі диапазондар үшін 5-санатты "У" орындалған МЕМСТ 15150 сәйкес шығарылады.

Тежегіш жүйесін пайдалану кезінде МЕМСТ 12.0.003-74 сәйкес мынадай қауіпті және зиянды факторлар туындауы мүмкін: қозғалатын бөліктер; машинист орнында шудың жоғары деңгейі; дірілдің жоғары деңгейі; майлау материалдары; тежегіш жүйесінің істен шығуы.

Жұмыс орындарындағы шу деңгейінің нормативтік мәндері 4.2 кестеде келтірілген.

4.2 кесте - Жұмыс орындарындағы шу деңгейінің нормативтік мәндері

Жұмыс орны	Орташа геометриялық жиіліктері бар октавалық жолақтардағы дБ дыбыс қысымының деңгейі, Гц								Дыбыс деңгейі, дБА, дыбыстың эквивалентті деңгейі, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Жүк автокөлігінің, тракторлардың және машиналардың жүргізушісі мен қызмет көрсететін персоналының жұмыс орындары	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Жұмыс орындарындағы шудың рұқсат етілген деңгейі шекті рұқсат етілген мәндерден аспауы тиіс (4.3 кесте).

4.3 кесте – Шекті рұқсат етілген мәндер

Жұмыс орны	Шу Дб
Өндіріске арналған үй-жай, тау-кен қазбалары, шахта оқпаны	80
Қашықтықтан басқару пульттері, оператор машинисінің орны	80
-байланысты резервтеудің болмауы	65
-байланысты резервтеудің болуы	
Жоғары концентрацияны талап ететін жұмыстар. жұмыстарды орындаудың жоғары біліктілігін талап ететін маңызды учаскелер	60

Тежегіш жүйесіндегі дірілдің себептері: тежегіш механизмінің айналмалы бөліктері, сондай-ақ тежегіштердің гидрожүйесінің құбырлары мен магистральдары болып табылады. Діріл ауруы кәсіби аурулар тізіміне енгізілген. Тежегіш механизмінің жұмысы кезінде пайда болатын дірілдің негізгі себептері: жабдықтың теңгерілмеген айналмалы бөліктері; машина тораптарының біркелкі емес тозуы; жабдық жұмысының шарттарына жауап бермейтін майларды қолдану. Орындықтағы дірілдің рұқсат етілген шамалары 4.4 кестеде келтірілген.

4.4 кесте - Дірілдің рұқсат етілген шамалары

Октавалық жолақтардың орташа геометриялық жиілігі, Гц	Октавалық жолақтардың шекаралық жиілігі, Гц	Рұқсат етілген тербеліс жылдамдығы			
		тік діріл		көлденең діріл	
		қолданыстағы мәндер, м/с	қолданыстағы мәндердің деңгейлері, дБ	қолданыстағы мәндер, м/с	қолданыстағы мәндердің деңгейлері, дБ
1	0,88+1,4	$12,6 \times 10^{-2}$	128	$5,0 \times 10^{-2}$	120
2	1,4+2,8	$7,1 \times 10^{-2}$	123	$3,5 \times 10^{-2}$	117
4	2,8+5,6	$2,5 \times 10^{-2}$	114	$3,2 \times 10^{-2}$	116
8	5,6+11,2	$1,3 \times 10^{-2}$	108	$3,2 \times 10^{-2}$	116
16	11,2+22,4	$1,1 \times 10^{-2}$	107	$3,2 \times 10^{-2}$	116
31,5	22,4+45,0	$1,1 \times 10^{-2}$	107	$3,2 \times 10^{-2}$	116
63	45,0+90,0	$1,1 \times 10^{-2}$	107	$3,2 \times 10^{-2}$	116
125	90,0+180,0	$1,1 \times 10^{-2}$	107	$3,2 \times 10^{-2}$	116
250	180,0+355	$1,1 \times 10^{-2}$	107	$3,2 \times 10^{-2}$	116

Қолданылатын ТАП-15В трансмиссиялық майы-бұл дистиллятты маймен және тұнбаға қарсы және төмен температуралы қасиеттерге ие тұнбалардың пакетімен тұтқыр өнімнің қоспасы. Бұл трансмиссиялық май жүк автомобильдерінің трансмиссияларында және байланыс кернеуі 2000 МПа, ал майдың жұмыс температурасы 130 °С жететін тік тісті, спиральды конустық және бұрамалы берілістерді майлау үшін қолданылады.

Тежегіш механизмдегі тұтану көздері: жүріс бөлігінің тежегіштерін қосу және ажырату кезінде фрикциялық қыздыру; вагонның гидравликалық жүйесі (ластанудан жұмыс сұйықтығын қыздыру); тығыздау үшін пайдаланылатын материалдар (үйкеліс күшінен қыздыру) болуы мүмкін.

Гидравликалық тежегіш жүйесі 6 МПа сұйықтықтың жоғары қысымында жұмыс істейді. Құбыржолдары мен гидрожүйе магистральдарының бұзылуы қауіп бар, бұл мынадай қауіпті факторларға әкелуі мүмкін: қызмет көрсетуші персоналдың жарақаттануына (трансмиссиялық майдың көзге түсуі); тежеу тетігі жұмысының істен шығуына, өйткені үзілген кезде тежеу жүйесіндегі қысым төмендейді.

Тежегіш жүйесі жұмысының тоқтап қалуына көлік құралының май станциясын қоректендіретін электр энергиясының авариялық ажыратылуы әкеп соқтыруы мүмкін, бұл қызмет көрсетуші персонал мен көлік құралының машинисінің жарақаттануына әкеп соқтыруы мүмкін.

4.4 Тәуекелді азайтуға бағытталған шаралар

Тежегіш механизмінің барлық қозғалатын бөліктері машинист пен қызмет көрсетуші персонал жарақат алуының алдын алуға, сондай-ақ тежегіш механизміне бөгде заттардың түсуінің алдын алуға мүмкіндік беретін оқшауланған корпуста болады.

Тежегіш механизмінің барлық элементтерін корпусқа орналастыру шудың және тежегіш механизмінің дірілінің рұқсат етілген деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Гидравликалық жүйенің құбыржолдары мен магистральдарының дірілін жою үшін осы құбыржолдар мен магистральдарды бекіту орындарында резеңке тығындар көзделген.

Майлармен жұмыс істеу кезінде, көлік құралына қызмет көрсету кезінде қауіпсіздікті сақтау үшін терімен жанасуға, көзге түспеуге, олардың буларын немесе түтінді жұтпауға жол берілмейді. Май сіңіп қалған үгінділерді, тазалау үшін пайдаланылатын шүберектерді немесе қағазды уақытында тазалау керек. Көлік құралына қызмет көрсететін үй-жай желдетілуі тиіс.

Тежегіш механизмінің герметикалық құрылымы бар. Конструкцияның герметикалығы тығыздағыш сақиналармен және манжеттермен қамтамасыз етіледі. Фрикциялық дискілер майда жұмыс істейді, бұл тежеу кезінде олардың қызу деңгейін төмендетеді.

Тежегіш механизмінің конструкциясы тежегіш жүйесінің гидравликалық магистральдарының бұзылуы немесе электр энергиясының

авариялық ажыратылуы кезінде көлік құралы тоқтайтындай етіп жасалған. Гидрожүйедегі қысымның төмендеуі кезінде поз серіппесі. 17 көлік құралын тежеуді қамтамасыз етеді.

Тежегіш механизмді жобалау кезінде тұру және жұмыс тежегіштерінің тежеу сәттері есептелген.

$$M_{ст.т.}^д = \mu \cdot R \cdot z \cdot F_{пр}, \text{ Нм.} \quad (4.1)$$

мұнда $M_{ст.т.д}$ -тұру тежегіш жүйесінің қолданыстағы тежеу сәті, Нм;

μ - жапсырма материал үйкеліс коэффициенті;

R - үйкеліс бетінің орташа радиусы, м;

z - үйкеліс беттерінің жұп саны, дана;

$F_{пр}$ -күш жапсырмада әрекет ететін, н.

$$M_{ст.т.}^д = \mu \cdot R \cdot z \cdot F_{пр} = 0.08 \cdot 0,0775 \cdot 6 \cdot 11200 = 416,64 \text{ Нм,}$$

$$M_{ст.т.}^д = \frac{r_k G_a}{n_t i_{ред}} \eta_{ред} (\sin \alpha - f \cos \alpha). \quad (4.2)$$

мұнда $M_{ст.т.тр}$ - тұру тежегіш жүйесінің талап етілетін тежеу сәті, н/м;

r_k - дөңгелектің статикалық радиусы, м;

G_a - машинаның толық салмағы, Н;

n_t - бір мезгілде жұмыс істейтін тежегіштердің саны, дана;

$i_{ред}$ - редуктордың редуктор саны;

$\eta_{ред}$ - КПД электр мотор доңғалақ редуктор редукторының жұмыс істеуі;

α - машина жұмыс істей алатын ең үлкен бұрыш, град;

f - қисаю кедергісінің коэффициенті.

$$M_{ст.т.}^{тр} = \frac{0,583 \cdot 354141}{4 \cdot 33,6} 0,9 (\sin 12^0 - 0,05 \cos 12^0) = 218,58 \text{ Нм.}$$

$$M_{ст.т.}^д > M_{ст.т.}^{тр}.$$

$$M_{р.т.}^д = \mu \cdot R \cdot z \cdot F_{п}. \quad (4.3)$$

мұндағы $M_{р.т.д}$ - жұмыс тежегіш жүйесінің қолданыстағы тежеу сәті, Нм;

$F_{п}$ - поршеньмен жасалатын жапсырмада әрекет ететін күш, Н.

$$M_{р.т.}^д = 0,08 \cdot 0,0775 \cdot 6 \cdot 20760 = 772,27 \text{ Нм.}$$

$$M_{ст.т.}^д = \varphi \cdot G_a \cdot r_k. \quad (4.4)$$

мұндағы $M_{p.t.тp}$ - жұмыс тежегіш жүйесінің талап етілетін тежегіш сәті, Нм;
 φ - доңғалақтың жолға ілінісу коэффициенті.

$$M_{p.t.}^{тp} = 0,4 \cdot 354141 \cdot 0,583 = 82585,68 \text{ Нм.}$$

4x4, 8x8, 10x10, ... дөңгелекті формулалары бар машиналар үшін доңғалақтар бойынша тежеу моменттерін тең бөлуді қабылдайды.

$$M_{p.t.1} = M_{p.t.1} = \dots = M_{p.t.z} = \sum_{i=1}^z 0,5 M_{p.t.}^{тp} / z_0. \quad (4.5)$$

мұндағы z_0 – автомобилдің ос саны.

$$M_{p.t.z} = \sum_{i=1}^z 0,5 \frac{82585,68}{2} = 20646,42 \text{ Нм.}$$

Электр қозғалтқышындағы қажетті электр магнитті моментті:

$$M_{p.t.к}^{тp} = \frac{M_{p.t.z}}{i_{hтl}} \eta_{ред} = \frac{20646,42}{33,6} 0,9 = 553,02 \text{ Нм.}$$

$$M_{p.t.т.}^д > M_{p.t.д.}^{тp}.$$

Шарт орындалады.

Тежеуішті басқарудың сенімді және ұзақ уақытқа жұмыс істеуі үшін ауысым сайын, ай сайын және жыл сайынғы техникалық қызмет көрсету қажет. Осы техникалық қызмет көрсету кезіндегі жұмыс түрлері көлік құралын пайдалану жөніндегі нұсқауда көрсетілген және 4.5 - кестеде келтірілген.

4.5 кесте - ТҚ түрлері және жұмыстардың атауы кестесі

ТҚ түрі	Жұмыс атауы
Ауысым сайынғы ТҚ	Тежегіштердің гидрожүйесін кемуінің болуына тексеру
Ай сайынғы ТҚ	Оған ауысым сайынғы ТҚ кіреді. Функционалдық дискілердің тозуын тексеру
Жыл сайынғы ТҚ	Оған ауысым сайын және ай сайын ТҚ кіреді. Тежегіш механизмді күрделі жөндеу.

4.5 Жарықтандыру

Жарықтандыру үшін қолданылады:

- желілік жарықтандыру;
- стационар қазбаның барлық қызмет мерзімі ішінде әрекет етеді;
- жартылай стационарлық кенжардың жылжуына қарай ауыстырылады;
- жергілікті жарықтандыру жылжымалы машиналарда қолданылады;
- аккумуляторлық тасымалды шамдар;
- қол-аккумулятор шаммен біртұтас бүтін.

Шақтыларда РН, РП және РВ шамдары қолданылады. Тазалау кенжарларында қолданылатын электр шамдарын және машинаға салынған шамдарды қоректендіру үшін 127В-дан аспайтын кернеу, қалған қазбалар-220В-дан аспайтын кернеу пайдаланылады.

Жұмыс аймағының жарықтандырылуын бағалау үй-жайлардағы жұмыстың нормативтік жағдайларын қамтамасыз ету үшін қажет және санитарлық ережелер мен нормаларға сәйкес жүргізіледі.

4.5 кесте - Үй-жайдың сипаттамасы кестесі

Үй-жайдың көлемі м	24x8x6
Терезе ауданы м ²	8 x 2,8
Шаң саны бойынша	Шағын
Өрт қаупі бойынша үй-жайдың сипаттамасы	Отқа төзімді

Таңдаймыз шамдар үлгідегі ОДОР т. б. олар үшін қалыпты үй-жайларды жақсы көрсете төбе және қабырғалар жіберіледі кезінде орташа ылғалдылығы мен шаңдануы, $\lambda = 1,1$.

Кеніш жер асты электровозының инженер механигі негізінен, бірақ жалпы емес, тарту машинасын техникалық тексеру, тораптарды тексеру бойынша іс-шараларды жүргізеді, электровоздың барлық жүйелерін дайындауды жүргізеді, сондай-ақ жабдықты ауыстыруға байланысты техникалық құжаттамаға өзгерістер енгізеді. Жұмыс орны (негізінен). Инженер-механиктің үй-жайында жарықтандыруды есептеу төменде көрсетілген.

Жұмыс бетінің биіктігі $h_p = 1,1$ м.

Қабырғаларды әрлеу: ашық түстермен желімделген. Төбесі әрлеу: ашық ағаш (боялған)

Шағылысу коэффициенті қабырғалар $R_c = 30\%$, төбе $R_n = 50\%$. Қор коэффициенті $k = 1,5$; әркелкілік коэффициенті $Z = 1,1$. Жалпы люминесценттік жарықтандыру жүйесін есептейміз.

$h_c = 0,3$ м қабылдап, аламыз:

$$h = H - h_c - h_p, \quad (4.6)$$

$$h = 6 - 0,6 - 1,1 = 4,3\text{ м,}$$

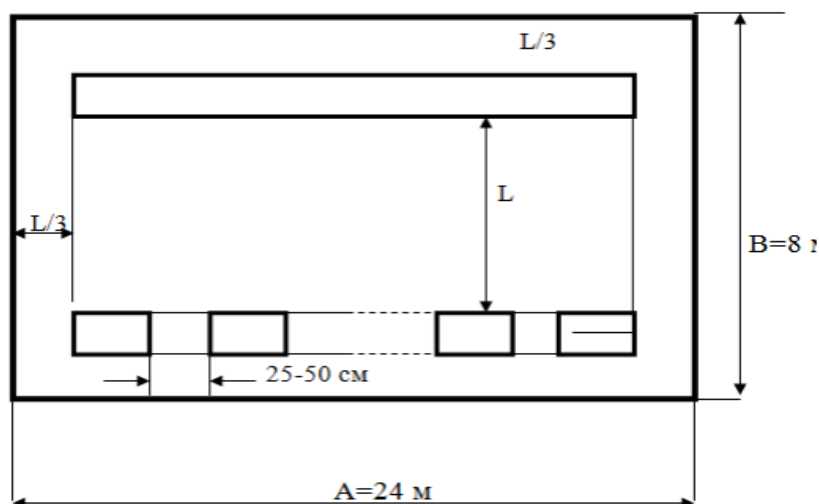
$$L = \lambda \cdot h, \quad (4.7)$$

$$L = 1,1 \cdot 4,3 = 4,73 \text{ м,}$$

$$\frac{L}{3} = 1,57\text{ м.}$$

Шамдарды екі қатарға орналастырамыз. Әр қатарда қуаты 40 Вт (ұзындығы 1,227 м, ені 0,265 м) ОДОР типті 13 шамды орнатуға болады, бұл ретте шамдардың арасындағы алшақтық қатарда 40 см құрайды. 1). Әрбір шамда екі шам орнатылғанын ескере отырып, N = 52 бөлмедегі шамдардың жалпы саны.

СНиП – Ен=300 сәйкес көру жұмыстарының разряды - орташа дәлдік.



4.1 сурет - люминесцентті шамдары бар шамдарды орналастыру және үй-жайдың жоспары

Үй-жайдың индексін табамыз:

$$i = S / (h(A + B)), \quad (4.8)$$

$$i = \frac{192}{4,3 \cdot (24 + 8)} = 1,39.$$

Жарық ағынын пайдалану коэффициентін анықтаймыз:

$$\eta = 0,43.$$

Әрбір қатарда шамдардың қажетті жарық ағынын анықтаймыз:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 192 \cdot 1,5 \cdot 1}{52 \cdot 0,43} = 3764 \text{ Лм}, \quad (4.9)$$

Таңдаймыз жақын стандартты шам – шырақ ЛБ 40 Вт ағынымен 3200 Лм. Шартты орындауды тексеруді жасаймыз.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{д.станд}} - \Phi_{\text{д.расч}}}{\Phi_{\text{д.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%.$$

Біз аламыз - $0\% \leq 17,62\% \leq +20\%$ - шарт орындалады.

4.6 Электр қауіптілігі және өрт қауіптілігі

Электр тогымен жұмыс істеу ерекше сақтықты талап етеді: электр тогы кенеттен адам ток өту тізбегіне қосылған кезде зақымдайды.

Электр тогының зақымдану себептері:

- тоқ өткізгіш бөліктерге, жалаңаш сымдарға, электр құралдарының, рубильниктердің, шам патрондарының, кернеудегі сақтандырғыштардың контактілеріне жанасу;

- электр жабдықтарының бөлшектеріне, құрылыстардың металл конструкцияларына және т. б. жанасу, қалыпты жағдайда жоқ, бірақ кернеу астында қалған оқшаулағыштың зақымдануы (тесілуі) нәтижесінде:

- жерге қосылған жерге жақын жерде электр желісі үзілген сымның болуы.

Электр тогының тірі тінге әсері жан-жақты сипатқа ие. Адамның денесі арқылы электр тогы термиялық, электролиттік, механикалық және биологиялық әсер етеді.

Кеніш өрттері - тау-кен қазбаларында, пайдалы қазбалар алқабында және өңделген кеңістікте тікелей пайда болатын өрттер. Кеніш өрттеріне шахта үстіндегі ғимараттардағы, қазбаларға таратылуы мүмкін қоймалардағы немесе оларда газ тәрізді жану өнімдерімен атмосфераны улауы мүмкін өрттер да жатады.

Жер асты өрттерін сөндіру кезінде келесі желдету режимдері қолданылады:

- өрт пайда болғанға дейін бар;

- ауа шығынының ұлғаюымен немесе азаюымен желдету ағысының бар бағытын сақтайды;

- ауа шығынын сақтап, ұлғайтып немесе азайтып, желдету ағысын реверсиялайды (төңкереді);

- желдету ағысын қалыпты немесе реверсивті бағытта қысқарту;

- шахтаның желдету желісінен өрт учаскесінің қазбаларын болдырмау немесе басты желдету желдеткішін тоқтату жолымен нөлдік желдету.

Басында адамдар бар қазбаларға өрт газдарының таралуын болдырмайтын желдету режимі орнатылады. Егер өрт келіп түсетін желдету

ағысының басында пайда болса (шахта үстіндегі ғимаратта, оқпанда, ОД, басты квершлагта және т.б.) - желдету ағысын реверсиялауды жүзеге асырады. Жолдың ортасында өрт болған жағдайда желдету ағысы оны қысқартады немесе реверсиялайды және тіпті желдеткішті тоқтатады (егер бұл жылу депрессия немесе жанғыш газдардың жарылысы әсерінен ағыстың аударылуын шақырмаса). Адамдарды көшіргеннен кейін шахтаның және авариялық учаскенің желдету режимі өрт сөндіру бойынша орындалатын жұмыстардың түрі мен жағдайына байланысты аварияны жоюдың жедел жоспарымен белгіленеді.

4.7 Қауіпті механикалық факторлар

Өздігінен жүретін көлік машиналарын қолдануға рұқсат етіледі:

1) Газ және шаң бойынша қауіпті емес шахталарда-шахталардың барлық қазбалары бойынша;

2) газ бойынша I және II санатты және шаңнан қауіпті шахталарда-таза ауа ағысымен жуылатын тасылым қазбалары бойынша;

3) III санатты және аса санатты шахталарда - таза ауа ағынымен жуылатын басты тасылым қазбалары бойынша ғана.

Қазбаларда қозғалысты реттейтін типтік жол белгілері орнатылуы тиіс.

Машина шанақтан тасымалданатын материалдардың түсіп кетуін болдырмайтындай етіп тиелуі тиіс. Машинаны тиеу және түсіру тек жүргізушінің қатысуымен жүргізілуі тиіс.

Электр жетегі және электр энергиясын кәбілдік беретін тиелген өздігінен жүретін вагон қозғалысының ең жоғары жылдамдығы сағатына 7 км - ден, ал бос вагон-сағатына 8 км-ден төменге қарай ені 3-тен 3,8 м-ге дейін қазбалар бойынша қозғалыс кезінде болмауы тиіс.

Бөлім бойынша қорытынды

Жұмыс орнын ұйымдастыру ғылыми қызметкердің еңбек қызметінде үлкен рөл атқарады. Еңбек шарттарын сақтау орындалатын жұмыстардың өнімділігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бөлімде оператордың машинисіне, механиктің инженеріне және кеніш жерасты электровозының кеніш шахтасының басқа да қызметкерлеріне оның жұмысы барысында әсер ететін зиянды факторлар, олардың алдын алу және жоюдың негізгі шаралары ұсынылған.

Бұл бөлімде ұсынылған тежегіш конструкциясын пайдалану кезіндегі ықтимал тәуекелдер мен қауіптілік талданып, осы факторларды төмендетуге және жоюға бағытталған әдістер көрсетілді. Пайдаланушы Мен пайдаланушы механизм персоналға нұсқаулық әзірленді.

5 Экономика бөлім

Есептеу «халық шаруашылығында қолданылатын жаңа техниканың экономикалық тиімділігін анықтау әдістемесіне» сәйкес жүргізіледі.

Негізгі электр жетегі ретінде қысқа тұйықталған роторы бар үш жылдамдықты асинхронды электр жетегі қабылданды.

Реттелетін электр жетегі бойынша ұсынымдар мен ұсыныстарды қолданудан экономикалық тиімділік қозғалтқыштың құрылымдық өзгерістері, рекуперативті тежелу, цикл уақытын азайту, күрделі шығындарды төмендету есебінен қамтамасыз етіледі.

Экономикалық нәтиже мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\Delta = \left(\alpha \sum_{i=1}^{n_6} u_{i6} - \sum_{i=1}^{n_H} u_{iH} \right) + \frac{u'_{6\text{Пб}} - u'_H}{p_{\text{ам}} + E'_H} + \left(\frac{\text{П}_H}{\text{П}_6} \sum_{i=1}^{n_{\text{сб}}} K_{\text{об}} - \sum_{i=1}^{n_{\text{сн}}} K_{\text{он}} \right). \quad (5.1)$$

Мұндағы α - эквиваленттік коэффициенті:

$$\alpha = \frac{\text{П}_H}{\text{П}_6} \cdot \frac{\frac{1}{T_6} + E'_H}{\frac{1}{T_H} + E'_H}. \quad (5.2)$$

П_H , П_6 -жаңа және базалық электржетектердің көмегімен тасымалданатын жүктің көлемі.

$$\text{П}_{6(\text{H})} = \frac{t_{\text{см}}}{t_{\text{цб}(\text{H})}} \cdot G_{\text{ц}} R_{\text{см}} K_q, \quad (5.3)$$

$t_{\text{см}} = 360$ мин-ауысым ұзақтығы;

$R_{\text{см}} = 3$ - күнделікті істейтін ауысым саны;

$K_q = 305$ -бір жылдағы жұмыс күндерінің саны;

$G_{\text{ц}} = 15$ т-қондырғының бір жұмыс циклі үшін жүктің орнын ауыстыру көлемі

$t_{\text{цб}(\text{H})}$ - базалық (жаңа) электржетектің жұмысының бір циклінің ұзақтығы ($t_{\text{цн}} = 5,68$ мин, $t_{\text{цб}} = 6,44$ мин).

Сонда:

$$\text{П}_6 = \frac{360}{6,44} \cdot 15 \cdot 3 \cdot 305 = 767236 \text{ т},$$

$$\text{П}_6 = \frac{360}{5,68} \cdot 15 \cdot 3 \cdot 305 = 869894,37 \text{ т}.$$

T_6, T_H - базалық және жаңа электржетектің қызмет ету мерзімі;

$T_6 = T_H = 4,5$ жыл;

$E_n = 0,2$ -жаңа техника тиімділігінің нормативтік коэффициенті.

Сонда:

$$\alpha = \frac{869894,37}{767236} \cdot \frac{1}{4,5} = 1,13,$$

Базалық (жаңа) жабдықтың жылдық ағымдағы шығындары есептелген шығындар шеңбері бойынша қайта жаңарту:

$$u_{б(н)} = \Pi_{б(н)} \frac{ИП_{сб(н)}}{G_{сб(н)}}. \quad (5.4)$$

Бір тәуліктегі орны ауыстырылған жүктің көлемі (жаңа) электр жетегі:

$$G_{сб(н)} = G_{ц} R_{см} \frac{t_{см}}{t_{цб(н)}}. \quad (5.5)$$

$$G_{сб} = 15 \cdot 3 \frac{360}{6,44} = 2515,5m.$$

$$G_{си} = 15 \cdot 3 \frac{360}{5,68} = 2852,1m.$$

Есептелген шығындар шеңбері бойынша өндірістің тәуліктік шығындары ЗП - 243,75тг тұрады еңбекақыға тәуліктік шығындар:

$$ИП_{сб(н)} = ЗП + М + Э_{б(н)} + А_{б(н)}. \quad (5.6)$$

$M=1,7$ тг. материалдарға тәуліктік шығындар;

$Э_{б(н)}$ - базалық және жаңа электр жетегінің электр энергиясына тәуліктік шығындар;

$A_{б(н)}$ - негізгі (жаңа) электр жетегінің тәулігіне күрделі салымдар сомасынан күрделі жөндеуге амортизациялық аударымдар.

$$Э_{б(н)} = P_{сб(н)} + K_{цб(н)} \cdot C. \quad (5.7)$$

мұнда $C=3$ тг/кВт бір буынды тарифке келтірілген екі буынды тариф бойынша электр энергиясының бір кВт сағатының құны;

$K_{цб(н)} = \frac{t_{см}}{t_{цб(н)}}$ - базалық (жаңа) электр жетегі циклдерінің саны:

$$K_{цб(н)} = \frac{360}{6,44} = 56;$$

$$K_{\text{цн}} = \frac{360}{5,68} = 63,3.$$

$P_{\text{сб(н)}} = P_{\text{эқв}} + \Delta P_{\text{эқв(н)}}$ - базалық (жаңа) электржетекпен тұтынылатын қуат бір тәулік ішінде баламалы қуаттан қалыптасады $P_{\text{эқв}} = 60$ кВт базалық (жаңа) электр жетектеріндегі пайдалы әсер коэффициентін ескере отырып, қуаттың эквивалентті ысырабы.

$$\Delta P_{\text{эқвб}}=12 \text{ кВт}, \quad \Delta P_{\text{эқвн}}=5 \text{ кВт}.$$

$$P_{\text{сб}}=60+12=72 \text{ кВт}, \quad P_{\text{сн}}=60+5=65 \text{ кВт}.$$

$$\text{Эб}=72 \times 56 \times 3=12096 \text{ тг.}, \quad \text{Эн}=65 \times 63,3 \times 3=12343 \text{ тг.}$$

$U_{\text{іб}} = 120000$ тг. $U_{\text{ін}} = 470000$ тг. базалық және жаңа электр жетектің көтерме бағасы.

$A=13,8\%$ амортизациялық аударымдардың жылдық пайызы.

$$A_{\text{б}}=\frac{120000 \times 13,8}{305 \times 100} = 47,314 \text{ тг.}, \quad A_{\text{н}}=\frac{470000 \times 13,8}{305 \times 100} = 212,6 \text{ тг.}$$

$$\text{ИП}_{\text{сб}}=243,75+1,7+12096+47,314=12388,76 \text{ тг.}$$

$$\text{ИП}_{\text{сн}}=243,78+1,7+12343+212,6=12801,08 \text{ тг.}$$

$$U'_{\text{б}} = 767236 \frac{12388,76}{2515,5} = 3\,778\,613,6 \text{ тг.}$$

$$U'_{\text{с}} = 869894,37 \frac{12801,08}{2852,1} = 3\,904\,346,7 \text{ тг.}$$

$P_{\text{ам}}$ - Реновация бөлігіндегі амортизациялық аударымдар коэффициенті.
 $K_{\text{об}}, K_{\text{он}}$ - базалық және жаңа электр жетегін қолдану кезіндегі күрделі салымдар $K_{\text{об}} = K_{\text{он}}=0$.

$$\text{Э} = (1,13 \cdot 120000 - 470000) + \frac{1,13 \times 3778613,6 - 3904346,7}{0,222+0,2} = 531\,682,152 \text{ тг.}$$

Осылайша, импульсті реттелетін электржетекті қолданудан экономикалық нәтиже 531 682,152 тг.

Қорытынды

Дипломдық жұмыста автор өздігінен жүретін вагондардың мысалында жерасты өздігінен жүретін көлігінің тартқыш электр жетегінің (ЭЖ) қазіргі жай-күйінің өзекті мәселесі теориялық және тәжірибелік зерттелген. Өздігінен жүретін жүк вагонының электр жетегінің есебі жүргізілді және вагонның жүктеме диаграммалары салынды, олар бойынша жүктеме цикл ішінде өзгеретінін және жұмыс жылдамдығына дейін екпін уақытын қамтиды, жылдамдыққа және тежелуге есеп жүргізілді. Пайдалану шарттарын ескере отырып, негізгі электр техникалық жабдықты таңдау жүргізілді. Шақтыларда пайдаланылатын тиеу машиналарының, комбайндардың жетектерінде және басқа да механизмдерде қолданылатын АИУЕ225М4 сериялы жарылыстан қорғалған асинхронды қозғалтқыш таңдалды, газ және көмір тозаңы бойынша жарылысқа қауіпті. Vascon фирмасының NXP 0208 6 жиілігінің түрлендіргіші таңдалды, ол 50% артық жүктеме жағдайында өздігінен жүретін вагонның төрт тартқыш қозғалтқыштарының қоректенуін қамтамасыз етеді. Күштік түрлендіргіш жарылыстан қорғалған қабықта орналасады және габариттік көрсеткіштерді негізге ала отырып, эквивалентті қуатты төрт түрлендіргіш емес, біреуі орнатылады. Matlab бағдарламасын қолдану арқылы ЭЕМ көмегімен өтпелі процестер мен сипаттамалар есебі жүргізілді. Таңдалған қозғалтқыш пен түрлендіргіш баламалы ток әдісімен қыздыру шарттары бойынша тексерілді. Жасалған жұмыстың нәтижелері бойынша жобаланған жетек қажетті шарттарды орындайды, демек ол жұмысқа қабілетті.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Кантович, Л. И. Горные машины / Л. И. Кантович, В. Н. Гетопанов. – М.: Недра, 1989. – 304 с. 2.
2. Соболев, А. В. Механизация очистных работ на калийных рудниках / В. Л. Пинский, Д. В. Брусиловский – Л.: Химия, 1974. – 180 с.
3. Соловьев, В. А. Разработка калийных месторождений: практикум / В. А. Соловьев, А. И. Секунцов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 265 с.
4. Сафохин, М. С. Горные Машины и оборудование: Учеб. для ВУЗов / М. С. Сафохин. – М.: Недра, 1995. – 463 с.
5. Старков, Л. И. Машины и оборудование для механизации горных работ в калийных рудниках (применительно к условиям Тюбегатанского калийного месторождения): учеб. пособие / Л. И. Старков, Г. И. Ибрагимов, А. Н. Земсков, А. А. Поздеев. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 169 с. 114.
6. Старков, Л. И. Развитие механизированной разработки калийных руд / Л. И. Старков, А. Н. Земсков, П. И. Кондрашев. – Пермь: ПГТУ, 2007. – 522 с.
7. Кальницкий, Я. Б. Самоходное погрузочное и доставочное оборудование на подземных рудниках / Я. Б. Кальницкий, А. Т. Филимонов. – М.: Недра, 1974. – 304 с.
8. Segopolo P.R. Optimization of shuttle car utilization at an underground coal mine // The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2015. Vol. 115. № 4. P. 285-296.
9. Васильев, К. А. Транспортные машины и оборудование шахт и рудников: учеб. пособие / К. А. Васильев, А.К. Николаев, К. Г. Сазонов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 544 с.
10. Вейнгардт, Г. Р. Теоретическое и экспериментальное исследование управляемости шахтного самоходного вагона при неустановившемся повороте: автореф. дис. .. канд. техн. наук: 05.05.06 / Вейнгардт Гарри Робертович. – Караганда, 1971. – 22 с.
11. Белоусов, А. М. Шахтные самоходные вагоны. Конструкция, теория и расчёт / А. М. Белоусов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1975. – 232 с.
12. Бекенов, Т. Н. Разработка методов оценки и выбора самоходных вагонов по их опорно-сцепной проходимости для условий угольных шахт: дис. .. канд. техн. наук: 05.05.06 / Бекенов Тасыбек Нусупбекович. – Караганда, 1986. – 195 с.
13. Григорьев, В. Н. Транспортные машины для подземных разработок. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп / В. Н. Григорьев В.А. Дьяков, Ю. С. Пухов. – М.: Недра, 1984. – 383 с.
14. Спивановский, А. О. Транспорт в горном деле / А. О. Спивановский. – М.: Наука, 1985. – 127 с.
15. Бреннер, В. А. Динамика горных машин / В. А. Бреннер, В. А. Кутлуниин. – Тула: Изд-во. Тул. гос. ун-т, 1998. – 234 с.

16. Holtzhausen W.H. A comparative study between shuttle cars and battery haulers // The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2014. Vol.114. № 4. P. 299-304
17. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике. Для инженеров и учащихся ВТУЗов. 13-е изд., исправленное / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
18. Шихин, А. Я. Электротехника: учеб. для ПТУ / А. Я. Шихин, Н. М. Белоусова, Пухлякова Ю. Х. [и др.]. – М.: Высш. шк., 1991. – 336 с.
19. Анкудинов, Д. Т. Шахтные пневмоколесные самоходные машины / Д. Т. Анкудинов. – М.: Недра, 1984. – 255 с.
20. Электродвигатель асинхронный АВТ 15-4/6/12: руководство по эксплуатации ИАЛЕ.526626.023ТО / 2006. – 40 с.
21. Электродвигатель асинхронный АВК 30/15: руководство по эксплуатации ИАЛЕ.526426.019ТО / 2006. – 39 с.
22. ГОСТ 27.002–2015. Надежность в технике: Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 28 с.
23. Аникин, А. С. Система управления многодвигательным асинхронным электроприводом с частотным регулированием самоходного вагона: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Аникин Александр Сергеевич. – Челябинск, 2011. – 152 с.
24. Cakdi S. Heavy haul coal car wheel load environment-rolling contact fatigue investigation / S. Cakdi, S. Cummings, J. Punwani // 2015 Joint Rail Conference. San Jose, California, USA, Marh 23-26. Article number 112635. DOI: 10.1115/JRC2015-5640.
25. Романов, В. А. Оценка нагруженности приводов шахтных самоходных вагонов в реальных условиях эксплуатации / В. А. Романов, Д. И. Шишлянников // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромыслового оборудования. – 2016. – №1. – С. 144–150.
26. Вагон шахтный самоходный «10BC15»: руководство по эксплуатации 540-00.00.000 РЭ / ООО «УГМК Рудгормаш-Воронеж». – Воронеж, 2011. – 189 с.
27. Вагон пневмоколесный самоходный грузовой «B17K-01»: руководство по эксплуатации B17K.00.00.000-01 РЭ / ОАО «КМЗ». – Копейск, 2014. – 85 с.
28. Вагон шахтный самоходный «BC30»: руководство по эксплуатации 530-00.00.000 РЭ / ООО «УГМК Рудгормаш-Воронеж». – Воронеж, 2015. – 173 с.
29. Микитченко, А. Я. Разработка и исследование частотноуправляемого асинхронного электропривода по системе НПЧ-АД для машин предприятий горнодобывающей промышленности: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05-09-03 / Микитченко, Анатолий Яковлевич. – Москва, 1999. – 40 с.
30. Кулешов, А. А. Пневмоколесные машины с бортовыми приводами и мотор-колесами / А. А. Кулешов, И. И. Марголин. – М.: Машиностроение, 1995. – 312 с.
31. Романов, В. А. Опыт эксплуатации шахтных самоходных вагонов на рудниках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / В. А.

Романов, Д. И. Шишляников, А. К. Муравский // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 9. – С. 29–33.

32. Шахтные самоходные шахтные вагоны. Режим доступа: <http://www.niva.by/products/?item=26> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 15.10.2018).

33. Трифанов, М. Г. Оценка нагруженности приводов проходческоочистных комбайнов «Урал-20Р» для выбора технически обоснованных режимов работы в реальных условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Трифанов Михаил Геннадьевич. – Пермь, 2018. – 163 с.

34. Борисов, Ю. М. Электротехника: учебник для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. / Ю. М. Борисов, Д. Н. Липатов, Ю. Н. Зорин – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 552 с.

35. Солигерман, Ю. Л., Славина Н.Б. Прогнозирование надежности деталей и агрегатов трансмиссий самоходных машин / Ю. Л. Солигерман, Н. Б. Славина. – Мн.: БелНИИНТИ, 1992. – 79 с.

36. Шибанов, Д. А. Инновации в повышении эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов нового поколения / Д. А. Шибанов, С. Л. Иванов, Д. И. Шишляников // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сборник трудов XIV международной научно-технической конференции «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – 2016. – С. 445–448.

37. Каримов, К. Г. Исследование эксплуатационной нагруженности трансмиссии шахтных самоходных вагонов и совершенствование методов расчета её элементов на статическую прочность: дис. ... канд. техн. наук. 05.05.06 / Каримов Каирберды Гарибжанович. – Караганда, 1980. – 163 с.