

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. БАЙҚОҢЫРОВ АТЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН
МЕТАЛЛУРГИЯ ИНСТИТУТЫ

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МАШИНАЛАР және
ЖАБДЫҚТАР КАФЕДРАСЫ

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

ассистент-профессор

К.К. Елемесов

«16» 05 2019ж

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им. К.И. Сатпаева»
Горно-металлургический
институт им. О.А. Байқоңырова

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «ЛН 514 тиеп-тасымалдау машинасының күштік агрегаттарын
жетілдіру»

5B072400 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар» мамандығы

Орындаған:

Ташмет Мағжан Қайратұлы

Ғылыми жетекші

лектор: Басқанбаева Динара Жұмабайқызы

Алматы 2019

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты

Технологиялық машиналар және жабдықтары кафедрасы

5B072400 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар»



Дипломдық жоба орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы: Ташмет Мағжан Қайратұлы

Тақырыбы: ЛН 514 тиеп-тасымалдау машинасының күштік агрегаттарын жетілдіру

Университет басшысының "08" қазан 2018 ж. № 1113-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «20» мамыр 2019ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері ЛН 514 тиеп-тасымалдау машинасы және борттық таразылармен өлшеу жүйесі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Техникалық бөлімі: тиеп-тасымалдау машинасына талдау жасау; негізгі жабдықтарына түсініктеме беру.

б) Есептеу бөлімі және арнайы бөлім: өлшеудің борттық жүйесі туралы ізденістер жүргізілді

в) Экономикалық бөлімі: Борттық өлшеу жүйесін орнату тиімділігі

г) Еңбек қорғау бөлімі: қауіпсіздік шаралары және еңбек қорғау мәселелерін қарастыру;

Сызба материалдар тізімі (5 парақ сызбалар көрсетілген)

1. Машинаның жалпы көрінісі; 2. Кинематикалық сызба; 3. Бөлшек сызбасы;

4. Гидравликалық сызба; 5. Компоненттер блок-сызбасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобаның мақсаты жер асты тиіп-тасымалдау машинасына қондырғылар орнату арқылы тиімділікті арттыру. Жұмыс барысында ғылыми-техникалық әдебиеттер қарастырылып, машина туралы жалпы түсінік беретін материалдар, сызбалар, кестелер пайдаланылды. Жерасты тау-кен жұмыстарына арналған ПДМ машиналарының жіктелуі, негізгі бөліктері, құрылысы және жұмыс істеу принципі туралы жалпылама мәлімет беріліп, LH 514 тиіп-тасымалдау машинасына борттық таразылар арқылы өлшеу жүйесін орнату ұсынылды.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте предусматривается установка устройства на подземные погрузочно-доставочные машины. В ходе работы была рассмотрена научно-техническая литература, использовались материалы, чертежи, таблицы, общие сведения о ПД машинах. Даны обобщенные сведения о классификации, основных частях, конструкции и принципе работы машин ПД для подземных горных работ. Рекомендована установка бортовых систем взвешивания на погрузочно-доставочной машине LH 514.

ABSTRACT

This diploma project provides for the installation of equipment on underground loading and delivery machines. In the course of the work, scientific and technical literature was considered, materials, drawings, tables, General information about LH machines were used. The generalized data on classification, main parts, design and principle of operation of LH machines for underground mining are given, the installation of onboard weighing systems on the LH 514 loading and delivery machine is recommended.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе

1. Техникалық бөлім
 - 1.1. Тиеп-тасымалдау машиналары туралы жалпы ақпараттар
 - 1.2. ЛН 514 тиеп-тасымалдау машинасы
 2. Арнайы бөлім
 - 2.1. Борттық өлшеу жүйесі
 - 2.2. Өлшеу жүйесінің жұмыс істеу принципі
 - 2.3. Өлшеу жүйелерінің түрлері
 3. Экономикалық бөлім
 - 3.1. Өлшеу жүйесін пайдалану тиімділігі
 4. Еңбек қорғау
 - 4.1 Қауіпсіздік ережелері
- Қорытынды**
- Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

КІРІСПЕ

Дипломдық жобаның мақсаты тиеп-тасымалдау машинасына борттық өлшеу жүйесін орнату болып табылады. Жоба барысында жер астында жұмыс жасайтын тиеп-тасымалдау машинасын талдай отырып, ұсынылып отырған борттық таразылар жүйесімен танысамыз.

Жобада қарастырылып отырған негізгі мәселе тасымалданатын жүктің массасын анықтау шараларын неғұрлым жеңіл, тиімді және заманға сай ету.

Сол мақсатта сенсорлар, датчиктер сынды құрылғылар өз көмегін тигізеді.

Қазіргі таңдағы ғылым мен техника жаңалықтарын пайдалану тиеп-тасымалдау машинасымен жұмыс жасауды ыңғайлы етеді.

LN 514 тиеу-тасымалдау машинасы жетілдірілген, заманауи машина.

Қашықтықтан басқару технологиясы да бұл машинада қолданыс тауып келеді. Бұл машина алдыңғы TORO машинасының жаңартылған түрі.

Машина құрылысы жалпы тиеп-тасымалдау машиналары құрылысы негізінде жасалған.

Арнайы бөлімде борттық өлшеу аспаптары туралы кесте, сурет, сызба арқылы мәліметтер берілді.

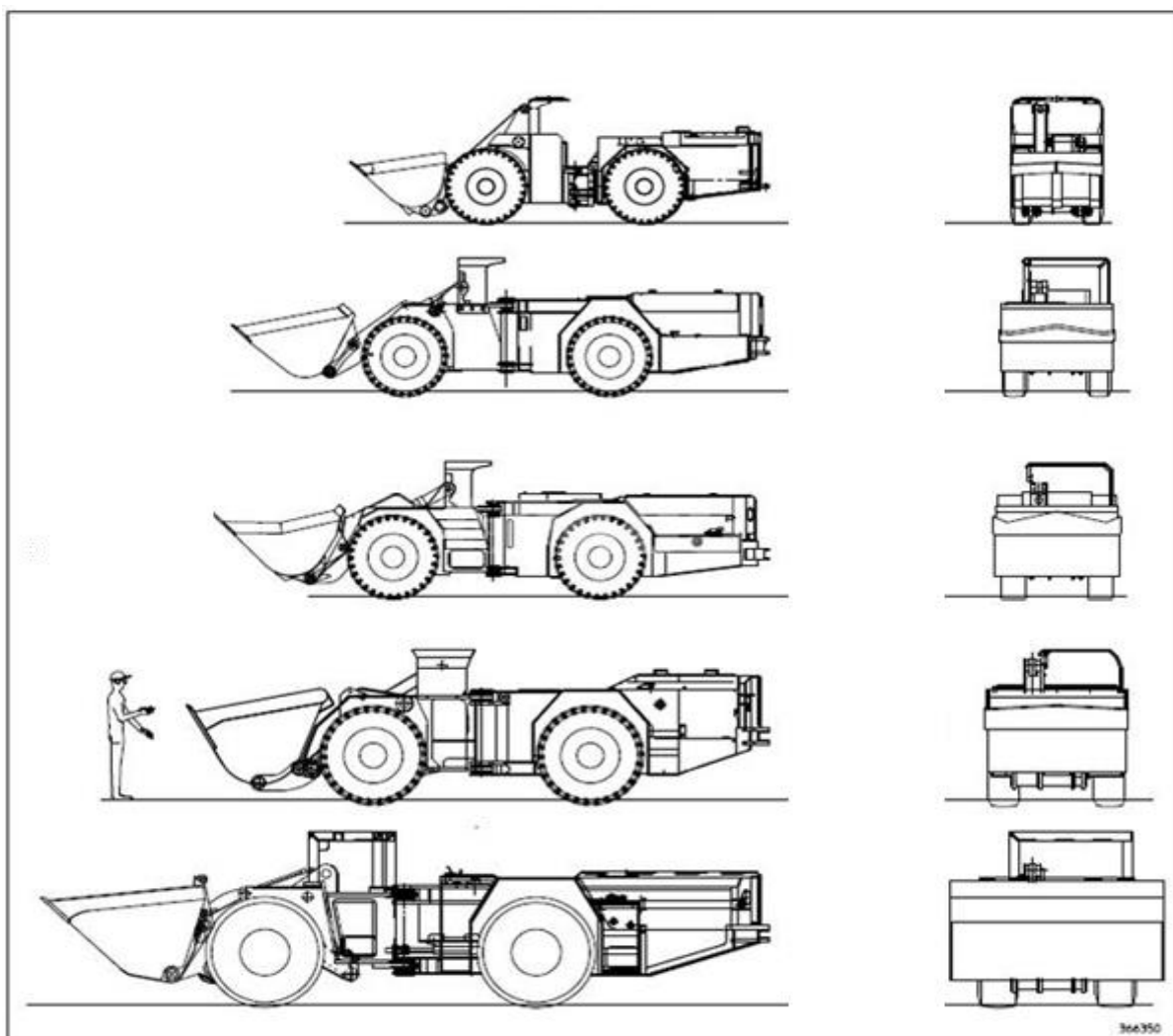
1.Технологиялық бөлім

1.1 Тиеп-тасымалдау машинасы

Шахталық тиеу-тасымалдау машиналары (а . bunkerlader, Fahrlader, Lade - und Transportfahrzeug; ф. maquina cargadora-transportadora) - жер асты тау-кен жұмыстарында төгілген тау массасын тиеу және орнын ауыстыру үшін қызмет етеді. Шөмішті тиеу-тасымалдау машиналары көліктің дербес түрі ретінде (400 м дейінгі қашықтық кезінде) немесе тиісті жүк көтергіштігі бар автосамосвалдармен кешендегі тиеу агрегаты ретінде-әртүрлі пайдалы қазбаларды жер астында өндіру және тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде тау-кен массасын тиеуді, жеткізуді және тасымалдауды механикаландырудың ең перспективалы құралы. Негізгі артықшылықтары: жоғары қуат пен өнімділік, автономды жетек кезіндегі мобильділік, 20° көлбеулікте жүру қабілеті(бос), шөмішті енгізу күшінің жоғарылығы (450 кН дейін), бірнеше забойда бір мезгілде жұмыс істеу мүмкіндігі. Шөмішті тиеу-тасымалдау машинасы конструкциясының негізгі ерекшелігі-тау-кен массасы басқа көлік құралдарына түсіру немесе қайта тиеу орнына тасымалданатын төменгі шөмішті жұмыс органының, алдынан немесе бүйірден түсіру мүмкіндігінің болуы. Шөмішті түсіру плунжердің көмегі арқылы аударумен немесе итерумен жүргізіледі. Негізгі параметрлері бойынша (жүк көтергіштігі, жетектің салмағы мен қуаты) шөмішті тиеу-тасымалдау машиналарын жеңіл, орташа, ауыр және аса ауыр габариттік өлшемдері бойынша — шағын және ірі габаритті болып бөлінеді. Жартылай раманың топсалы жанасуы олардың гидроцилиндрлердің көмегімен бір-біріне қатысты 40-45° екі жаққа бұрылуын қамтамасыз етеді. Шөмішті тиеу-тасымалдау машиналарын жетілдірудің негізгі мәселелері: габариттік өлшемдерді сақтай отырып, жүк көтергіштігі мен қуатын арттыру; жүріс сапасын жақсарту; жетектің улы емес түрлерін іздестіру; газ тазалау және тұрақты резеңке шиналардың тиімді жүйелерін әзірлеу; жүргізуші үшін қолайлы және қауіпсіз жағдайлар жасау; машина жұмысын қашықтықтан және бағдарламалық басқаруды қолдану.

Тиеп-тасымалдау машиналарының классификациясы

Көрсеткіштер	Кіші габаритты		Үлкен габаритты	
	жеңіл	орташа	ауыр	Өте ауыр
Жүккөтергіштігі, т	0,6-3	4-6	7-12	13-18
Өзіндік массасы, т	3-10	11-15	16-30	31-50
Қозғалтқыш қуаты, кВт	25-70	80-100	120-200	210-310



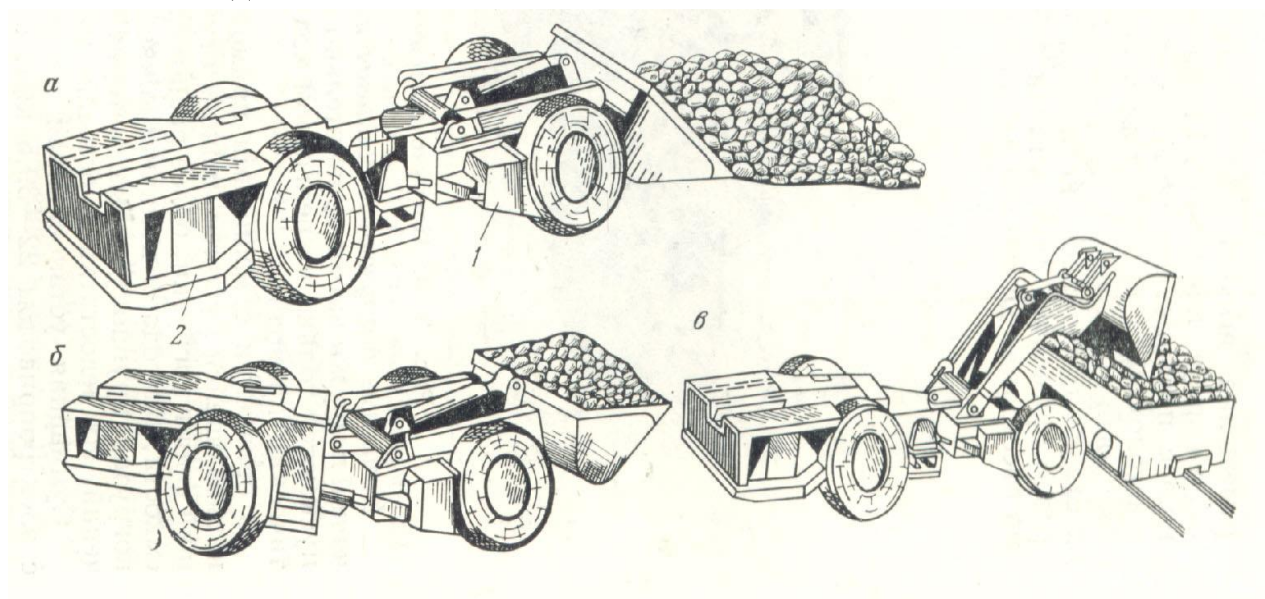
Тиеп-тасымалдау машинасы туралы жалпы мәлімет.

Дизельді жетекті жүк таситын шөміші бар тиеу-тасымалдау машинасының құрастыру бірліктері. Машина топсалы қос шарнирмен 3 қосылған, алдыңғы 1 және артқы 2 жартырамадан тұрады. Пневмодөңгелектер 4 арқылы қозғалады. Алдыңғы жарты рамада 1 шөміштен 5, жебеден 6, иінтіректі механизмнен тұратын тиеу - көтеру органы және күштік гидроцилиндрлер 7 (біреуі - жебені көтеру үшін және екіншісі - шөмішті бұру үшін) орналасқан. Артқы жартырамада 2 дизельді қозғалтқыш, трансмиссия, тиеу органының гидрожетегі, машинаның бұрылу механизмі 9 және кабина орналасқан.

Өздігінен жүретін машинаның трансмиссиясы қозғалтқыш коленвалынан машина доңғалақтарына айналу моментін беруге және түрлендіруге арналған. Қазіргі жер асты машиналарында әдетте гидромеханикалық трансмиссия қолданылады. Трансмиссия редуктордан, гидротрансформатордан, гидравликалық басқарылатын планетарлық типті беріліс ауыстыру қорабынан, жетекші көпірлерінде жартылай осьтері бар дифференциалдары және планетарлы дөңгелек редукторлары орналасқан кардан біліктерден тұрады.

Тиеу-тасымалдау машинасының кинематикалық схемасы ПД-5 машинасының мысалы бойынша: 1 — қозғалтқыш; 2 — демпферлік қосылыс; 3 — Келісуші редуктор; 4 — планетарлық типті беріліс қорапты гидратрансформатор; 5 — жетекші көпірдің карданды білігі; 7 — дифференциал; 8 — жартыось; 9 — планетарлық дөңгелекті редуктор; 10 — жұмыстық тежегіш; 11 — машинаның бұрылуының гидроцилиндрі; 12 - шөміш; жебені көтеретін 13 және шөмішті бұратын 14 гидроцилиндрлер.

Келісуші редуктор қозғалтқыштың және гидротрансформатордың жұмыс сипаттамаларын сәйкестікке келтіруге арналған, сондай-ақ тиеу органы мен рульдік басқару гидронасостарының жетегі үшін қуатты іріктеу қорабы болып табылады.



Сорғылық және турбиналық дөңгелектерді қамтитын гидротрансформатор айналу моментін автоматты түрде тікелей түрлендіруге арналған.

Отынды үнемдеу, машина трансмиссиясының шу деңгейін төмендету мақсатында гидротрансформаторды автоматты бұғаттау қарастырылған.

Машинаның жетекші көпірі басты берілістен, бір сатылы редуктордан және дөңгелекті дифференциалдан, жартылай осьтерден және планетарлық типті дөңгелекті редуктордан тұрады.



Басты беріліс кардан білігінен жартылай оське айналу моментін беру үшін және жол төсемінің профилі мен машинаның қозғалыс жағдайлары өзгерген кезде сол және оң доңғалақтардың айналымдарының қажетті ара қатынасын дифференциалды беру арқылы орнату үшін қызмет етеді.

Тиеу-тасымалдау машиналарында екі көпірді де сүйреу кезінде барынша тарту күшін қамтамасыз ету үшін жетекші болып табылады. Алдыңғы көпірде шөмішті тау-кен массасына енгізу кезінде машинаның қажетті қысым күшін тудыратын дөңгелекаралық өздігінен блоктайтын дифференциал бар. Алдыңғы көпір машинаның жарты рамасына қатты, ал артқы көпір — теңгермелі бекітіледі, бұл машинаның барлық дөңгелектерінің қазбаның топырағымен байланысын қамтамасыз етеді. Тиеу-тасымалдау машиналарында екі көпірді де сүйреу кезінде барынша тарту күшін қамтамасыз ету үшін жетекші болып табылады.

Машинаның басты элементі дөңгелек жиегінен, покрывкадан, камерадан және оны қорғайтын резеңке таспа флипперден тұратын эластикалық пневматикалық шиналар. Негізінен өздігінен жүретін машиналарда камералық шиналар қолданылады. Пневматикалық шиналардың эластикалық қасиеті әсерінен жұмыс істеу кезінде машинаның элементтерінде динамикалық жүктемелердің амортизациялануы қамтамасыз етіледі.

Пневматикалық шинаның покрывкасы каркастан 4, аралық қабат брекердан 3 және сыртқы резеңке қабат протектордан 1 тұрады. Каркас капронды, нейлонды немесе металл кордты жіптерден көп қабатты етіп жасалған. Брекер резеңке немесе сым тордан жасалады және шинаның қарсыласуын арттырады.

Протекторды тозуға төзімді, берік, ілінгіші бар резеңкеден жасайды. Соның арқасында дөңгелек пен қазба топырағы арасында сенімді ілінісу орнайды. Әдетте ілінгіштері ірі және көлденең орналасқан дөңгелектер пайдаланылады. Машиналарда өлшемдері 9.00-15 бастап 21.00-33 дейінгі шиналар орнатылады (бірінші сан — шина профилінің ені, дюйм, екіншісі —

шеңбер диаметрі). Шахталық жағдайларда пневмошиналардың қызмет ету мерзімі 300-600 моторлық сағаты құрайды.

Шиналардың тозуының себебі протектордың сырылуы немесе үзілуі. Жалпы көлік шығындарындағы шиналарға арналған пайдалану шығындары өте жоғары 20-50%. Шина беріктігін арттыру және протекторды тозудан сақтау мақсатында қорғаныс таспаларын қолданады. Таспа шынжыр буындардан, топсалы қосылған пластиналардан тұрады және протекторды толық жауып тұрады. Қорғаныс ленталарын қолдану дөңгелектің қызмет ету мерзімін 5-10 есе арттырады. Бағасының жоғарылығы және қазба топырағымен ілінісу коэффициентінің төмендеуі қорғаныс таспасының кемшілігі болып табылады.

Тиеу және жүк тасушы органдары. ПД типті тиеу-тасымалдау машиналарында тиеу органы ауыспалы тістері бар шөміштен және топсалы-иінтіректі механизмнен тұрады. Шарнирлі шөміш жебеге бекітілген, ал жебе болса машинаның алдыңғы жарты рамасына шарнирлі бекітіледі. Жебені шөмішпен бірге көтеру екі гидроцилиндрлермен жүзеге асырылады, ал жебеде шөміштің бұрылуы жебе мен шөміш қабырғасына топсалы бекітілген бір немесе екі гидроцилиндрлермен жүргізіледі.

Тежегіш жүйесі. Тиеп-тасымалдау машиналарында 2 тежегіш жүйесі қолданылады. Біреуі жұмысшы (негізгі), екінші стоянкалы. Негізгі тежегіш жүйесінде аяқпен басқарылатын пневматикалық не гидравликалық жетекті дөңгелекті колодкалы не дискті тежегіштер қолданылады.

Заманауи қуатты тиеп-тасымалдау машиналарында жетек ретінде не 4 тактілі жоғары жылдамдықты ж/е 4,6,8,12 цилиндрлі біржақты орналасқан не V образды цилиндрлері орналасқан дизельді қозғалтқыштар қолданылады.

Тиеп-тасымалдау машинасының рульдік басқаруының гидравликалық сызбасы.

Рульдік басқару жүйесі. Топсалы бекітілген бөлшектенген рамалы машиналарда бұрылу гидроцилиндрлерінен, рульдік басқару агрегаттарынан, сорғыдан 6 майдың багынан 7 (машинаның барлық гидрожүйелеріне жалпы) тұратын гидравликалық рульдік басқару орнатылған. Күштік қондырғы орналасқан жерде бұрылу гидроцилиндрлері артқы жартырамаға топсалы бекітілген. Ал штоктардың бастары алдыңғы жартырама кронштейндарымен біріктірілген. Рульдік басқару агрегаты гидравликалық рульден 9, мотор-дозатордан 2, золотник таратқыштан 3 ж/е кері клапандардан 4 тұрады.

Машинаның қозғалысы рульдік дөңгелек тік және қозғалмайтын кезде. Май сорғының көмегімен айдалады және рульдік басқару агрегатынан өтіп май багына құйылады. Машинаны басқару кезінде және рульдік дөңгелекті 9 бұрғанда, золотник – таратқышта жұмыстық сұйықтың ағыны келесідей таралады: белгілі мөлшердегі сұйықтық рульдік дөңгелектің бұрылу бұрышына байланысты қысыммен мотор – дозатор 2 арқылы бұрылу гидроцилиндріне 1 бағытталады. Бұру гидроцилиндрлері көмегімен

машинаны рульдік дөңгелектің бұрылу бұрышына пропорционалды бұрышқа (оңға не солға) бұру іске асырылады. Рульдік басқару агрегатын шамадан тыс жүктемелерден сақтау сақтандырушы клапандармен 5 жүзеге асырылады. Жүргізуші кабинасында панельді қалқанда орналасқан монометр 8 арқылы майдың қысымын қадағалайды.

Өздігінен жүретін машиналарға арналған қазбалар мен жолдар

Гипроцветмет жіктемесіне сәйкес өздігінен жүретін машиналар қозғалатын қазбаларды қозғалыс мақсатына, қарқындылығы мен жылдамдығына байланысты төрт класқа бөлуге болады: көліктік, тиеу-көліктік, бұрғылау қабаттық және қосалқы.

Барлық жүк ағыны немесе оның ең үлкен бөлігі келетін негізгі көлік қазбаларына көлбеу құламаларды, квершлагтар мен негізгі қуақаздарды жабатын күрделі автокөлік еңістері жатады.

Негізгі көлік қазбаларының ұзындығы 500-4000 м, бір қатарлы қозғалыс кезінде ені 4300-5250 мм, екі қатарлы қозғалыс кезінде — 8000 мм, көлбеу бұрышы — 6-8° дейін болуы мүмкін.

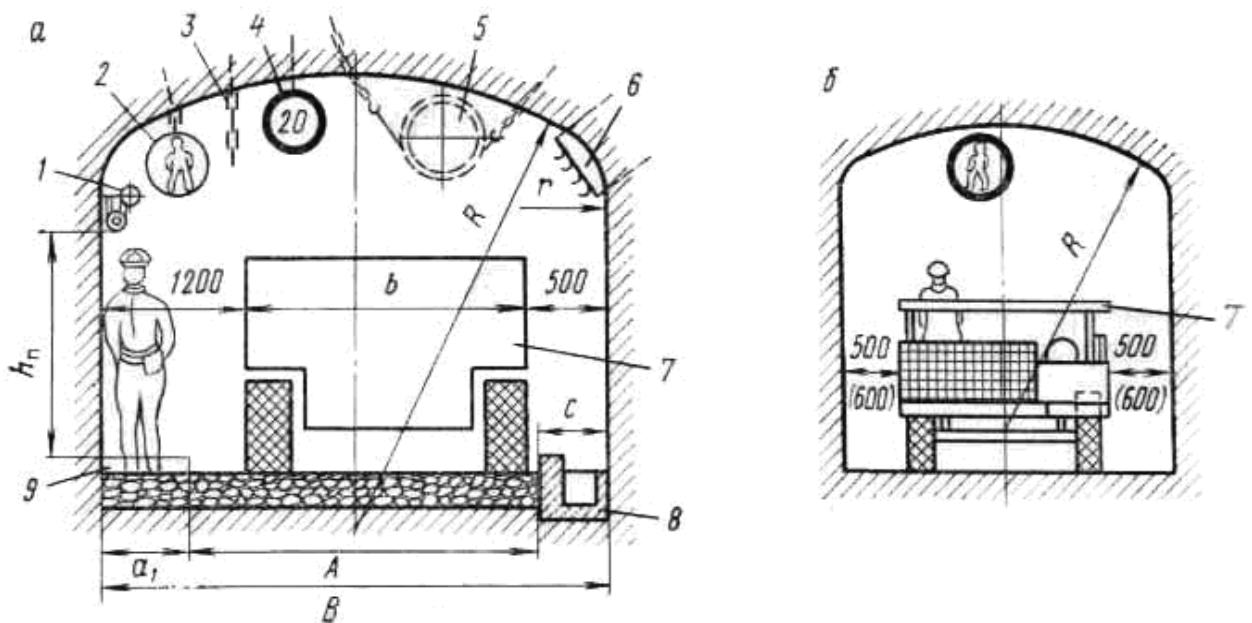
Тазалау блогының шегінде өтетін тиеу-тасымалдау қазбалары блоктардан кен шығару үшін, сондай-ақ кенді өздігінен жүретін машиналармен кен шығаруға жеткізу және тиеу үшін қызмет етеді. Тиеу-тасымалдау қазбаларының ұзындығы 50-700 м құрайды.

Ұзындығы 50-200 м болатын бұрғылау қабатының қазбалары, негізінен, ұңғымаларды бұрғылау және кенді қазу үшін қызмет етеді және жеткізу қабатынан жоғары орналасқан.

Ұзындығы 200 м-ден 1200 м-ге дейінгі қосымша қазбалар әртүрлі қосалқы жүктерді, адамдар мен жабдықтарды жеткізуге, сондай-ақ желдетуге арналған.

Қазбаның өлшемдері өздігінен жүретін машиналардың габариттерімен және машиналардың ең шығып тұрған бөліктерінен қазбаның қабырғасы мен төбесіне дейін кепілді саңылаулармен анықталады.

КСРО Мемкентехқадағалау органының өздігінен жүретін жабдықтарды пайдалану жөніндегі нұсқаулығына сәйкес қазбаның қабырғалары (бекіткіші) мен өздігінен жүретін машина арасындағы саңылаулар адамдар үшін өту жағынан 1200 мм — ден кем емес және қарама — қарсы жағынан 500 мм-ден кем емес, ал қазбаның төбесіне дейін-машиналардың тік ауытқуын және олардың тиелуін ескере отырып 500 мм-ден кем емес болуы тиіс.



Өздігінен жүретін машиналарға арналған қазбалардың қималары: а — көлік; б — тиеу-көлік және қосалқы; 1 — Сығылған ауа мен су магистралі; 2 — "жаяу жүргіншілер жолы" белгісі; 3 — шамдарды ілу; 4 — жол белгісі; 5 — желдету құбыры; 6 — кабельдерді ілгіш; 7 — көлік машинасының габариті; 8- су бұрғыш канава; 9-тротуар

Көлік қазбасының толық ені (мм) а жүру бөлігінің А1 тротуарының енінен, с су бұрғыш жырадан қалыптасады. Тротуардың ені $a_1 = 800$ мм, қазбаның биіктігі 200-300 мм, түзу қабырғасының биіктігі $h_n \geq 1800$ мм. Жеткізу, қосалқы және қабатты қазбаларда тротуар салу міндетті емес, ал жаяу жүргіншілер бар машиналарды тарту шеткі жағдайда тоқтаған кезде жүргізіледі: машинаның жүру бөлігі және өту үшін 800 мм кем емес еркін өту жолы. Гипроцветмет ұсынысы бойынша жүріс бөлігінің енін анықтауға болады; А (мм) эмпирикалық формула бойынша анықтауға болады:

$$A = b + 1,5\delta + 12v$$

мұндағы b - машинаның Ені, мм; δ - қақпақ профилінің Ені, мм; v - машинаның қозғалыс жылдамдығы, км/сағ.

Көлік қазбаларының бұрылу радиустары қазбалардың түрі мен мақсатына және машиналарды пайдалану жағдайларына байланысты қабылданады. Бұрылыстарда жүру бөлігі 300-500 мм кеңейтіледі. Жекелеген машиналар үшін кеңеюдің шамасын машиналардың ең шығып тұрған бөліктерін немесе тасымалданатын ұзын өлшемді жүктерді ескере отырып тексеру қажет. Көлік қазбаларының бұрылу радиусы 20-30 м, қалған қазбалар — 15÷20 м құрайды.

Көлік қазбаларының бұрылу Радиусы, м

Қазбалардың атауы мен мақсаты	Пайдалану шарттары	
	Қалыпты	Қысылған
Көлденең, қосалқы	30	20

автокөлік еңістері		
Негізгі ашылатын автокөлік еңістері	40	20
Ұзын өлшемді жүктерді тасымалдауға арналған қосалқы	20	15
Ұзын өлшемді жүктерді тасымалдау үшін пайдаланылмайтын қосалқы	15	10

Өздігінен жүретін жабдықтарға арналған қазбалардың көлбеу бұрышы $6-12^\circ$ (15° сирек) құрайды, бұл ретте кенді көтеруге автосамосвалдармен тасымалдау жүргізілетін қазбалар үшін аз мәндер қабылданады. Тартпалы көтермелерде әрбір 600 м сайын ұзындығы кемінде 40 м, бойлық еңісі 0,02 аспайтын алаңдар орнатылады. Көлік қазбаларының бойлық еңісінің ең жоғары шамасын машиналардың тартымдық сипаттамасы бойынша тексеру қажет. Көлік қазбасының жол төсемінің су бұрғыш жыраға қарай көлденең еңісі 0,01—0,02 құрауы тиіс. Қазбалардың жүру бөлігі жасанды жабынмен жабдықталады, оның түрі машиналардың жүк көтергіштігіне, олардың қозғалыс жылдамдығы мен қарқындылығына байланысты анықталады. Жасанды жабын үшін бетон, асфальт, битум цемент, қиыршық тас, ұсақталған тұқым қолданылады. Күрделі көлік еңістерінің, қуақаздардың және квершлагтардың қызмет ету мерзімі 10 жылға дейін және одан да көп жүретін бөлігі арматуралаушы торы бар бетонмен немесе битуммен сіндірілген шағылмен немесе 100 мм — ге дейінгі тереңдікке цемент ерітіндісімен (жамылғының қалыңдығы-300 мм) жабылады. Сондай-ақ, тез төсеуді және оларды бірнеше рет қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ететін темір бетонды панельдер қолданылады (үш есеге дейін). Тиеу-тасымалдау және қосалқы қазбалардың жүру бөлігі үшін қиыршық тас жабыны немесе ірілігі 20 мм-ге дейінгі берік жыныстардан жасалған жабын пайдаланылады. Бұрғылау қабатасты қазбаларында тек топырақты жоспарлау жүргізіледі. Тау-кен қазбалары бойынша өздігінен жүретін машиналар қозғалысының ең жоғары жылдамдығы машинаның тартымдық сипаттамасына және есептік тартымдық күшке, жүріс бөлігінің ені мен төсемінің түріне, еңіске жылжу кезіндегі тежегіш жолының ұзындығына қарай қабылданады. Қауіпсіздік ережелері бойынша жүк және бос бағыттардағы қозғалыстың есептік жылдамдығы 20 км/сағ аспауы тиіс. Ұзындығы 500 м-ден асатын тік учаскелерде Мемкентехқадағалау органдарының келісімі бойынша жылдамдықты 40 км/сағ дейін арттыруға жол беріледі. Көлденең көлік қазбалары үшін тасымалдау ұзындығы 500 м-ге дейін болған кезде машиналардың оңтайлы қозғалыс жылдамдығы 12-20 км/сағ, ұзындығы 500-2000 м — $20\div 30$ км/сағ, ұзындығы 2000-4000 м- $30\div 40$ км/сағ құрайды. Тегіс

емес топырақ бойынша жеткізу қазбаларында машина қозғалысының жылдамдығы 6-8 км/сағ, жоспарланған негіз бойынша — 12÷15 км/сағ, топырақты шағылмен жоспарлау және себу арқылы қосымша көлденең қазбаларда — 10÷20 км/сағ, көлбеу қосалқы өтпелерде — 6 км/сағ. дейін құрауы тиіс. Қазбалардың түйісуі жанасу орнында тік бұрышпен немесе 50-55° - ден кем емес бұрышпен шағын кеңейтумен орындалады.

Өздігінен жүретін машиналарды пайдалану, техникалық қызмет көрсету және жөндеу

Өздігінен жүретін машиналарды пайдалану, өзіне тән ақаулықтарды жою және оларға техникалық қызмет көрсету нақты өздігінен жүретін машинаны дайындаушы зауыттың нұсқаулығына сәйкес жүргізіледі. Жер асты кеніштерінде өздігінен жүретін (рельсті емес) Жабдықтарды қауіпсіз қолдану жөніндегі нұсқаулықты, сондай-ақ қозғалтқышты және гидромеханикалық беріліс қорабын (оны шетелдік фирмамен жеткізу кезінде) пайдалану жөніндегі нұсқаулықтарды қосымша басшылыққа алады. Өздігінен жүретін машинаның жаңа моделі келіп түскен кезде кәсіпорында өрт қауіпсіздігін, Мемлекеттік тау-кен техникалық қадағалауының қолданыстағы директивалық құжаттарын және жергілікті жағдайларды ескере отырып, техника қауіпсіздігі жөніндегі жұмыс нұсқаулығы әзірленеді. Өздігінен жүретін машиналардың сенімді және апатсыз жұмысының кепілі уақытылы және сапалы техникалық қызмет көрсету және жөндеу, қозғалысты нақты ұйымдастыру және қауіпсіздік ережелерін орындау болып табылады. Пайдалану процесінде күш қондырғысының және оның жүйесінің, Гидромеханикалық берілістің, көпірлердің, тежегіш жүйесінің, рульдік басқарудың, тиеу органының, электр жабдықтарының ақаулықтары туындауы мүмкін. КП-5 тиеу-тасымалдау машинасының тораптарының ақаулықтары және оларды жою әдістері келтірілген.

Ақаулық	Ықтимал себеп	Жою әдісі
Май жүйесінің бас магистралінде қысымның болмауы	Сүзгіш тор бітелген ақаулы манометр	Торды жуу және тазалау манометрді ауыстыру
Беріліс берілген кезде машина қозғалмайды	Басты магистральдағы төмен қысым, сорғы ақаулы, май өткізгіш бітелген, фрикциялық муфта ақаулы	Сорғыны түзету, май өткізгішті тазалау, муфтаның дискілерін ауыстыру, майдың ағып кетуін жою
Жетекші көпірлердің басты немесе дөңгелекті беріліс тістегерінің жоғары шуы	Конустық тістегершіктердің ілінісінің бұзылуы	Басты беріліс редукторын алып тастау және тегершіктің ілінуін реттеу
	Подшипниктердің	Редукторды бөлшектеу

	немесе конустық тістегершіктердің тозуы	және Тозған бөлшектерді ауыстыру
	Крест пен дифференциал төлкелерінің тозуы, доңғалақ тістегерінің немесе подшипниктерінің тозуы	Тозған бөлшектерді ауыстыру
Тежегіш жүйесінің төмендігі, үлкен тежегіш жолы	Фрикциялық жапсырмалардың тозуы	Колодкаларды реттеу немесе ауыстыру
	Пневможүйедегі төмен қысым	Ауа ағуын жою
	Фрикциялық накладкалардың майлануы	Доңғалақ күпшесін (ступица) барабанмен алып тастау, жапсырманы бензинмен жуу, манжеттерді ауыстыру
Машина дөңгелектерінің бірі тежемейді	Колодкалардың тартпа серіппелерінің сынуы	Серіппелерді ауыстыру
	Гидрожүйенің сорғыш құбырларының тығыз емес қосылыстары арқылы ауаны сору	Жендердің қосылыстарын тарту
	Гидробактағы майдың жеткіліксіз деңгейі	Май құю
Электр генератордағы шу немесе соққы	Генераторда бөгде заттың болуы	Бөгде затты жою
	Желдеткіш қалақтары иілген	Желдеткіш қалақтарын түзету
Батареяның жылдам разрядталуы	Электр тізбегіндегі токтың ақауы	Токтың ақауын жою
	Электролиттің бөгде қоспалармен ластануы	Батареяны жуып, жаңа электролит құйып, батареяны зарядтаңыз
Қосу кезінде стартер баяу айналады	Батарея заряды, батареядағы контактілі қосылыстардың коррозиясы	Электролит тығыздығын және батареяны зарядталу дәрежесін тексеру

	Стартердің тізбегіндегі байланыс	қуат нашар	Ақауларды жою
	Реле	контактілерінің күйіп кетуі	Контактілерді тазалау
	Щеткалардың коллектормен байланысы	нашар	Щетка реттеу контактісін

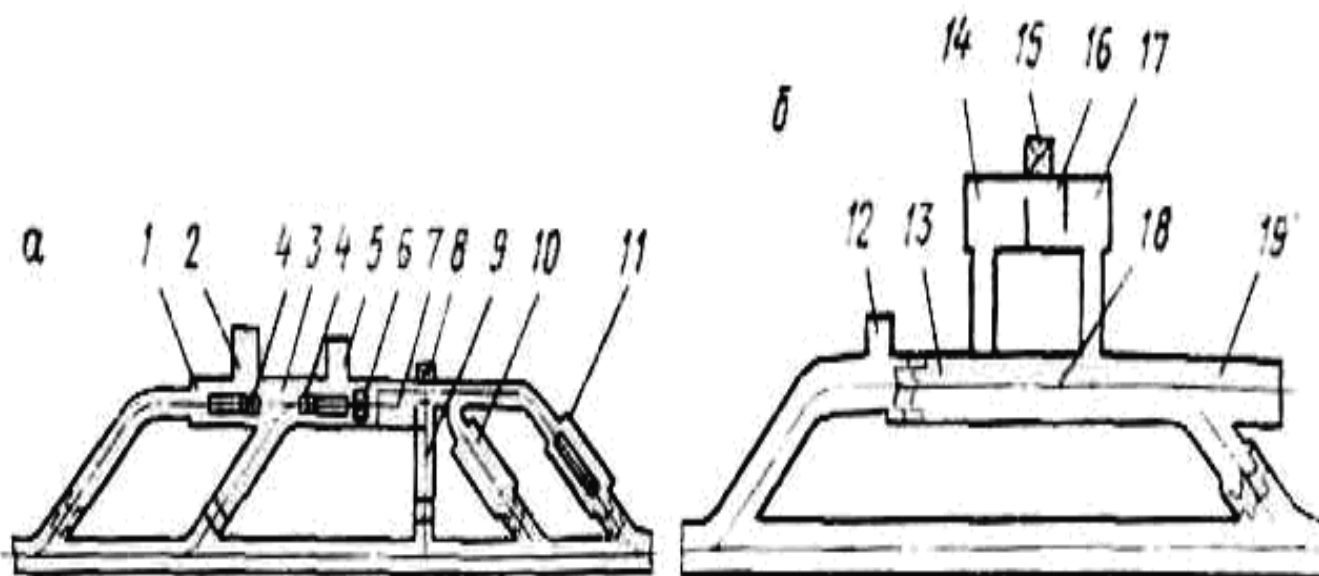
Өздігінен жүретін машиналарға техникалық қызмет көрсету жүйесімен ауысым сайын техникалық қызмет көрсету (ЕО), мерзімді техникалық тексеру, бірінші (ТҚК-1) және екінші (ТҚК-2) техникалық қызмет көрсету көзделеді. Ауысым сайын және периодтық тексерістер тазалау кенжарларына жақын пайдаланылған камераларға орналастырылатын машиналар тұрақтарында жүргізеді. Ауысымаралық жүргізушімен жүргізілетін ауысым сайынғы тексерулер тораптар мен агрегаттарды бекітудің жарамдылығы мен жай-күйін тексеруді, тежегіштерді және рульдік басқаруды сынамалауды, гидравликалық және пневматикалық жүйелердің герметикалығын, пневмошиналардағы ауа қысымын, жарықтандыру аспаптарын тексеруді, отынмен, маймен және салқындатқыш сұйықтықпен құюды қамтиды. Машинаға ауысым сайын қызмет көрсетуге 30 мин. бөлінеді. Кезеңдік техникалық байқаудан (тб) 7-10 күннен кейін машина жүргізушісі жөндеуші слесарьмен бірге бірлесіп және ауысым сайын орындалатын жұмыстардан басқа, тораптар мен бөлшектеулерді ревизиялау (бөлшектемей), негізгі жүйелерді реттеу, редукторлардағы майды ауыстыру, майлау және т.б жұмыстардан тұрады. Техникалық тексерудің ұзақтығы шамамен 2 сағ. Бірінші және екінші техникалық қызмет көрсету (ТҚК - 1 және ТҚК-2) ақауларды уақтылы анықтау және алдын алу жолымен тораптар мен механизмдердің тозу қарқындылығын төмендету мақсатында жүргізіледі. ТҚК-1 кезінде ЕО бойынша барлық жұмыстарды орындайды, сондай-ақ қозғалтқышты, трансмиссияны, рульдік басқаруды, жүріс бөлігін тексеруді және толық тексеруді және машинаны дайындаушы зауыттың нұсқаулығында көрсетілген басқа да жұмыстарды жүргізеді. ТҚК-2 техникалық қызмет көрсетуге ТҚК-1 қарастырылған барлық жұмыстар, сондай-ақ дайындаушы зауыттың нұсқаулығы бойынша жұмыс тізбесіне сәйкес жеке тораптарды реттеу, бақылау және ауыстыру бойынша қосымша жұмыстар кіреді.

Жөндеу периодтылығы

Жөндеу түрі	Жөндеу периодтылығы, ай	Жөндеу аралық ресурс, мотосағат
Ағымдағы (Т1)	1	120
Орташа:		
бірінші түрі (Т2)	6	720
екінші түрі (Т3)	12	1440
Күрделі	24	3000

Машина жөндеу циклінің құрылымы : Т1-Т1-Т1-Т1 — Т1 — Т2 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т2 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — Т1 — К.

Дизельді жетегі бар өздігінен жүретін машинаны ағымдағы жөндеу ұзақтығы 50-60 сағатты құрайды. Техникалық қызмет көрсетудің барлық түрлері мен ағымдағы жөндеулер қажетті жабдықтармен жабдықталған жер асты жөндеу пункттерінде жүргізіледі, ал күрделі жөндеу әдетте орталық жөндеу шеберханаларында жүргізіледі. Бұдан басқа, жер асты жағдайларында қосалқы бөлшектер қоймалары мен жанар-жағар май материалдарының қоймалары орналастырылады. Өздігінен жүретін машиналарға тікелей кенжарларда авариялық жөндеу жүргізу және шынжыр табанды механизмімен ауыр машиналарға ағымдағы жөндеу жүргізу үшін олардың жұмыс орнында өздігінен жүретін жөндеу шеберханалары қолданылады. Дайын тораптар мен агрегаттарды барынша пайдалана отырып, техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу жүргізуге арналған жөндеу пункттері бірнеше жөндеу посттары бар камераны және қозғалтқыштарды реттеу постын, дәнекерлеу жұмыстарына арналған камераны, шиномонтаждау учаскесін, шеберхананы, бөлшектерді жуу камерасын және қосалқы бөлшектер қоймасын қамтиды. Қызмет көрсету және жөндеу жөніндегі әрбір постының және дәнекерлеу камерасының қос өртке қарсы есіктермен жабдықталған тәуелсіз кіру жолдары болады. Жөндеу камералары мен қосалқы бөлшектер қоймасы жүк көтергіштігі 5 немесе 10 т көпірлі крандармен, ал қозғалтқыштарды реттеу посты мен дәнекерлеу жұмыстарына арналған камералар — электр болаттармен жабдықталған.



Үш постқа (а) жөндеу пунктiнiң және жанар — жағар май қоймасының жанар — жағар май құю пунктi және ГМС құбыржолдары арқылы скважина арқылы жеткiзу схемалары (б): 1 — Жөндеу камерасы; 2 — шеберхана; 3 — шиномонтаждау учаскесi; 4 — қарау шұңқыры; 5 — перфоратор; 6 — аспалы кран; 7 — қосалқы бөлшектер қоймасы; 8, 15 — желдеткiш көтергiш; 9 — бөлшектердi жанғыш сұйықтықтармен жуу камерасы; 10 — дизельдi қозғалтқыштарды реттеу посты; 11 — дәнекерлеу жұмыстарына арналған камера; 12-ұңғымаға жүру; 13-май құю пунктi; 14-ЖЖМ қоймасының резервуарлық сақтау бөлiмшесi; 16-сорғы; 17 — ЖЖМ қоймасының ыдыстық сақтау бөлiмшесi; 18-май құю жабдығын орнату орны; 19-өздiгiнен жүретiн Май құюшының гаражы

Өздiгiнен жүретiн жабдықтарды жөндеу пункттерi әр түрлi құрал-жабдықтармен, Металл кескiш станоктармен, диагностикалық және басқа жабдықтармен жабдықталған. Жер асты қойма үй-жайларында сақталатын қосалқы бөлшектер мен тораптардың көлемi жалпы айналым қорының 8-10% кем болмауы тиiс.

Отандық кен шахталарында өздiгiнен жүретiн машиналарды пайдалану тәжiрибесi бойынша өндiрiлген кеннiң 1000 т. материалдарының шамамен шығыны құрайды.:

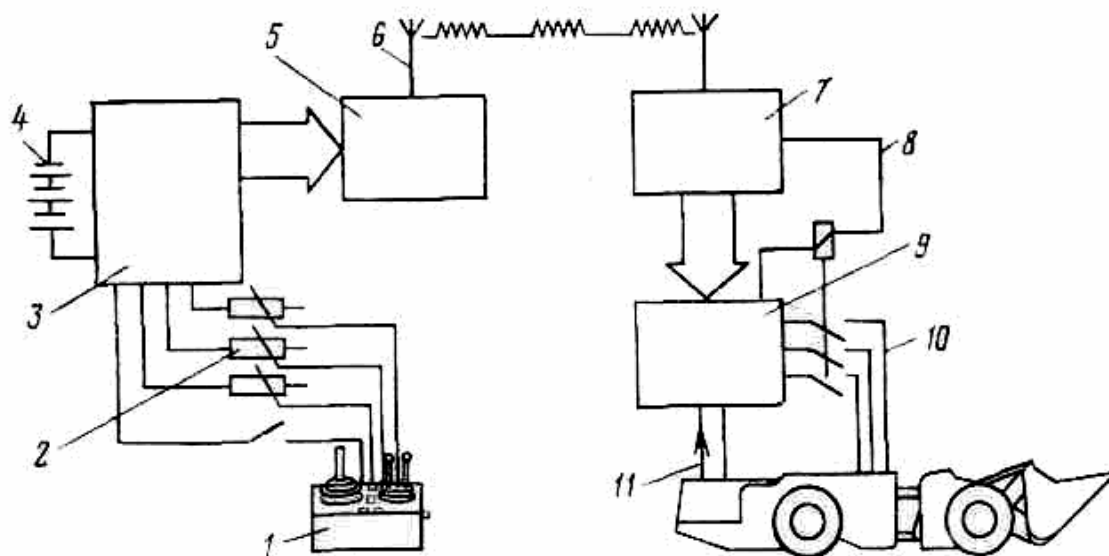
Дизель отыны, кг	400-600
Майлау материалдары, кг	100-120
Шиналар	0,1-0,2
Қосалқы бөлшектер, жабдық массасынан %	15

Отын мен майды сақтау үшін, сондай-ақ тәуліктік шығын 1 т-дан астам болған кезде машиналарға май құю үшін жанар-жағармай материалдарының

(ЖЖМ) жер асты қоймасы құрастырылады. ЖЖМ қоймасы резервуарлық сақтау (дизель отыны, май) және ыдыстық сақтау (солидол, гиподиты май және т.б.) бөлімшелері орналасқан қазбалар кешенін, сорғы және қойма бөлімшелерімен жүрістермен байланысты құю пунктін қамтиды. Қойма шегінде кенжарлардағы өздігінен жүретін машиналарға қызмет көрсететін өздігінен жүретін май құю агрегатына арналған гараж орналасқан. Қойма автоматты өрт сөндіру жүйесімен жабдықталады.

Қашықтықтан басқару

Қашықтықтан басқарылатын тиеу-тасымалдау машиналары биік (камералары) тазалау кеңістігінен кенді жеткізуге қолданылады, онда жоғары бөлікті қауіпсіз күйде ұстау тектоникалық бұзылыстарға байланысты қиындап, адамдардың ұзақ уақыт болуына қауіп туғызады. . Использование дистанционного управления способствует более полному извлечению руды при достаточно высоком уровне безопасности ведения очистных работ, а также открывает возможности и перспективу применения самоходных машин при безлюдной выемке полезных ископаемых. Дистанциялық басқару кезінде машинист тиеу-тасымалдау машинасынан тыс —тазалау камерасында машинаның қарпу және қозғалу процесін жақсы шолумен қаматамасыз ететін қауіпсіз жерде басқару пультінде отырады. Шахталық өздігінен жүретін машиналарды қашықтықтан басқару кабель арқылы немесе радиотаратқыштың көмегімен жүзеге асырылады. Кабель арқылы басқаруды аз қашықтықта жұмыс жасайтын машиналарда қолданады.



Қашықтықтан басқару жүйесінің схемасы: 1-ажыратқыштар және бақылау шамдары; 2 — басқару тұтқалары мен иіңтіректері; 3 — аналогты цифрлық түрлендіргішпен және микрокомпьютермен кодтау; 4 — батареялар; 5 — таратқыш; 6 — антенна; 7 — қабылдағыш; 8 — авариялық тоқтату жүйесі; 9 — микрокомпьютермен декодтау; 10-реле және ажыратқыштар; 11-қуат көзі

"Торотель" радиодистанциялық басқару жүйесі микропроцессорды қолданумен цифрлық деректерді беру әдісі жүзеге асырылатын қабылдау-тарату құрылғыларын қамтиды. Түрлендіргішпен кодталған басқару сигналдары машинадан 30-дан 100 м-ге дейінгі қашықтықта басқару пульті орналасқан кезде радио арқылы 27 немесе 40 МГц жиілігінде беріледі. Барлық операцияларды басқаруды (қашықтан басқару кезінде де, қолмен де), тиеу-тасымалдау машинасы тазалау камерасынан шығарылған кезде машинист жүзеге асырады. Пульте машинаның қозғалысын басқару тұтқалары және тиеу органы, сандық кодтауға арналған микропроцессор орналасқан. Микропроцессордың көмегімен әрбір команда автоматты түрде үлкен жылдамдықпен қайталанады. Деректерді беру кезінде командаларды беру тұрақтылығын жақсарту үшін арнайы бақылау коды пайдаланылады. Радиожиілікті өзгерте отырып, бір учаскеде бірнеше тиеу-көлік машиналарын бір уақытта әрбір машинаны қашықтықтан басқару жүйелерінде кедергі келтірмей басқаруға болады. Қашықтан басқару жүйесінде телекамералар мен мониторды пайдалану осы жүйенің пайдалану мүмкіндігін едәуір кеңейтуге мүмкіндік береді. Тиеу-тасымалдау машинасында машинаның қозғалысын қадағалайтын екі телекамера орнатылады. Сурет басқару пультінің қасындағы мониторға беріледі. Көру шегінде қашықтықтан басқарумен салыстырғанда монитор арқылы басқару әлдеқайда жеңіл және тиімді.

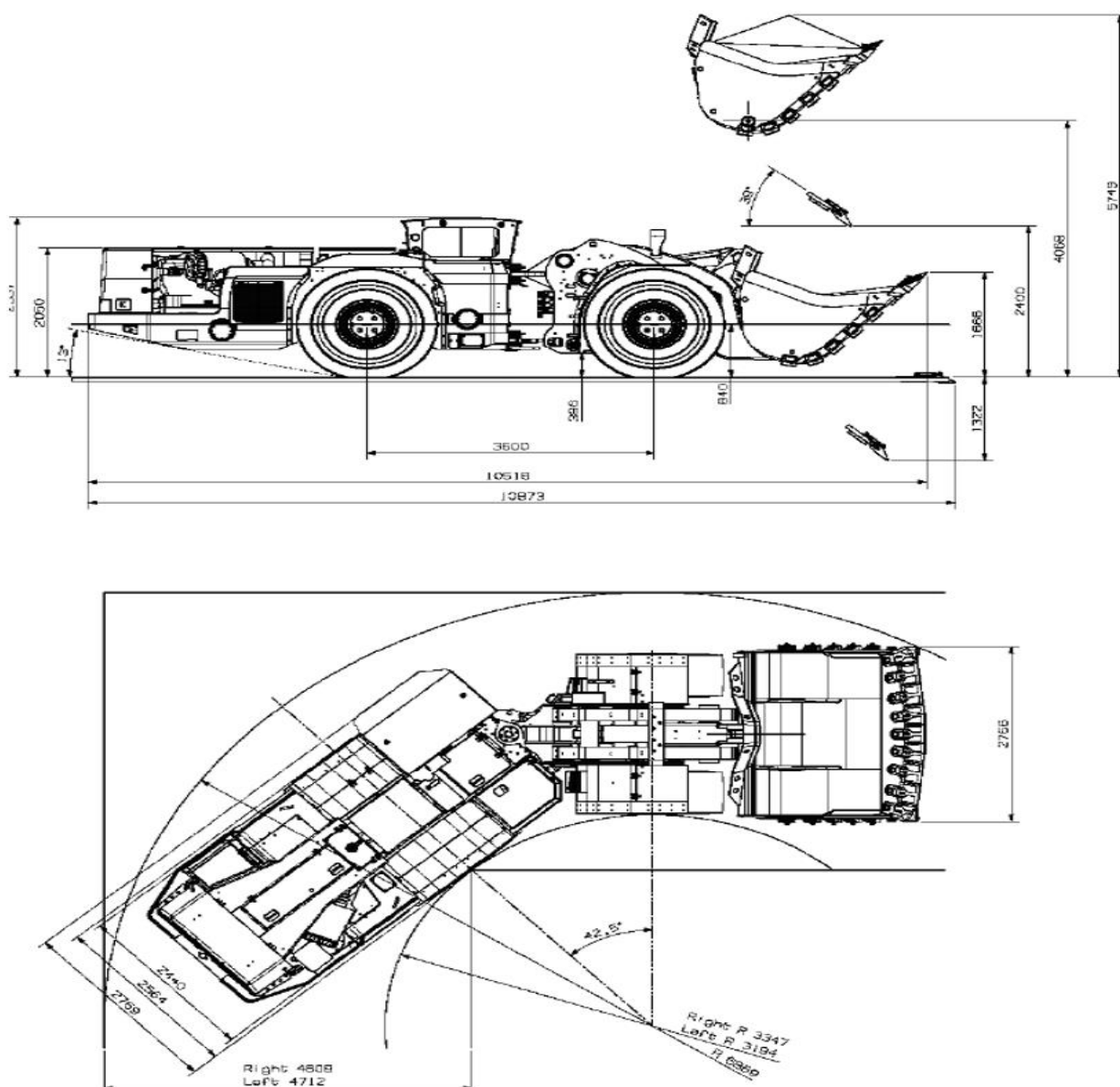
1.2. LH 514 тиеп-тасымалдау машинасы



Sandvik LH514 тиеу-жеткізу машинасы Toro 1400 жүк тиегішінің жетілдірілген жалғасы болып табылады. ПДМ неғұрлым оңайланған интерфейсі бар жетілдірілген бақылау және диагностика жүйесін алды. Жақсартылған электр жүйесі. Олардың саны 800-ден 150-ге дейін қысқарды. Бұл Сандвик тиеп-тасымалдау машинасының жалпы сенімділігін жоғарылатып, қызмет көрсетуді жеңілдетті. Машинаға қоршаған ортаның жоғары температурасына есептелген салқындату жүйесі бар Volvo дизельді

қозғалтқышы орнатылған. Sandvik тиеп-тасымалдау машинасының қосалқы бөлшектерінің көп бөлігі біріздендірілген. Сол қосалқы бөлшектер Сандвик тиегіштерінің әр түрлі үлгілеріне сай келеді. Бұл қоймалық қорлардың көлемін азайтуға мүмкіндік берді. Өңделген гидравликалық жүйе үлкен жүктемелерге төтеп береді, ал басты сорғы өнімділігі қажеттіліктерге сәйкес өзгереді.

Параметрлері	Sandvik LH514
Жүк көтергіштігі, кг	14000
Шөміш сыйымдылығы, м³	4,6-7
Қозғалтқыш	Volvo TAD1360VE,
Қозғалтқыштың қуаты, кВт(л. с.)	256(348)
Бос кездегі массасы, кг	38100
Шөміш бойынша ені, мм	2756
Кабина бойынша биіктігі, мм	2537
Трансмиссия	Dana, 5000
Шиналар	26.5x25 L5S, 36ply
Максималды жылдамдығы, км/сағ	26
Трансмиссия	Толық реттелетін жұмыс сұйықтығының ағыны бар гидростатикалық трансмиссия
Клиренсі, мм	387



ТЕХНИКАЛЫҚ СПЕЦИФИКАЦИЯ (Сипаттама)

LH514-14 (12.11.2010)

Негізгі өлшемдері

жалпы ұзындығы 10 870 мм (428")

шөмішсіз ені (қалқа) 2 730 мм (107")

қалқасымен ең үлкен ені 2 880 мм (111")

кабинасымен ең үлкен ені 2 920 мм (115")

қауіпсіздік қалқасымен немесе кабинасымен бірге биіктігі 2 540 мм (100")

жалпы салмағы 52 100 кг (114 000 фунт)

пайдалану салмағы 38 100 кг (84 000 фунт)

жалпы салмағы 52 100 кг (114 000 фунт)

қаптамадағы салмағы 37 700 кг (83 100 фунт)

мост жүксіз салмағы:

алдыңғы мост 16 700 кг (36 800 кг)

артқы мост 21 400 кг (47 200 фунт)

мост жүктемемен салмағы:

алдыңғы мост 38 625 кг (85 200 фунт)

артқы мост 13 475 кг (29 700 фунт)

көтерілу, көтерілу күші 275 кН (28 042 кг) (61 822 фунт)

көтерілу күші, еңіс 230 кН (23 453 кг) (51 705 кг)

аударылатын жүктеме 29 200 кг (64 375 фунт)

шөміш STD. 5,4 m³(7,0 yd³),

get - абразивтілік жүйесі

Шөміштің қозғалыс уақыттары:

Көтеру уақыты 7.0 сек

Төмендету уақыты 4.0 сек

Аудару уақыты 2.3 сек

Алға және артқа қозғалыс жылдамдығы:

1-ші жылдамдық 5,2 км/сағ

2-ші жылдамдық 9,2 км/сағ

3-ші жылдамдық 15,5 км/сағ

4-ші жылдамдық 26,0 км/сағ

Жақтау(Каркас)

Артқы және алдыңғы рамканың құрылымы дәнекерленген болат

Орталық шарнир топсалы реттелетін жоғарғы подшипник

Гидро. бактың және кабинаның негізі бұрандамалармен бекітілген және рамаға дәнекерленген.

Firewall өрт қауіпсіздігі

Стандартты қозғалтқыш

Дизельді қозғалтқыш Volvo TAD1360VE,

Шығу 256 кВт (348 а. к.) / 1900 айн/мин

Айналу моменті 1740 Нм (1284 фунт – фут) / 1200 айн/мин

Цилиндрлер саны қатарынан 6

Ығысу 12.78 л

Салқындату жүйесі сумен салқындату

Жану принципі Төрт циклді/турбо, интеркулер

Электр жүйесі 24 В

Ауаны сүзу Donaldson

Газ шығару жүйесі Екі қабырғалы шығару коллекторы және турбоүрлеу

Отын багының сыйымдылығы 420 л (110 Гал.)

Стандартты конвертер

Dana C9602 құлыптау жоқ

Беріліс қорабы Dana 5422 Power shift (Автоматты берілісті ауыстыру) модуляциясы бар беріліс қорабы, 4 + 4 жылдамдығы

Стандартты осьтер

Алдыңғы ось Kessler

Тоқтау тежегішінің жағдайы, жоғары үйкеліс дифференциалы, бекітілген Артқы ось Kessler Тоқтату тежегішінің жағдайы, жоғары үйкеліс дифференциалы, тербелмелі $\pm 8^\circ$

Стандартты шиналар

Өлшем және түрі

26.5x25 L5S, 36ply

Болуына байланысты маркасы мен түрі

Пайдаланушының таңдауы бойынша қол жетімді шиналардың басқа түрі.

Кейбір жағдайларда жүк тиегіштің өндірістік мүмкіндіктері шина жасаушы зауыт көрсеткен ТКРН мәнінен асып кетуі мүмкін.

Sandvik Mining and Construction пайдаланушыға шарттарды бағалау және қолдану үшін ең жақсы шешімдерді іздеу үшін шина жеткізушісімен кеңесуді ұсынады.

Стандартты Қалқа

ROPS / FOPS аттестацияланған

Биіктігі

2540 мм (100")

Басқару

Джойстик арқылы шөмішті және рульдік басқару, джойстиктағы берілісті ауыстырып қосу кнопкалары. Берілісті Автоматты таңдау.

Аса қуатты қосқыштар

Рульдік басқару гидравликасы

Гидравликалық, орталық нүктесі бар топсалар, екі қос әрекетті цилиндрлі руль күшейткіші. Рульдік басқару электр джойстик, қорғау, құлыптау арқылы бақыланады. Авариялық рульдік басқару міндетті болып табылмайды.

Бұрылу бұрышы

42,5°

Бұрылып радиус (шөмішпен):

Ішкі сол жақ

3190 мм (126 ")

Сыртқы

6870 мм (270 ")

Рульдік басқару жүйесінің негізгі компоненттері:

Басты клапан

Рульдік цилиндрлер

2 дана, 125 мм (5")

Рульдік басқару сорғысы

Поршенді

Қысым параметрлері:

Рульдік басқару гидравликасы

21,0 МПа (210 бар)

Соққы жүктемесінің клапандары

23,0 МПа (230 бар)

Қауіпсіздік жабдықтары

Қауіпсіздік белдігі

Жабылатын бас ажыратқыш

Кері сигнал беру (ЕКС)

Сыртқы өшіру, артқы 2 дана

Басқа

Жазудың тілі

ЕО тілдері

Стандартты нұсқаулар

Нұсқаулық

- Оператор нұсқаулығы

ЕО тілдері

- Пайдалану жөніндегі нұсқаулық

ЕО тілдері

Бөлшектер бойынша нұсқаулық

Ағылшынша

Қызмет көрсету және жөндеу жөніндегі нұсқаулық

Ағылшынша

2. Арнайы бөлім



Тәжірибе көрсетіп отырғандай, жүктің ең көп шығыны, яғни кәсіпорынның шығыны да өнімді көліктің әр түрімен тасымалдау кезінде болады. Тасымалдардың тиімділігін арттыру үшін бүгінгі күні көлікті бақылаудың әртүрлі жүйелері кеңінен қолданылды. Автомобильде тасымалданатын жүктің салмағын біле отырып, аталған мәселені болдырмауға болады. Стационарлық автомобиль таразылары көптеген ондаған жылдар бойы кәсіпорындарда белгілі және пайдаланылады. Жақсы стационарлық автокөлік таразысының орташа бағасы 1 млн.рубльге жуық. Бірақ көліктің тиеу орны жиі өзгерсе, не істеу керек? Жылжымалы таразы бар, бірақ оларды пайдалану әрқашан ыңғайлы емес. Еуропалық өндірушілер инновациялық шешімдерді ұсынады: борттық өлшеу жүйелері (БСВ) және шамадан тыс жүктеуді бақылау жүйелері (СКП). БСВ мен СКП арасындағы айырмашылық жүйенің

тағайындалуы мен өлшеу дәлдігі болып табылады. БСВ $\pm 1\%$ кем емес, СКП – $\pm 5\%$ кем емес дәлдікпен өлшенеді.

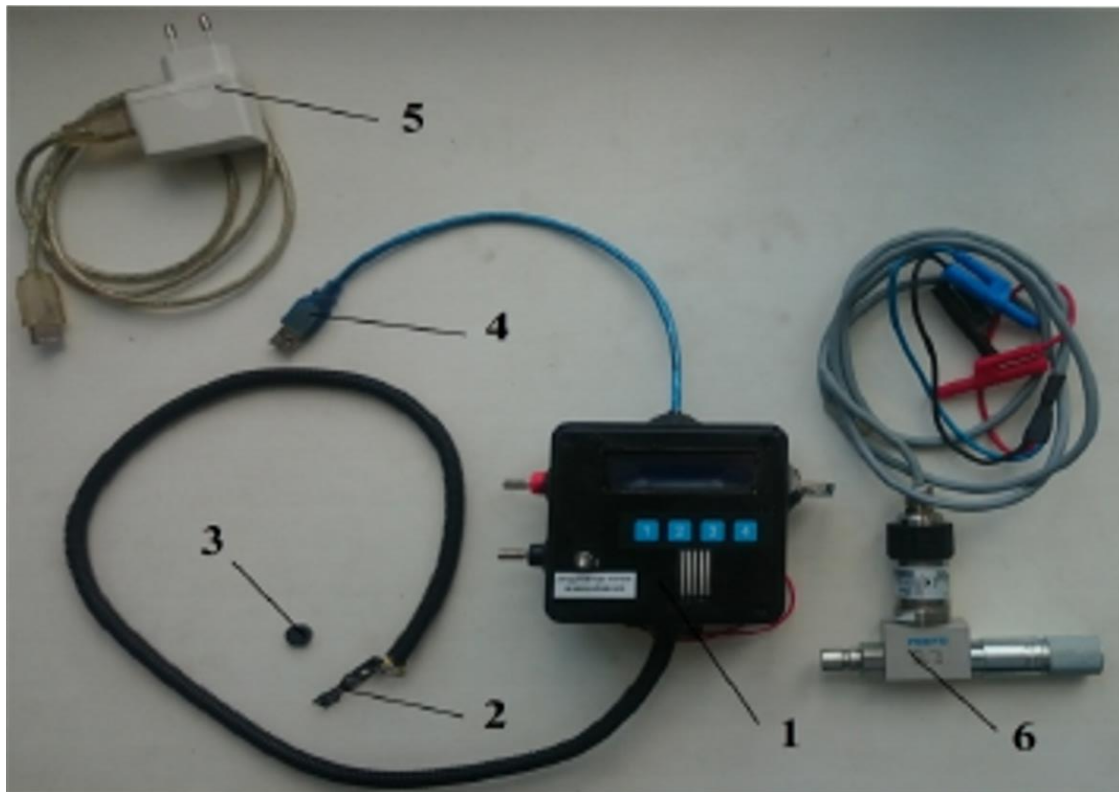
Өлшеудің борттық жүйелері.

БСВ тікелей көлік құралында орнатылады және жүктің салмағын өлшейді. Олар жеке немесе автокөлік мониторингі жүйелерімен бірге жұмыс істей алады. Тиегіш үшін борттық таразы жүйелері әдетте салмақ индикаторынан, қысым датчиктерінен және орналасу датчиктерінен, сондай-ақ коммутациялық блоктан тұрады. Жүйенің жұмысы жүкпен немесе онсыз шөмішті көтеру және түсіру кезінде тиегіштің гидравликалық жүйесіндегі қысымды өлшеуге негізделген. Күрделі математикалық алгоритм бойынша борттық таразы жүйесі жүйедегі қысым көрсеткіштерін салыстырады және жүктің нақты массасын есептейді. Жүйе жүк тиегішке қатысты қарапайым. Маман мұны бірнеше сағат ішінде орната алады. Егер үнемдегіңіз келсе, кейбір өндірушілер ұсынатын жүйені дербес орнату үшін қосымша, кадамдық нұсқаулықты пайдалана аласыз. Жүйе өте сенімді, өйткені қозғалмалы және үйкелетін бөліктері жоқ, қызмет көрсетуде ыңғайсыз және, әдетте, жылына бір реттен жиі емес қызмет көрсетуді талап етеді. Борттық таразы жүйесі тиегіштің жұмысқа қабілеттілігіне әсер етпейді.

Өлшеудің борттық жүйесі (БСВ) – микропроцессор мен сенсорлар негізіндегі шағын құрылғы, ол машинаның электрогидравликалық жүйесіне салынады және көтерілетін жүктің көлемін анықтауға арналған. Мысалы, фронтальды тиегіш үшін БСВ әдетте Контроллерден, қысым датчиктерінен және орналасу датчиктерінен, сондай-ақ коммутациялық блоктан тұрады. Жүйенің жұмысы жүкпен шөмішті көтеру немесе түсіру кезінде тиегіш жебесінің гидроцилиндріндегі қысымды өлшеуге негізделген. Берілген алгоритм бойынша Контроллер жүйедегі қысым көрсеткішіне сәйкес жүктің массасын есептейді. Қазіргі заманғы БСВ негізгі функционалдық мүмкіндіктері келесілер: - статикалық және динамикалық өлшеу; - өлшенген массаларды қосу; - алынған ақпаратты клиенттерге және тиеу машинасының операторларына сымсыз желі (WLAN, GPRS) бойынша беру, деректерді басып шығару, компьютерде өңдеу және т. б.

Тиеуге арналған борттық өлшеу жүйесінің компоненттері: қысым датчиктері (Май беру және ағызу желілері); орналасу датчиктері (өлшеу аймағын анықтау); дисплейі бар салмақ өлшеу контроллері; монтаждау құрылғыларының жиынтығы. Шахталық самосвал шанағындағы массаны мониторингілеу жүйесі шахталарда тасымалданатын жүктердің массасын бақылау және есепке алу үшін функциялар жиынтығы бар машиналардың осындай түрін пайдаланатын кәсіпорындар үшін әзірленген. Карьердің жұмыс циклына жүйені енгізу көліктің шамадан тыс жүктелуін және тау-кен жұмыстарын автоматтандыру жүйелерімен кешенде жұмыс істеу мүмкіндігін болдырмау мақсатында техника өндірушілермен ұсынылған.

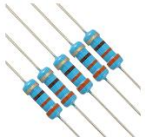
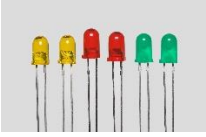
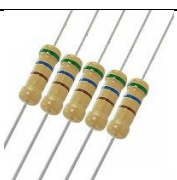
Орнату модельге, оның шығарылған жылына және жалпы жағдайына қарамастан кез келген машинаға мүмкін. Жүйенің әрекет ету принципі шөмішті көтеру гидроцилиндріндегі қысымды өлшеуге негізделген. Жүйенің қателігі 1% аспайды.

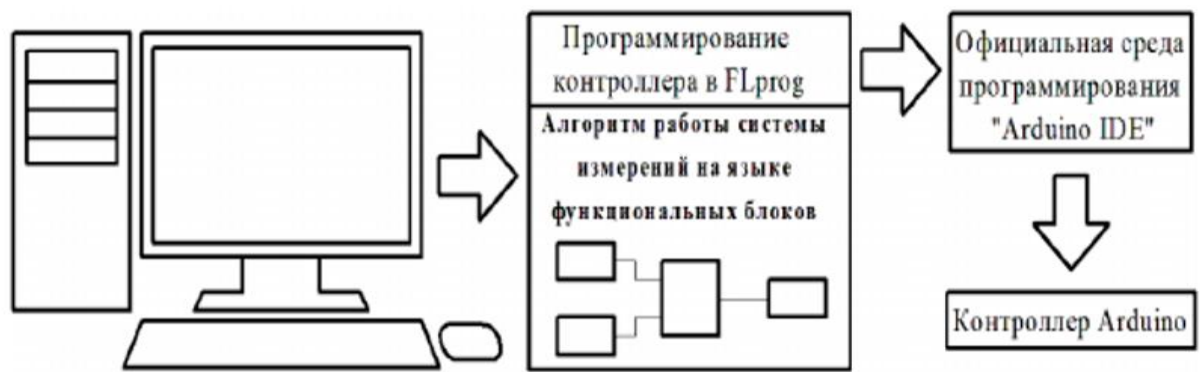


Борттық өлшеу жүйесінің жалпы көрінісі: 1-өлшеу құрылғысы, 2- орналасу жағдайы датчигі, 3-магнит, 4-USB сымы, 5-қуат сымы, 6-қысым датчигі

Өлшеудің борттық жүйесінің құрамындағы құрылғылар

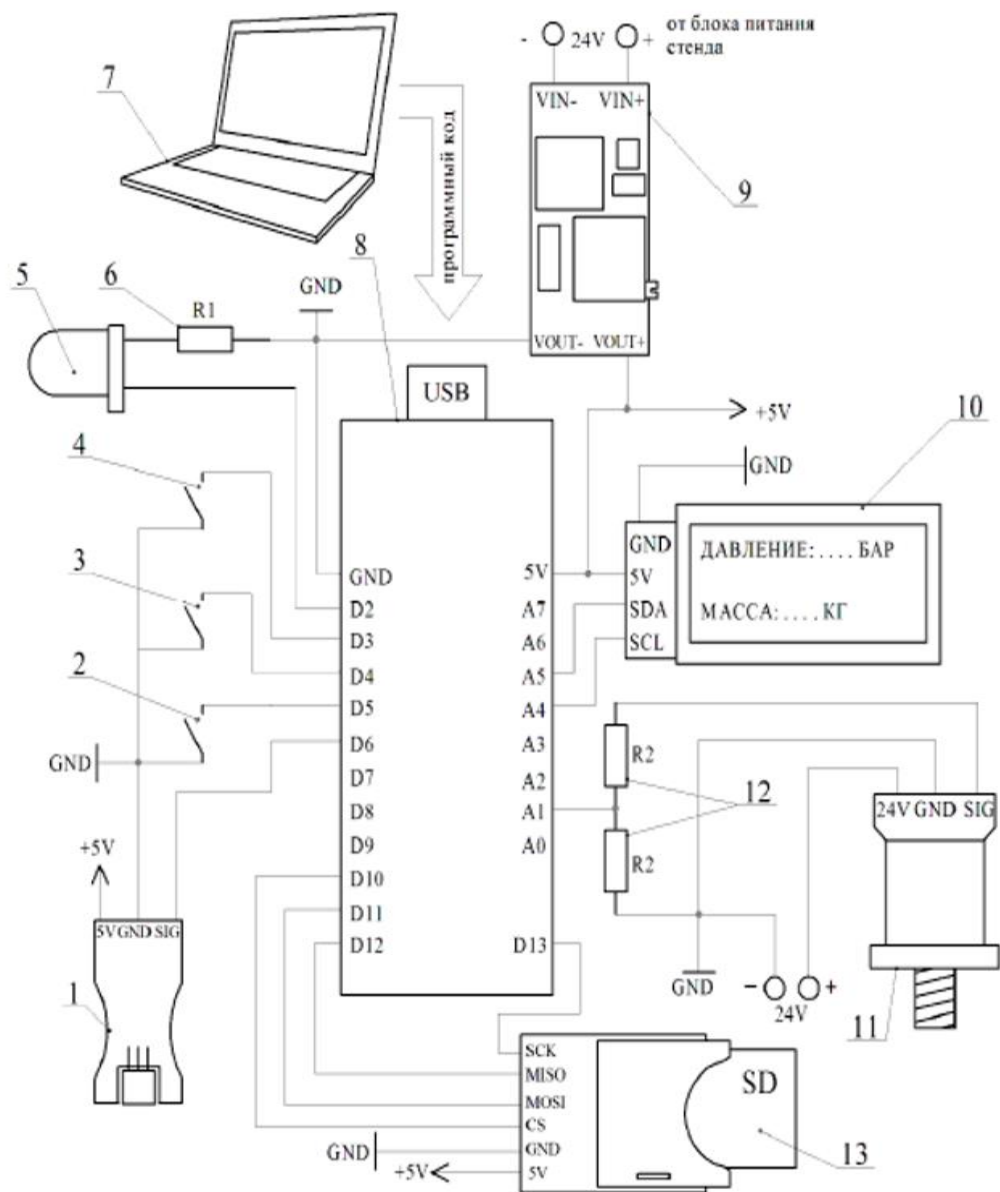
Белгіленуі	Атауы	Техникалық сипаттамасы	Көрінісі	Саны
1	2	3	4	5
КА	Arduino Nano	Сандық кіріс / шығыс: 14; аналогтық кіріс: 8		1
МП	Қоректену модулі	$U_{\text{кіріс}}=40 \text{ В-ға дейін;}$ $U_{\text{шығыс}}= \text{реттеу.}$ $I_{\text{шығыс}}= 3 \text{ А-ға дейін;}$		1

ДД	Қысым датчигі	Өлшеу диапазоны: (гидрожүйеге байланысты) 0-10В кернеу бойынша сигнал		1
КТ	Клавиатура	4 тактілік түймелер		1
Д	Дисплей	I2C шинасымен LCD 1602		1
ДП	Орналасу датчигі	Инфрақызыл Дискретті шығыс		1
Р32	Резистор (кернеуді бөлгіш)	1,5 кОм 0,5 W		2
МКП	Micro SD жады модульі	U _{кор} :4.5 ~ 5.5В; карталар: MicroSD карталары (<=2 Гб), MicroSDHC карталары (<=32 Гб)		1
ИТВ	Жарықдиод (өлшеу нүктесінің индикаторы)	U=3 В; I=15mA		1
Р31	Резистор (өлшеу нүктесінің индикаторы)	220 Ом 0,25W		1



Бағдарламалық кодты құру және оны құрылғыға жүктеу принципіалды сызбасы

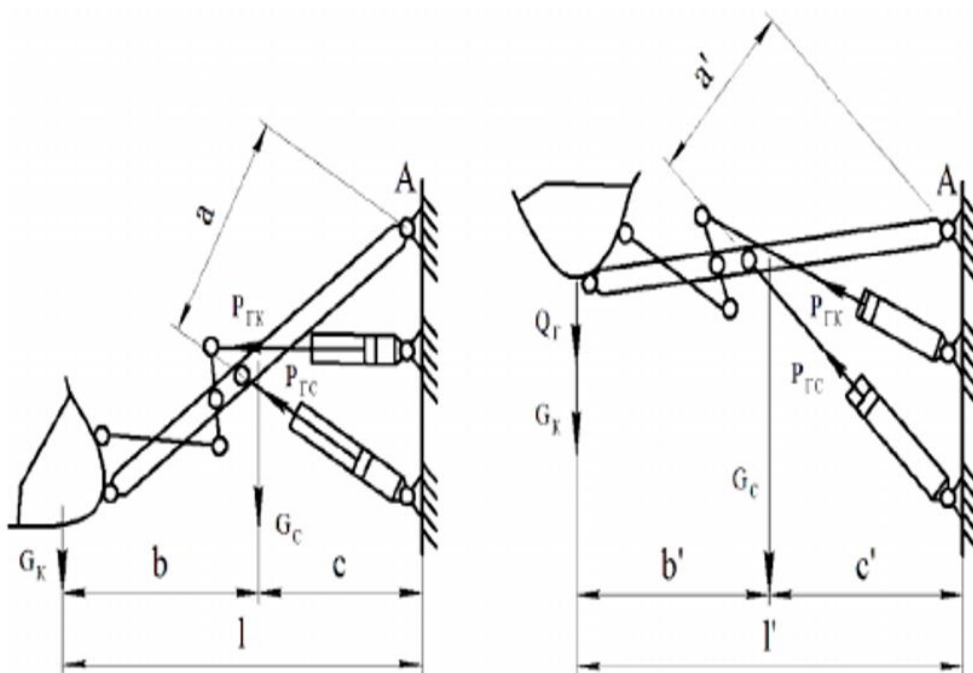
Контроллерді визуалды бағдарламалау Arduino – FLprog ортасында орындалады. Жүйенің жұмыс алгоритмі функционалды блоктар тілінде – FBD (Function Block Diagram) жасалған. Бағдарлама жоғарыдан төмен қарай тізбек тізімінен құралады. Бағдарламалау кезінде кітапханалық блоктардың жиынтығы қолданылады. Блок (элемент) - бұл кіші бағдарлама, функция немесе функционалды блок (триггерлер, таймерлер, аналогтық сигналды өңдеу блоктары, математикалық операциялар және т.б.). Әрбір жеке тізбек жеке элементтерден графикалық түрде жасалған өрнек болып табылады. Блоктың шығысына тізбекті құра отырып, келесі блок қосылады. Тізбектің ішінде блоктар қатаң түрде олардың қосылу тәртібімен орындалады. Тізбекті есептеу нәтижесі ішкі айнымалыға жазылады немесе контроллердің шығысына беріледі.



Борттық құрылғы компоненттерінің Блок-схемасы: 1-орналасу датчигі; 2, 3 – калибрлеу режимін іске қосу түймелері; 4 - өлшеу режимін іске қосу түймесі; 5-светодиод; 6-резистор 220 Ом; 7-компьютер; 8-контроллер; 9-контроллердің қуат модулі; 10-дисплей; 11-қысым датчигі; 12-кернеу бөлгіші ($R_2=1,5 \text{ кОм}$); 13 – microSD картасы бар жады модулі

Жүкті фронтальды тиегішпен көтеру кезінде күш

жебенің гидроцилиндр штогында өзгереді. Демек, жебенің белгілі бір жағдайын немесе "өлшеу нүктесін белгілеу қажет». Ол нүктеде контроллер майдың қысымын өлшейтін болады. Өлшеу нүктесі жебенің орналасу датчиктерін анықтайды.



Тиегіштің көтергіш құрылғысындағы күштер схемасы

Өндірушілерден ұсынылған борттық өлшеу жүйелерінің үлгілері

Борттық өлшеу жүйесінің атауы	Ақпарат	
ARDU 	Өлшеу түрі:	Статикалық
	Жүйенің жиынтығы:	қысым датчигі - 1 дана.; борттық монитор – 1 дана; орналасу датчигі-1 немесе 2;
	Техникалық сипаттамалары:	Салмақ индикациясы диапазоны: 50-20000 кг; Өлшеу қадамы: 10 кг; Өлшеу қателігі: 1% артық емес; Жұмыс температурасы: -30°C ...+50°C.
	Орташа бағасы:	1200 доллар
PROFILOAD 	Өлшеу түрі:	Динамикалық
	Жүйенің жиынтығы:	қысым датчигі - 1 дана.; борттық монитор – 1 дана; орналасу датчигі-1.
	Техникалық сипаттамалары:	Салмақ индикациясы диапазоны: 0-15000000 кг; Өлшеу қадамы: 1-2-5-10-20-50 кг; Өлшеу қателігі: 1% артық емес;

		Кернеу: 12-24 В.
	Орташа бағасы:	2100 доллар
BULLDOZER 	Өлшеу түрі:	Динамикалық
	Жүйенің жиынтығы:	қысым датчигі – 2 дана.; борттық монитор – 1 дана.; орналасу датчигі-1.
	Техникалық сипаттамалары:	Салмақ индикациясы диапазоны: 50-20000 кг; Өлшеу қадамы: 10 кг; Өлшеу қателігі: 1% артық емес; Кернеу: 8-30 В; Жұмыс температурасы: -30°C ...+70°C.
	Орташа бағасы:	6200 доллар
Tamtron Power 	Өлшеу түрі:	Динамикалық
	Жүйенің жиынтығы:	қысым датчигі – 2 дана.; борттық монитор – 1 дана.; орналасу датчигі-2.
	Техникалық сипаттамалары:	Өлшеу қателігі: 2% артық емес; Кернеу: 9-30 В; Жұмыс температурасы: -25°C +40°C.
	Орташа бағасы:	8000 доллар

Экономикалық бөлім

Борттық өлшеу жүйелерін орнатудың артықшылықтары:

- тиеу уақыты үнемделеді: әдетте, жүктерді тиеу алдында қоймалық немесе автомобиль таразыларында өлшейді. БСВ қолданғанда жүк тікелей өзі аударғыш шанағында, фронтальды тиегіштің шөмішінде немесе экскаваторда артық уақыт жұмсамай өлшенеді.
- кезінде жүктің жоғалуын бақылайсыз: енді тиеу пунктіндегі және түсіру пунктіндегі жүктің салмағын салыстыруға болады; тасымалдау кезінде жүктің жоғалуын бақылайсыз: енді тиеу пунктіндегі және түсіру пунктіндегі жүктің салмағын салыстыруға болады;
- таразының орналасқан жеріне байланысты емес, жүкті өлшеу кез келген уақытта бірден машинада жүргізіледі;
- шектен тыс жүктелудің әсерінен шинаның, қозғалтқыштың, автомобильдің трансмиссиясының және т. б. тозуы төмендейді;

Борттық таразылардың функционалдығы

Борттық таразылар қоймаларда, зауыттарда, өнеркәсіптік алаңдарда өнімді өлшеу үшін қолданылады. Жүк тиегішке орнатылған таразы көтерілген салмақты бірден білуге мүмкіндік береді – бұл негізгі функция. Алайда оларды пайдалану ыңғайлылығы үшін бірнеше мүмкіндіктер қарастырылған:

- компьютердегі таразылар көтерілген жүктердің тарихы сақталады. Бұл функция жүктелген / жүктелген материалды есепке алуға және қызметкерлердің жұмысын бақылауға көмектеседі.
- әрбір тиегіш үшін барынша рұқсат етілген салмақ бойынша шектеу қою, техниканың пайдалану мерзімін ұзартады.
- жүк тиегіштің борттық таразылары мен дербес компьютер арасында сымсыз байланыс болуы мүмкін. Бұл қысқа мерзімде орындалған жұмыс туралы есеп жасауға мүмкіндік береді.
- борттық таразылардың кейбір үлгілері жүктің салмағы туралы ақпараты бар чектерді басып шығару үшін принтермен жабдықталған. Борттық таразылардың кейбір үлгілері жүктің салмағы туралы ақпараты бар чектерді басып шығару үшін принтермен жабдықталған.
- бірнеше операциялардың салмағын қосу немесе салмақтың берілген мәніне дейін жүктеуді кері санауды жүзеге асыру мүмкіндігі. Бірнеше операциялардың салмағын қосу немесе салмақтың берілген мәніне дейін жүктеуді кері санауды жүзеге асыру мүмкіндігі.
- борттық таразылардың мобильділігі жабдықты бір техникадан екіншісіне ауыстыруға мүмкіндік береді.

Тиегіштерге арналған таразы жабдығы үш негізгі элементтен тұрады:

борттық компьютер, қысым датчигі және орналасу датчигі. Орнатылған және калибрленген жүйе келесідей жұмыс істейді:

-тиегішпен көтерілген салмақ белгілі бір қысым жасайды, ол қысым датчигімен өлшенеді және бекітіледі.

-қысым мәні компьютер арқылы қабылданады және дисплейде бақылауға болатын салмақ өлшеу бірліктеріне айырбасталады.

-жүйе жүктің салмағын өлшей бастау үшін көтеру механизмін (шөміш, айыр және т. б.) белгілі бір қалыпқа орнату қажет.

Еңбек қорғау бөлімі

Қауіпсіздік ережелері

Өздігінен жүретін машиналар өте ерекше жағдайларда пайдаланылады, бұл өздігінен жүретін машиналарда жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік ережелерін сақтауға қойылатын жоғары талаптарды тудырады.

Өздігінен жүретін машиналарды жүргізуге арнайы куәлігі бар адамдар, ал көлік машиналарын жүргізуге жүргізуші куәлігі бар адамдар жіберіледі және жерасты жағдайларында дизельді қозғалтқышы бар жабдықтарды қауіпсіз қолдану бойынша нұсқамамен таныс болуы керек. Өздігінен жүретін машиналардың жұмысы кезінде дизельді қозғалтқыштардың пайдаланылған газдарындағы зиянды компоненттердің, ауадағы шаңның, шу мен дірілдің, қазбаларды жарықтандыру мен бекітудің деңгейін тұрақты бақылау қажет. Пайдаланылған газдарды зертханалық талдау күн сайын жүргізіледі, ал кеніш атмосферасын бақылау тәулік сайын жүргізіледі.

Тиеу және түсіру орындары мен машиналар қозғалысының трассасы жарықтандырылуы тиіс. Бұдан басқа, түсіру орындары суландырумен, ал кенқұбырларда қоршаулармен жабдықталады. Қауіпсіздік ережелерін қатаң сақтау машиналарды көлік қазбалары арқылы тасымалдау кезінде қажет. Қазбалардың қиылыстарында сары жыпылықтайтын белгісі бар бағдаршамдар, ал қажетті жерлерде — тыйым салатын немесе сілтегіш жол белгілері орнатылады. Адамдардың өтуіне тыйым салынған қазбаларда осы қазбаларға кіруге тыйым салатын жарық түсетін транспаранттар ілінеді. Адамдарды кабинадан тыс тиеу-тасымалдау машиналарында тасымалдауға, машинаны еңісте немесе тиеу органы көтерілген жағдайда тоқтатуға жол берілмейді. Өздігінен жүретін машиналарды пайдалану Жерасты кеніштерінде өздігінен жүретін (рельсті емес) Жабдықтарды қауіпсіз қолдану дайындаушы зауыт әзірлеген нұсқаулыққа сәйкес жүргізілуі тиіс.

Забойға тиеуге кірер алдында машинаның қозғалыс трассасын, жолдан бөгде заттарды алып тастау, тежегішті, өрт сөндіру құралдарының болуын, барботаждық бактардағы судың болуын тексеру қажет.

Машиналар қазбаларда адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін, 20 км/сағ артық емес жылдамдықпен қозғалуы тиіс. Монорельсті жолдарда жылдамдық 10 км/сағ дейін төмендетілуі тиіс. Тасылым қазбаларындағы адамдар үшін еркін өту жолы мен жүру бөлігі нақты шектелуі тиіс (түрлі-түсті жолақпен, рейкалармен және т.б.).

Тазалау блоктарының қазбаларында адамдардың өтуіне арналған орындар көрсеткіштермен белгіленуі тиіс. Дірілден және күрт бұрылыстардан аулақ болу керек.

Машиналарда машинисті тау-кен массасының жоғарыдан және шанақтан құлайтын кесектерінен сақтайтын және сонымен бірге жеткілікті шолуды қамтамасыз ететін кабиналар мен күнқағарлар орнатылуы тиіс.

ІЖҚ бар машиналар қозғалатын қазбаларда" Абайлаңыз, өздігінен жүретін техника жұмыс істейді!» жазуы болуы тиіс.

Адамдардың пайда болуы мүмкін жерлерге жақындаған кезде жүргізуші дыбыстық сигнал беруге және тиеу-жеткізу машиналарының тиелуін төмендетуге міндетті. Түсіру орындары жарықтандырылуы тиіс.

Тиеу және түсіру операцияларын орындау кезінде шөміштің, шанақтың немесе басқа жұмыс органының әрекет ету аймағында адамдардың болуына үзілді-кесілді тыйым салынады.

Машинаның ең шығыңқы бөлігінен қазбаға дейінгі қашықтық 0,5 метрден кем болмауы тиіс.

Әрбір машинаға машинаны тексеру, бейтараптандырғыштың пайдаланылуын бақылау, пайдаланылған газдарды талдау журналы жүргізілуі тиіс

Өздігінен жүретін машина жабдықталуы тиіс:

А) машинистің көру қашықтығын және машинаның қозғалыс жылдамдығын көрсететін құралмен.

Б) дыбыс сигнализациясымен.

В) мотосағат есептегішпен немесе км өлшемінде жүрісті есептегішпен.

Г) жұмыстардың қалыпты орындалуын және адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жарық беру құралдарымен (фаралармен, тоқтау сигналымен, ені бойынша габаритті сигналдармен). Көлік машинасы міндетті түрде тежеу кезінде қосылатын артқы тоқтау сигналымен жабдықталуы тиіс. Жылжымалы құрам мен қазба қабырғаларының арасындағы саңылаулар қазбалардың мақсатына және машинаның қозғалыс жылдамдығына байланысты қабылдануы тиіс:

- Кенді тасымалдауға арналған қазбаларда және тазалау кенжарларында көлік құралының ең шығып тұрған бөлігі мен қазбаның қабырғасы (бекітпесі) немесе қазбада адамдар үшін өту жағынан 1,2 м және қарама-қарсы жағынан 0,5 м құрал-жабдықтармен орналастырылған саңылаулар болуы тиіс.

Биіктігі 0,3 метр және ені 0,8 метр жаяу жүргіншілер жолын орнатқанда немесе адамдар үшін еркін өту жағынан 25 метрден кейін қуыс 1 метрге дейін азайтылуы мүмкін. Қуыстар биіктігі 1,8 метр, ені 1,2 метр, тереңдігі 0,7 метр болуы тиіс.

- Кенді тиеуге және оны көлік қазбасына жеткізуге арналған тазалау блоктарының тиеу-жеткізу қазбаларында, ұңғымалардағы қазбаларда, сондай-ақ тазалау кенжарларында теспелер мен ұңғымаларды бұрғылауға арналған қабаттық қазбаларда, машиналардың қозғалыс жылдамдығы 10 км/сағ.аспайтын және мұндай қазбаларда машиналардың жұмысына қатысы жоқ адамдардың болуын болдырмау кезінде әрбір жағынан кемінде 500 мм саңылаулар қабылдануы тиіс.

- Тазалау блоктарына жабдықтарды, материалдар мен адамдарды жеткізуге арналған жеткізу қазбаларында (көлбеу шығатын жерлер) қозғалыс жылдамдығы 10 км-ден жоғары болған кезде әрбір жағынан 600 мм саңылаулар қабылдануы тиіс.

- ГЖҚ бар машиналар жұмыс істейтін қазбаларға және учаскелерге газ шығаратын зиянды өнімдердің концентрациясын санитарлық нормаға дейін төмендетуді қамтамасыз ететін мөлшерде таза ауа берілуі тиіс. Дизельді қозғалтқыштардың номиналды қуаты 1л.с. кемінде 5 м. куб/мин және бензинді қозғалтқыштардың номиналды қуаты 6 м. куб/мин. болуы тиіс.

- Дизельді ГЖҚ бар барлық машиналар пайдаланылған газдарды (каталикалық немесе сұйық) тазартудың екі сатылы жүйесімен жабдыкталуы тиіс.

Жабдықты пайдалану және оған қызмет көрсету "жер асты жағдайларында өздігінен жүретін жабдықты қауіпсіз қолдану жөніндегі нұсқаулыққа" сәйкес жүргізілуі тиіс.

Виброакустикалық қауіпсіздік (а. vibroacoustic safety; Н. vibroakustische Sicherheit; ф. security vibroasoustique; и. seguridad vibroacustica) - машиналар мен механизмдердің жұмыс істейтін діріл мен Шу зиянды әсерін болдырмау. Тау-кен өнеркәсібіндегі виброакустикалық қауіпсіздік техникалық, гигиеналық, ұйымдастырушылық мәселелерді кешенді шешумен қамтамасыз етіледі: машиналардың пайда болу көзінде және жұмыс орындарына таралу жолында Шу мен дірілдің төмендеуі; Шу мен дірілден жеке қорғаныс құралдарын әзірлеу; адам үшін қауіпсіз Шу мен дірілдің нормативтік деңгейлерін (Шу мен дірілдің санитарлық нормалануы), машиналардың Шу мен дірілдің (Шу мен дірілдің техникалық нормалануы) орнату; емдеу-алдын алу іс-шараларын жүргізу. Жеке қорғаныс құралдары (құлаққаптар, каскалар, бас тартпалар, қосымша беттер) 2000-6000 Гц жиілік жолағында шуды сөндіру үшін қолданылады; олардың 40 дБ дейін бәсеңдету қабілеті болады. Бұл құралдарды таңдау жұмыс орнындағы шудың деңгейіне, оның спектрлік сипаттамаларына және еңбек жағдайларына байланысты.

Қорытынды

Бұл дипломдық жобада тиеп-тасымалдау машинасына борттық өлшеуіш таразыларды орнату ұсынылды. Бұл өлшеуіш жүйені пайдалану машинаның артық жүктен зақымдануын азайтады.

Қазіргі нарықтағы қолданылатын өлшеуіш жүйелер түрлері жіктелді. Олардың арасында өзара салыстыру жұмыстары жүргізілді.

Өлшеуіштердің жұмыс істеу принципі туралы ақпарат берілді. Қазір қолданыстағы өлшеу жүйелеріне салыстыру жүргізілді. Бұл жүйені пайдалану тиімділігі баяндалды.

Дипломдық жобаны орындай отырып, біз тиеп-тасымалдау машинасының құрылымымен танысып, машина туралы жалпы ақпарат алдық.

Әдебиеттер тізімі

1. Добронравов С. С., Сергеев С. П. Строительные машины. Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 320 с.
2. Калмыков Сергей. Онлайн-контроль массы груза. Бортовые системы взвешивания и контроля перегруза [Электронный ресурс] // Журнал «Основные средства». — Режим доступа: <http://www.osl.ru>. — (дата обращения: 02.04.2017).
3. Международный аграрный интернет-портал «АгроВектор» [Электронный ресурс]: весы для погрузчиков. — Режим доступа: <http://agrovektor.ru/category/2276-vesy-dlyapogruzchikov.html>. — (дата обращения: 02.04.2017).
4. Иванов В.А., Масленко В.О., Харченко К.А. Экспериментальное устройство для гидравлического взвешивания груза. [Электронный ресурс]. // Ученые заметки ТОГУ. — 2017. — Том 8, №1. — С.128-137. — Режим доступа: <http://pnu.edu.ru/ejournal/pub/articles/1505>.
5. Михайлов, П. Г. Микроэлектронный датчик давления и температуры / П. Г. Михайлов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2003. - № 11. - С. 29-31.
6. Визуальное программирование Arduino [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://flprog.ru> — (дата обращения: 02.04.2017)
7. [А. Кобус, Я. Тушинский. Датчики Холла и магниторезисторы. Пер. с польск. В. И. Тихонова и К. Б. Макидонской, под ред. О. К. Хомерики, М., «Энергия», 1971. — 352 с.
8. *Беляков В. А., Калиниченко В. П.* Монтаж, эксплуатация и ремонт транспортных машин горнорудных шахт. — М.: Недра, 1982.
9. *Григорьев В. П., Дьяков В. А., Пухов Ю. С.* Транспортные машины для подземных разработок. — М: Недра, 1984.
10. *Дьяков В. А.* Транспортные машины и комплексы открытых разработок.— М: Недра, 1986.
11. *Корляков П. А., Кордюков Г. С, Павлов Ю. Я.* Ковшовые погрузочно-транспортные машины. — М: Недра, 1980.
12. *Липовой А. И.* Ковшовые погрузочно-транспортные машины на подземных рудниках. — М: Недра, 1988.
13. *Пухов Ю. С.* Транспортные машины: Учеб. — М.: Недра, 1987.
14. *Скорняков Ю. Г.* Подземная добыча руд комплексами самоходных машин.— М.: Недра, 1986.
15. *Тихонов Н.В.* Транспортные машины горнорудных предприятий. — М.: Недра, 1985