

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электр машиналары және электр желісі
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Кашева К.Ж. Т.ғ.к. доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« »

20 ж.

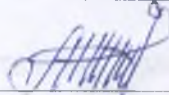
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Метрова ариадан түйкелік эскалатордың
электр желісін келтіріну

53071800 Электр энергетика мамандығы бойынша
Орындаған Әлмұхамбет Азамат Қашақтық ЭАТҚК 15-3
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші Асқарбеков Исабай Ташірбергенұлы т.ғ.р. профессор АУЭС
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)


(колы)

« 19 » 6 2018 ж.

Пікір жазушы:

ИТХУ доценті, ассоциативті профессор, т.ғ.к. Шешенбекова Т.Д.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

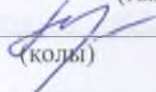
« » 20 ж.

(колы)

Кенесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

профессор, к.ғ.н. Жакупов А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)


(колы)

« 18 » 06 2018 ж.

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ата ассоциативті Бейшенбетова А.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)


(колы)

« 18 » 06 2018 ж.

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электрэнергетика және электртехника институты
53071800 Электрэнергетика мамандығы
Электр машиналары және электр желісі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Алмухамбет Азамат Қайратұлы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Метроға орнатылған туннельдік эскалатордың
электр желісін келтіріну

ректордың « 23 » 10. 2017 ж. № 155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

Эскалатордың кәтері биіктілі - 30 м
Эскалатордың кәдеу бұрышы - 30°
Бастапқы ені - 1 м
Бастапқы қараша - 0,4 м
Шың көр қараша - 0,133 м
Көтерін қарашасының бастапқы шендерінің ұш - 1,625 м
Көтерініс төселінің қозғалу коэффициенті - 0,82 м/с.
Электр көтерін күлесінің беріліс саны - 38,1
Электр желісіннің ПАК-і - 0,911

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

Дипломның мақсаты метроға орнатылған туннельдік
эскалатордың электр желісін келтіріну қарастырылған
техникалық бағыты электр қозғалтқышының артқы
сипаттамалары туралы және бастапқы пара-
метрлеріне есептеулер жүргізілуі. Осының нәтижесінде
қажетсіздігі бағытына қарап қарақпандық немесе
сүзгісі қарастырылуы. Жоғалып қалған бағыты
және оның бағыты және өткізгіштік қабілеті
есептеулері.

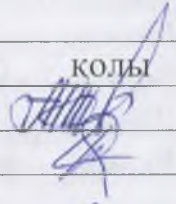
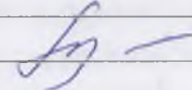
Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Эскалатордың структуралық құрылысы
2. Эскалатор кетекінің киілетін қисымына қатысты сызбасы
3. Асинхронды қоздытқыштың Г-тәріздісінің сызбасы
4. Асинхронды қоздытқыштың механикалық сызбасы
5. Электр кетектің электромеханикалық сызбасы
6. Асинхронды қоздытқыштың қасиеттік механикалық сызбасы
7. Эскалатор күштемесінің тәріздісі бойынша өзгерісі
8. Шағын және қазы диаграммасы
9. Электр кетектің күштің тәріздісінің принципіне қатысты сызбасы.
10. Mat Lab 2010 пакетіне қатысты виртуалды модель

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. М.: Высшая школа Москва 1985 г. 520 стр.
2. Коцман М.М. Электрические машины. Высшая школа г. Москва 2008 г.
3. Савитов П.И. Методика расчетов систем софта-совместимых вращающихся асинхронных двигателей. Изв. вузов. "Электромеханика". 1979. с. 520-556.
4. Алексеев А.М., Пашинин И.Н. Эскалаторы М.: Энергия, 1973 г. 72-147 стр.
5. Түзельбаев В.И. Сабақ жинағына қатысты оқу құралы Алматы 2007 ж.

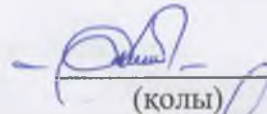
Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	колы
Ақпарат бөлімі	Ахметов У.Т.	19.6.18	
Өміртіршілік	Бейшенбетова А.С.	18.6.18	
Қауіпсіздік бөлімі	Жакуров А.А.	18.6.18.	
Жинақ бөлімі			

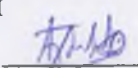
ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ
КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Экваленттер туралы қалпы шайыметтер.	5.2.18.	
2.	Экваленттердегі электр кете- ліне қойылатын талаптар.	15.2.18	
3.	Экваленттер механизмінің негізгі режимдерін таңдау	22.2.18	
4.	Э. кетек қозғалт-ық таңдау.	6.3.18	
5.	Күштік тұрлендіріліштерді таңдау	15.3.18.	
6.	Электр қозғалтқыштың күштік есептеу.	20.3.18.	
7.	Қозғалтқыштың қалыңдығы қалыңдығы және тигілі шығару.	29.3.18.	
8.	Электр кетелінің күштік режимдерін қасау.	3.4.18.	
9.	Қозғалтқыштың қозғалт қ/е арты күштік тексеру.	10.4.18	
10.	Электр кетелінің статикалық сипаттамаларын таңдау	26.4.18.	
11.	Көбінесе техника - экономика- лық негіздерін есептеу		
12.	Өміртіршілік қауіпсіздік қалып есептеу.		
13.	Дипломға қорытындылау		

Тапсырманың берілген уақыты « 23 » 09 2017 ж.

Кафедра меңгерушісі  Калшева К.Ж. т.ғ.к. доцент
(КОЛЫ) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі  Азimbekov У.Т. т.ғ.д. профессор
(КОЛЫ) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
кабылдаған студент  Жаныалбет А.К.
(КОЛЫ) (аты -жөні)

Андатпа

Дипломдық жоба «Метроға арналған туннельдік эскалатордың электр жетегін жетілдіру» тақырыбына арналған. Бұл дипломдық жұмыс негізгі бөлімнен, өміртіршілік қауіпсіздігі және экономикалық бөлімдерден тұрады.

Бұл жұмыста электр жетегін жетілдіру қарастырылды, сәйкес қуатты қозғалтқыш таңдалып, оның негізгі параметрлері есептелді. Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың қуатына сәйкестендіріп, жиілікті түрлендіргіш алынды. Эскалатор құрылымдарының негізгі сұлбалары, асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасының сұлбасы, жасанды механикалық сипаттамасын сұлбасы тұрғызылды.

Matlab бағдарламасында электр қозғалтқыштың параметрлеріне қатысты процестер көрсетілді

«Өмір тіршілік қауіпсіздігі» бөлімінде қоршаған ортаны жасанды жарықтандыру және шу деңгейін есептеу қарастырылды. Эскалатордағы еңбек қауіпсіздігіне шолу жасалды. Жасанды жарықтандыру жүргізілу үшін арнайы люменцентті лампалар қарастырылды. Шу деңгейіне қойылатын талаптар қарастырылды.

Экономика бөлімінде пайдалану құны және өтелу уақыты қарастырылды.

Аннотация

Данная дипломная работа предназначена на тему «Модернизация электропривода туннельного эскалатора». Работа состоит из следующих частей: техническая часть, безопасность жизнедеятельности и экономическая часть.

В работе рассмотрена модернизация электропривода, выбран двигатель соответствующего мощности, рассчитаны основные параметры. Был выбран частотный преобразователь мощность которого равно с мощностей асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Были построены основные схемы электропривода эскалатора, естественная и искусственная характеристика асинхронного двигателя.

В программе Matlab показано процессы соответственно к параметрами асинхронного двигателя.

В части «Охраны окружающей среды» рассмотрены искусственные освещение и уровень шумов окружающей среды. Рассмотрена рабочая безопасность эскалатора. Чтобы обеспечить искусственные освещение устанавливаем люменцентные лампы.

В экономической части был рассмотрен цены на эксплуатацию и время срока окупаемости.

Annotation

The diploma work is written on the theme "Modernization of the electric tunnel escalator for the metro." The work consists of the following components as the technical part, life safety and economic part.

In the work the modernization of the electric drive is considered, the engine of the corresponding power is selected, the main parameters are calculated. A frequency converter was selected whose power is equal to the powers of an induction motor with a squirrel cage rotor. The basic schemes of the electric drive of the escalator were constructed, the natural and artificial characteristics of the induction motor.

The program Matlab was developed simulation model of the drive.

As part of the "environmental protection" examined artificial lighting and noise level the environment. We consider the working safety of the escalator. To provide artificial lighting establish luminescent lamps

The economic part of the price was considered for operation and time for the payback period.

Мазмұны

Кіріспе	8
1 Техникалық бөлім	10
1.1 Эскалатор туралы жалпы мағлұмат	14
1.2 Эскалатордың баспалдақ бөлімдері	14
1.3 Эскалатордың тарту тізбектері	16
1.4 Эскалатордың қадамдары	19
1.5 Эскалатордың жетегі	22
1.6 Эскалатордың жетегіне қойылатын басты талап	22
1.7 Алматы қаласындағы метрополитенде орналасқан эскалаторлар	23
2 Есептік бөлімі	27
2.1 Есептеуге қажетті бастапқы деректер	27
2.2 Қозғалтқыш жетегіне әсер ететін статикалық жүктемелерді анықтау	27
2.3 Электр қозғалтқыш таңдау	32
2.4 Қозғалтқышты түрі және жүктемелік қабілеті бойынша тексеру	39
2.5 Тәулік мезетінде электр энергиясының шығынын, орташа- тәуліктік ПӘК-ті және қуат коэффициентін есептеу	40
2.6 Электр жетегінің жүктемелік диаграммасын тұрғызу	40
2.7 Қызуы және асқын жүктелу деңгейін алдын- ала тексеру	43
3 Жиілікті түрлендіргіштің типін таңдауды есептеу	
3.1 Түрлендіргіштің күштік тізбегінің параметрлерін анықтау және элементтерін таңдау	45
3.2 Электр жетегінің механикалық сипаттамаларын есептеу	48
3.3 Скалярлық басқару кезінде $U_n/f_n=const$ заңы бойынша механикалық сипаттамасын тұрғызу	50
4 Автоматтандырылған электр жетегінің математикалық моделін құру	52
5 Өміртіршілік қауіпсіздігі негізі бөлімі	59
5.1 Жасанды жарықтандыру	62
5.2 Шу деңгейін есептеу	66
6 Экономикалық бөлім	71
6.1 Эскалаторды жетелдірудің техника-экономикалық негізделуі	71
6.2 Электр қозғалтқыштың капиталдық салымдарын есептеу	74
6.3 Эксплуатациялық шығындар	76
6.4 Электр энергия шығындары	77
6.5 Капитал салымдардың тиімділігін анықтау	79
Қорытынды	81
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	82

Кіріспе

Жолаушылық көтеру-транспорттық машиналар екі топқа бөлінеді: циклдық және үздіксіз қозғалыс. Біріншісіне шахталық және басқада көтергіштерді сонымен қатар жолаушылық, жүк - жолаушылық, ауруханалық және арнайы лифтерді жатқызуға болады. Фуникулер және арқанды жолдардың көпшілік машиналары осыған кіреді. Үздіксіз қозғалыс машиналарына көп кабиналы көтергіштер, эскалаторлар, жолаушылық конвейерлер жатады.

Жолаушыларды бір деңгейден екінші деңгейге ауыстыруға арналған маңызды көліктердің бірі эскалатор болып табылады. Эскалаторлар жоғары жеткізу қабілеттілігіне және сенімділікке ие сонымен қатар жеткілікті дәрежеде ыңғайлы, қоршаған ортаны ластамайтын қауіпсіз көлік түрі.

Эскалаторлардың жедел саты, көтергіштер, фуникулер және т.б. жұмыс істеу принциптері шамалас қондырғылармен салыстырғанда біршама артықшылығы бар. Оның басты артықшылығы – ені 1м болғандағы аса өнімділігі (10-14 мың адам/сағ). Қазақстандағы метробекеттің өнімділігі 1 минутта 140-170 адам, жедел сатылардікі 1 минутта 50 жолаушы, патерностер өнімділігі 7-12 адамды құрайды. Оның өндірімі жоғарылау ұзындығына тәуелді болмайды. Бұл эскалаторды өндірісте пайдалануда да ерекше маңызға ие, өйкені адамдарды бір деңгейден екінші деңгейге жеткізу бір қалыпты жылдамдықмен жүзеге асады. Өнімділік тұрғысынан эскалаторлармен жолаушылар таситын конвейер өнімділіктері бірдей болып табылады. Конвейер көлденең бағытпен я болмаса аз иілу бұрышымен (12° -қа дейінгі) жұмыс істеуге, ал эскалаторлар иілу бұрышы 30-35°-пен жұмыс істеуге арналған. Жылжымалы баспалдақтардың жүру қарқыны мен адамдардың баспалдаққа міну қарқыны оның өнімділігіне әсерін тигізеді. Ал жедел саты және фуникулер өнімділігі жоғарылау биіктігіне тура байланысты. Эскалатордың бірден-бір ерекшелігі: адам эскалаторға шығуды және әрекеттің басталуын күтпейді. Тасымалдау барысын жеделдету және эскалаторда тұратын уақытты азайту мақсатында, адам баспалдақпен ілгері жылжи алады. Апаттық қауіп туындағанда оны жай саты түрінде пайдалану ерекшелігі эскалатордың ең басты артықшылығы болып есептеледі.

Көп қабатты жер асты және жер үсті кешендердің, адамдар көп жүретін аймақтардың пайда болуына байланысты эскалаторларға деген сұраныс артуда. Эскалаторлар орналасқан ғимараттардың күрт артуына орай оларды басқаратын және қызмет көрсететін арнайы мамандандырылған кадрларды даярлау маңызды іс.

Алматы қаласының метрополитенінде және еліміздің әртүрлі ғимараттарында түрлі эскалаторлардың конструкциялары эксплуатациялануда. Эскалаторлардың әр қайсысының электр жабдықтары алуан түрлі және олардың басқару схемаларыда бір-бірінікіне ұқсамайды (100-ге тарта басқару сұлбасы бар). Эскалаторлар жалпы қолданылуы бойынша екі түрге бөлінеді: қабаттық және тоннельдік . Қазіргі таңда эскалаторлар кез-келген жерде қолданылады: сауда орталықтарында, вокзалдарда және т.б.

жерлерде қолданылатын эскалаторлар қабаттық деп аталады. Бұлар метроларда қолданылатын үлкен ауқымды эскалаторлармен салыстырғанда көлемі кіші болып келеді. Ал тоннельдік эскалаторлар атына сәйкес туннельдерде, метроларда қолданылады. Олар ұзындығы бойынша бірнеше ондаған метрге дейін жетеді. Әлемдегі ең ұзын эскалатор Санкт-Петербург қаласындағы метрополитеннің “Адмиралтейская” станциясының эскалаторы болып табылады. Әр қайсысының ұзындығы 137.4 м, ал көтеру биіктігі 68.7 м.

Қабаттық және тоннельдік эскалатордың жұмыс істеу принциптері бірдей. Ол келесі құрылымнан тұрады: эскалаторлардың әр баспалдағы (жанынан қарағанда “Г” әрпіне ұқсас) екі жағынан екі ұзын тізбекпен жасалған. Ал төмен жағынан бағыттаушы рельстер арқылы жүретін роликтерге отырғызылады. Тізбектер жоғарғы және төменгі жағында тұратын, екі білікте айналатын, тоқтаусыз айналатын сақинаға бекітіледі. Айналатын механизм электр қозғалтқышы арқылы іске қосылады. Ол эскалатордың жоғарғы астыңғы аймағында орналасқан.

1 Техникалық бөлім

1.1 Эскалаторлар туралы жалпы мағлұмат

Эскалатор (лат. тіліненен. Scala - баспаладақ) адамдарды тасымалдауға арналған, үздіксіз қозғалатын сатыдан тұратын, баспалдақ тәрізді конвейер.

Горизант бойынша 30° бұрышпен орналасқан екі үздіксіз тізбекте тоқтаусыз қозғалыс тудыратын сатылар орналасқан. Баспалдақтың жоғарғы және төменгі жағында жолаушылар тасымалына ыңғайлы болу үшін горизантальды алаңқайлар болады.

Эскалаторлар тоннельді және көпқабаттық эскалаторлар болып бөлінеді.

Тоннельді эскалаторлар ұзын көлбеу тоннельдерде- метро станцияларының кірістерінде орналасады.

Көпқабаттық эскалаторлар өте терең емес жер асты кеңістіктерде, кеңселік, ойын-сауда орталықтарында қолданылады.

Эскалатордың горизант бойынша иілу бұрышы 30° . Бұл жағдайда жүріс жақтауларында баспалдақтар өлшемінің радиальды қатынасы болады: оның биіктігі 200 мм-ге тең, және алаң тереңдігі – 400 мм. 45° 60° иілу бұрышы кезінде сатылар өлшемінің қатынасы жолаушылардың қауіпсіз тасымалын қамтамасыз ете алмайды. Тоннельді эскалаторлар үшін сатылар ені 1 м деп қабылданған, ал көпқабаттық эскалаторлар үшін – 0,6 м. Вертикал бойынша эскалаторлардың биіктігі станцияның орналасу тереңдігіне байланысты болады. Мысалға, ЛТ-2 эскалаторының ең жоғарғы көтеру биіктігі 65 м. Үлкен биіктікке көтеру кезінде қосымша эскалатор орналастырылады.

Сатылық төсемнің жылдамдығы эскалаторға кіру және одан шығу қауіпсіздігінің, сонымен қатар жолаушыларды тасу кезінде максималды жүктелу шарттары ескеріліп орнатылады. Бұл жылдамдық 0.72; 0.94; 1 м/с деп қабылданған. Сатылық төсемнің жылдамдығының үдеуі эскалатордың іске қосылуы және тоқтауы кезінде жолаушылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажет. Бастапқы моментте үдеудің шамасы 0.6 м/с^2 -тан аспауы керек, ал қозғалыс кезінде эскалаторлардың жолаушылармен жүктелу деңгейіне тәуелсіз түрде - 0.75 м/с^2 болуы шарт. Тежелу кезінді біртіндеп ақырындау төменге қарай 0.6 м/с^2 , жоғары қарай 1 м/с^2 -тан кем емес. Апаттық тоқтау жағдайында тежелу 2 м/с^2 аспауы керек.

Тасымалдау қабілеттілігі – белгілі бір уақыт бірлігіндегі тасымалданатын адамдар саны.

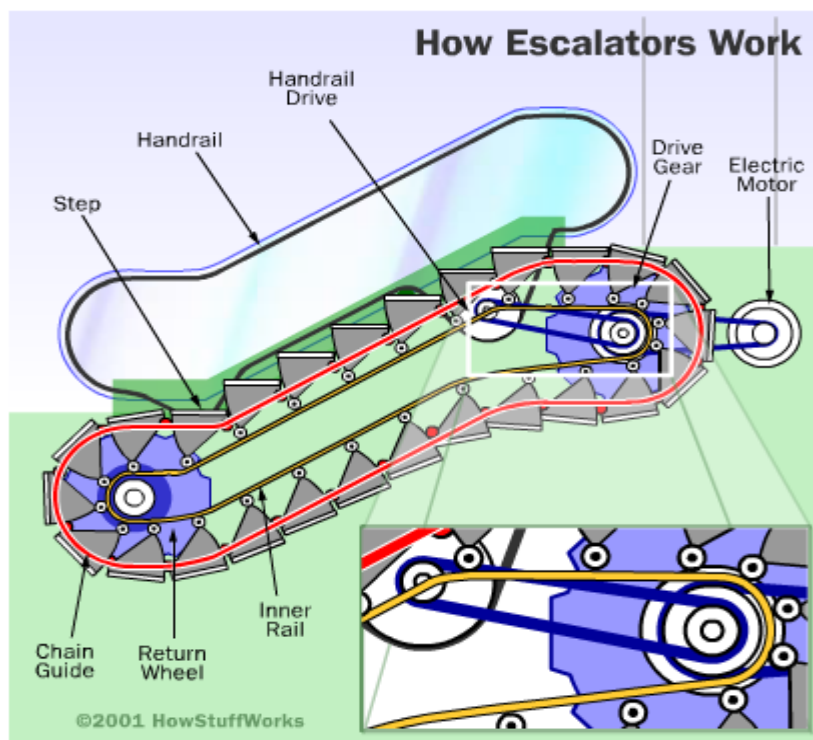
Мына жағдайда:

- төсем қозғалысының максималды жылдамдығында - 0.9 м/с^2 ;
- саты қадамы – 0.4 м;
- бір ғана сатыға орналасатын адамдар саны (бір эскалаторлық төсемнің толтырылуы) – 2 адам;
- сатының толтырылу коэффициенті (әр сатының жолаушымен бір қалыпты емес толтырылуы ескеріледі) – 0.5-0.6
- эскалатордың тасымалдау қабілеттілігі – 8100 адам/сағ құрайды.

Бұл өлшемдер жобамен алынатын жолаушылар легіне тәуелді түрде, метрополитен станцияларында эскалаторларды орналастыру есептерінің ережесіне және құрылыстық нормаларға сәйкес қабылданған. Эскалатордың тасымалдау қабілеттілігі көтерілу биіктігіне тәуелді емес, ол қозғалыс жылдамдығына және эскалатордың бір сатысының жолаушылармен толтыру коэффициентіне тәуелді.

Табиғи зерттеулердің нәтижесі сатының толу коэффициенті 0.7-0.8 болған кезде бір эскалатор 10-12 мың адам/сағ. тасый алатынын көрсетеді.

Станцияда әр вестибюлде эскалаторлық ленталардың саны 3-тен кем болмауы тиіс. Вокзал маңындағы станцияларда, яғни біркелкі емес жүктелу болатын жерлерде төрт эскалаторлық ленталар орналасады.



1.1 сурет - Эскалатордың структуралық құрылымы.

Баспалдақ бөлігі

Қазіргі таңдағы эскалаторлардың баспалдақ бөлігі екі тұйықталған тарту тізбегімен байланысқан саты жүйесін тұрады. Баспалдақ бөлігі жолаушылар тасымалдауды тікелей жүзеге асырады және ол эскалатордың негізгі және жауапты органы болып табылады. Осыған байланысты баспалдақ бөліктердің конструкциясына толығымен және оның құрамдас элементтері – саты мен тарту тізбегіне жоғары талаптар қойылады.

Олардың ішіндегі негізгілері мыналар:

1. Жоғары беріктілік және пайдалану қолайлылығы өз кезегінде машинаның үздіксіз жұмыс істеуіне кепілдік беруі қажет.

2. Трассаның барлық аймақтарында дұрыс кинематикалық әсерлесуді қамтамасыз ететін детальдарды жоғары дәлдікпен жасау.
3. Жөндеуді қажет етпейтін және апатсыз жұмысты қамтамасыз ететін детальдардың жоғары төзімділігі.
4. Сыртқы тұрқының әдемілігі мен шусыз жұмыс істеуі.
5. Баспалдақ бөлігі мен жекелеген элементтерінің салмағының аз болуы.

Тарту тізбектері. Баспалдақ бөлігінің тарту тізбектері пластиналы, втулка-роликті болып жасалынады. Ол конвейерлердің стандартты тарту тізбектерінен (ГОСТ 588-54) қадам көлемімен, пластина конструкциясымен, детальдардың материалымен ерекшеленеді. Эскалаторлардың тарту тізбектері буындарының жалғануына байланысты 2-ге бөлінеді:

1. Құрастырмалы. Құрастырмалы тарту тізбектерінің кез-келген бөлігін көршілес тұрған кез-келген детальға зақым келтірмей шешіп қайта құрауға болады.
2. Құрастырылмайтын. Тарту бөліктерінің тек кейбірлерін ғана шеше алу.

Эскалатор құрылысында құрастырылмайтын тарту тізбектеріне олардың үлкен пайдалану қолайлылығына және комплектациялау мүмкіндігіне байланысты артықшылық беріледі. Өрмелердің ұзындығы саты қадамдарына еселі болуы шарт. Өрмелердің (плеті) монтажын жеңілдету үшін оның салмағының 100-150 кг аспауы қарастырылады. Эскалаторға орналастыру алдында барлық тізбектің өрмесін екі еселі эксплуатациялық жүктемелік созылуға тексереді.



1.2 сурет - Эскалатордың тарту тізбектері.

Жоғары дәлдікті және машинаны құрастыру үшін тізбек өрмелері дайындалу барысында өлшемдері бойынша жұпталады. Эскалаторларды жинау барысында бұл өлшемдердің айырмашылығы минималды болуы керек.

Қадам. Тізбектердің негізгі параметрлерінің бірі оның қадамы болып табылады. Жолаушылар эскалаторында саты қадамын әдетте 400 және 405 мм өлшеммен жасайды. Эскалатордың шусыз жұмысын және бірқалыпты қозғалысын қамтамасыз ету үшін тізбек қадамын мүмкіндігінше аз қылып алу

керек. Қадамдарды азайтқан кезде тізбектердің топса саны көбейеді. Бұл суретте көрсетілгендей, бұл оның ауырлауына және құнының қымбаттауына алып келеді.

Тізбектердің тозуы оның қадамдар мөлшеріне және топса санына тура пропорционал. Сондықтан, жұлдызшалардың біркелкі диаметрі кезінде тізбектің суммарлық тозуы әртүрлі қадаммен бірдей. Осыған байланысты үлкен қадамды тізбек жеңіл әрі көпке шыдамды бола тұра бұған қарағанда аз қадамды тізбектер үнемді болады.

Назарда ұстайтын бір нәрсе тізбектің қадамын арттырған кезде ереже бойынша шусыз және қалыпты жұмысты қамтамасыз ету үшін біруақытта жұлдызшалардың да диаметрін арттыру керек.

Пластиналар. (ГОСТ 588-54) стандартты тарту тізбегінен айырмашылығы эскалаторлардың тарту тізбегі пластинасында арнайы тіректерден тұрады. Тарту тізбектерінің үзілген жағдайында бұл тіректер қарсы бағыттаушы жүгіргіштермен бірге соңғыларының жиналып қалмауына әсер етеді. Осыған байланысты тізбектер үзілгенде өзінің әуелгі қалпын сақтайды және сатылар бұзылмайды. Пластиналарды арнайы шабылған жолақты болаттан жасайды. Тізбек конструкциясының маңызды сипаттамаларының бірі пластиналардың түр-өлшемдік саны болып табылады.

Білікше, втулка, роликтер. Топса біліктерінен сатылардың осьтері өтеді. Оларды ортасын қуыс қылып, 0.4-0.7 диаметр өлшемде жасайды. Басқа топсалардың білікшелері жалпақ болуы мүмкін. Құрастырылатын тізбектерде втулка мен білікшенің соңғы жақтарын пластинаның қуыстарына отырғызу орналастырудың екінші класына байланысты. Втулка мен білікшенің соңғы жақтарының айналып кетуін болдырмау үшін қасқалша (лыска) қолданылады. Құрастырылмайтын тізбектерде білікше мен втулканың пластинамен жалғануы арнайы пресстік жалғанумен жүзеге асады. Пластинаның өзекшесіне жалғаушы біліктерді орналастыру 0,05-0,1 мм саңылаумен жүргізіледі.

Көрсетілген пластиналардың бекітілуі білікшелерде болатын кемшіліктен құтылуға септігін тигізеді. Пластинаның саңылауы формасы бұл жағдайда қарапайым, білікшелерді механикалық және термиялық өңдеу көп жұмысты қажет етеді. Олар жоғары беріктілікке ие және құрастыру кезінде зақымдалмайды. Цилиндрлік бөлшектердің беткі қабатын майлау үшін радиалды саңылау ал кейбір түрлерінде осьтік саңылау қарастырылады.

Сатылар. Ұзын базалы сатылардың кемшілігі дайындау жұмысының қиындығы. Бұнымен қоса, мұндай модельдерді қолдану тарту жұлдызшасының диаметрін азайту мүмкіндігін шектейді. Ұзын базалы сатылар эскалатор құрылысында ең көп таралған түрі болып табылады. Олардың базаларының өлшемі 460-540 мм аралықта өзгеріп тұрады.

Сатылар тарту тізбегінің орналасуы бойынша:

1. Негізгі жүгіргіштердің габариттеріне арналған (1.3 сурет);
2. Негізгі жүгіргіштерге және каркас аралықтарына арналған болады.



1.3 сурет - Жеңілдетілген саты.

Негізгі жүгіргіштердің габариттері үшін тарту тізбегін орналастыратын сұлба негізгі және қосымша жүгіргіштердің бір-біріне жақындауына және иілген аймақта олар үшін бір бағыттаушы қабылдауға мүмкіндік береді. Осыған қоса, бұл жағдайда негізгі жүгіргіштермен кааркастың осы бірнеше иілу моменттерін қабылдайды.

Каркас. Сатының каркастары негізгі тасымалдауыш элементтер болып табылады. Ол екі боковин-кронштейннені бар металлоканструкцидан тұрады. Каркастың жоғарғы жағын жолаушылардың тікелей орналасуы үшін настильмен жабады. Ал төменгі жағын негізгі және көмекші жүгіргіштерге осыпен бекітеді. Каркастың жанына подступенка бекітіледі. Саты қозғалысының дұрыс кинематикасын қамтамасыз ету үшін каркас өзгерілмейтін дәл мәндерге ие болуы керек. Каркастың дайындалу дәлдігіне қойылатын талаптарды жоғарылату әсіресе оның басқа детальдармен жалғану места басқа детальдардағы сияқты сатылардың өзара алмасуын қамтамасыз ету қажеттілігі бойынша анықталады. Каркастың бөлшектерін прокаттық профильден, құймадан және штамповкадан жасайды. Олар дәнекерленіп, шегеленіп, кей жағдайда резьбалық детальдармен жалғанады.

Кранштейндердің дайындалу тәсіліне байланысты каркастар дәнекерленген, құйылмалы, таңбаланған кранштейнді каркастар деп бөлінеді. Олардың негізгі кемшілігі детальдардың пішін өзгерісі, осының әсерінен эксплуатация кезінде каркастың дұрыс құрастырылған өлшемдерінің өзі өзгеріп кетеді. Құйылмалы кранштейндерді қолдану барлық детальдарды тойтармамен жалғау (заклепка) дәнекерленетін сатыларда кездесетін кемшіліктерден құтылуға мүмкіндік береді. Таңбаланған кронштейнді сатылар көп жағдайда құйылмалы кранштейнді сатылармен ұқсас болып табылады. Олардыңа детальдарының жалғануы тойтарма арқылы жүзеге асады. Бұл сатылардың артықшылығы конструкциясының қолайлылығы және салмағының аздығы.

Жүгіргіштер. Сатылардың жүгіргіштері салыстырмалы жоғары емес айналу санында жұмыс істейді (минутына 80-140). Жүктеменің сипатына байланысты ол кейде ауыр жүктеледі. Бұл бірінші кезекте негізгі жүгіргіштерге түседі және 800 кг дейін жетуі мүмкін. Жүгіргіштерді қолдану ұзақтығын анықтайтын негізгі элемент обод пен подшипниктердің конструкциясы болып табылады. Эскалаторлар құрылысында жүгіргіштердің ободы үшін пластмасса, резина және престелген тігін қолданылады. Подшипникті жүгіргіштердің негізгі кемшілігі оны жиі майлап тұру керек, сонымен қатар подшипниктердің, осьтердің тез істен шығуы. Осы кемшіліктерден құтылу үшін заманауи эскалаторларда, жылдық майлану қоры бар тербелмелі подшипниктер қарастырылған. Пластмассалы жүгіргіштердің дұрыс жұмысын қамтамасыз ету үшін ободтың формасын таңдау негізгі ұғым болып табылады. Бұл жүгіргіштерге қалыпты жүктеме кезінде, осьтік жанама жүктеме әсер етеді. Бұл жүктемелер жүгіргіштің өзінің бір ернеуіне қатысты төңкерілуін тудырады. Мұндай жағдайда, егер жүгіргіш цилиндрлік формада болса, бұл төңкерілу обод пен қапталдардың қабатының тез бүлінуіне алып келеді. Резиналы ободты жүгіргіштер бағыттауыштарды тоздырмайды. Бөліктердің қапталдық жылжуы болмаған жағдайда ол жеткілікті шусыз жұмыс істейді.



1.4 сурет – Эскалатордың тарту жұлдызшалары.

Саты төсемдері. Заманауи эскалаторлардың сатыларының төсемдері рейкалы типте болады. Төсемдерін ағаш жабынды түрінде де жасайды. Эскалаторларға жолаушылардың қауіпсіз өтуі үшін кіру аймағында арнайы тішелері бар тарақшалар қарастырылған. Төсемдерді жасау үшін қатты ағаштарды, пластифицирленген сүректі, жеңіл балқыманы және пластмасса қолданылады. Төсемнің маңызды параметрлері рейка қадамы және оның биіктігі мен өзара арақашықтығы болып табылады. Эскалатор құрылысы төсемдерді оның рейкаларының арақашықтығын 12 мм-ден жоғары қылып дайындауға тыйым салады. Аз қадамдарда өз кезегінде кемшіліктерге ие. Аз

қадам кезінде сатыларды дайындаудың жоғары дәлдігі мен сатылардың гребенка арқылы өткен кезінде сатыларды бағыттайтын қондырғының болуы қажет. Сондықтан 18 мм-ден кіші қадамды таңдау дұрыс болып табылады.

Кіріс аймақтар. Эскалатордың кіріс аймақтарының жобалануы саты кенебімен тығыз байланысты. Кіріс аймақтар келесі негізгі элементтерден тұрады: плиталар, гребенкалар, коврик, саты бағыттауыш құрылғы. Плиталар болаттан жасалады. Шойынды қолдану плиталардың соққысы кезінде зақымдалады. Гребенка жолаушылардың эскалатордан қауіпсіз шығуы үшін қолданылады. Оның болатты тішшелері болады. Төсем рейкасы жандарының соқтығысуын болдырмау үшін тішшелердің қалыңдығын гребенка, каркас, төсемдерді кез-келген өлшемде жасау барысында және олардың бағыттауыштарының төсем рейкасымен гребенка тішшелерінің арасында белгілі бір саңылау қалдыру керек. Котлонадзор Ережесі бойынша бұл арақашықтық 1-4 мм болуы шарт. Бұған қоса, полатнаның дұрыс жұмыс істеуі үшін көрсетілген элементтердің кез-келген өлшемдерінде гребенка тішшелерінің соңғы жағы төсем рейкасының басымен ойысының арасында белгілі бір аралықты ұстауы қажет. Қарсы жағдайда, жолаушыларға зиян келеді немесе саты төсемдерінің гребенка тістері арқылы бұзылуы болады.

Төсемнің жоғарғы қабатының деңгейіне қатысты гребенка тістерінің жағдайы жүгіргіштердің тозу деңгейіне және оларға сатының гребенка арқылы өткенде қатты заттардың түсуіне байланысты. Жүгіргіштердің ауқымды бүлінуі төсемгеде, гребенка тішшелерінің рейка арасындағы ойыстан шығып кетуіне және жолаушылардың зақым алуына әсер етеді. Жүгіргіштердің астына қатты зат түсіп кеткенде, гребенка сатыларының кенеттен көтерілуі төсемнің және тістердің зақымдалуына алып келеді.

Бұдан құтылу үшін, мүмкіндігінше рейканың биіктігін үлкен қылып алу керек немесе тозудың алдын алу керек. Жалпы жағдайда тозудың алдын алу қолайсыз. Сондықтан, жүгіргіштердің тозбауын қамтамасыз ететін жерлерде қарсы бағыттаушы жүгіргіштермен гребенкаларды арнайы есеп арқылы басқарылатын етіп жасайды. Төсемнің аз қадамы кезінде сондары жіңішкерген тішшелерден құтылу керек. Тішшелердің иілуін 5/1 етіп қабылдау керек. Үлкен ауқымдағы иілу жолаушылар үшін қолайсыз, ал полотнада тішшелерді ұзартуға тура келеді. Бұл өз кезегінде оның әлсізденуіне алып келеді. Кілемше жолаушы гребенкадан өткеннен кейінгі түсетін деталь болып табылады. Сырғанамау үшін кілемшенің сыртын кедір-бұдырлы етіп жасайды. Кедір-бұдырлықты әртүрлі етіп жасайды. Көрсетілген кедірлеуді эскалатордың осыне перпендикуляр етіп жасайды. Кілемшелерді болаттан дайындайды. Оларды шойыннан жасау соққыға төзімсіз болып табылады.

1.5 Эскалаторда қолданылатын электр жетегі

Жетек дегеніміз көліктердің және механизмдердің жұмысын жүзеге асыратын жабдық. Жалпы алғанда жетек қозғалысты жүзеге асыру үшін қажет механизм қозғалтқышымен (эскалаторларда – асинхронды электрқозғалтқышы) басқару құрылғыларынан тұрады.

Жылжымалы баспалдақтар жетегінің түрі бойынша бір жетекті, модульді, бір жылдамдықты, көп жылдамдықты жылжымалы баспалдақтар деп бөлінеді. Бір жетекті жылжымалы баспалдақтар дегеніміз – жұмыстық қозғалыс бір жетек валы арқылы жүзеге асады. Модульді эскалаторлар әртүрлі тұрақты құрылыстық агрегаттар – модульден, бірдей жұмыс атқаратын өздігінен жетек валы арқылы қозғалысы жүзеге асатын жұмыс құрылымдарынан тұрады. Біржылдамдықты жылжымалы баспалдақ дегеніміз – тек бір ғана қолданыстық жылдамдығы бар эскалатор. Көп жылдамдықты эскалатор дегеніміз – екі немесе одан да жоғары қолданыстық жылдамдығы бар көлік түрі.

Заманауый жылжымалы баспалдақтарда жетектің 2 түрі қолданылады. Біріншісі - негізгі жетек – нақты жылдамдықта (0,5 м/с- тан 0,98 м/с- қа дейін) адамдарды тасымалдалауда баспалдақ төсемінің қозғалысын жүзеге асыру үшін арналған . Екіншісі – қосымша – техникалық қызмет көрсету барысында, монтажда және демонтажда баспалдық төсемін қозғалысқа келтіруге арналған. Бұл кезде төсем жылдамдығы 0,04 м/с –тан аспайды.

Жылжымалы баспалдақтың негізгі валы дегеніміз – баспалдақ төсемінің тарту жұлдызшасына қозғалысты беретін вал. Бұл негізгі жетек – адамдарды тасу барысында эскалатордың баспалдақ төсемін қозғалту үшін керекті жетек. Жылжымалы баспалдақтың көмекші жетегі дегеніміз – монтаж, демонтаж мен техникалық қызмет жасау барысында, апаттық тежегіштің тежеліп тоқтауы кезінде баспалдақ төсемін қозғалтуға қажетті жетек. Валдың сұлбасы мен құрылысы оның жұмысымен, эскалатордың тасымалдау биіктігінен, жобалаудың моментінен тәуелді. Негізгі электр қозғалтқыштың санына қарай жетек бір қозғалтқышы бар я болмаса негізгі жетек екі тұстан айналатын екі қозғалтқышы бар болуы ықтимал.

Кеңес Одағында құрастырылған жылжымалы баспалдақтарда, Н-40 типтіден басқасында, бір қозғалтқышты жетек пайдаланған. Кей шет елдік зауыттар екі қозғалтқышы бар жетек дайындап шығаруда, себебі бұл үрдіс әртүрлі көтеру биіктігі бар эскалаторларды тұтастандыруға жағдай жасайды. Мысалға, 25 метрлік эскалаторға бір қозғалтқышты жетек қолданылады, ал 25-50 метр арақашықтықта тура осындай тек екі тұсынан екі жетек қолданылады. Екі қозғалтқыш та бір мезетте бір валда жұмыс атқаратын болғандықтан, екі қозғалтқышты болғандығына қарамастан бұл эскалаторлар біржетекті көліктерге жатқызылады.

Негізгі білікке айналу берілісінің тәсіліне қатысты жетек бір - немесе екітарапты болуы, центрлік берілісі болуы ықтимал. Біртарапты жетек тісті муфталардың, тізбектік немесе тістік беріліс көмегімен дайындалады. Тісті муфталарды қолданудың артықшылығы – монтаж және демонтаж кезінде барынша қолайлы. Дей тұрғанменде бұл кезде жетектік габарит өлшемдері ұлғайады, ал ең негізгісі – оның жұмыс істеуі қиындай түседі, сенімділігі мен қолдану қауіпсіздігі нашарлайды.

Жетектегі тізбектік берілуді пайдалану барысында іске келтіруші жұлдызша редуктордың шығыстық валында орналасады, ал жетекші жұлдызша негізгі валдың консолында немесе оның тіректерінің арасында

жайғасады. Тізбекті берілістің негізгі артықшылығы – оның дайындалуының ыңғайлылығы, беріліс механизмнің бағасының арзандығы, өлшемдердің аздығы. Мұндай артықшылықтар жеткілікті болуна байланысты, тізбектік жетек тасымалдау арақашықтығы аз жылжымалы баспалдақтарда кеңінен қолданылыс тапқан (ЭМ-3, ЭМ-1М, ЛТ-4, ЛТ-2, ЭП, Н-10-1, ЭТ-5, ЭЗ).

Екі тарапты жетек жалпы құрылысы бойынша екі қозғалтқышты жетекке ұқсаса, айырмашылығы – оның тек бір қозғалтқышы бар. Жетек тістік доңғалақтардың сыртқы орналасуына қарай жіктеледі. Оң және сол тарап беріліс нағрузкалардың әрқилы болуы оларды жалғап тұрған валдың айналу деформациясының септігінен пайда болады. Деформация аз болған сайын, валда соншалықты қысқарақ болады, осыған орай, доңғалақтардың жылжымалы баспалдақтың ішінде орналасуы өзіндік артықшылықтарға ие, бірақ жұмыс істеу барысында қолайсыздық туындатады. Сонымен қоса доңғалақтардың жылжымалы баспалдақтың ішінде болуы жетектің өлшемі және салмағын әлдеқайда арттырады. Айтылған сұлба ЛТ-1 және ЛТ-2, ЛТ-3, ЛТ-4 типтілерде қолданыс тапқан.

1.6 Эскалатордың жетегіне қойылатын басты талап

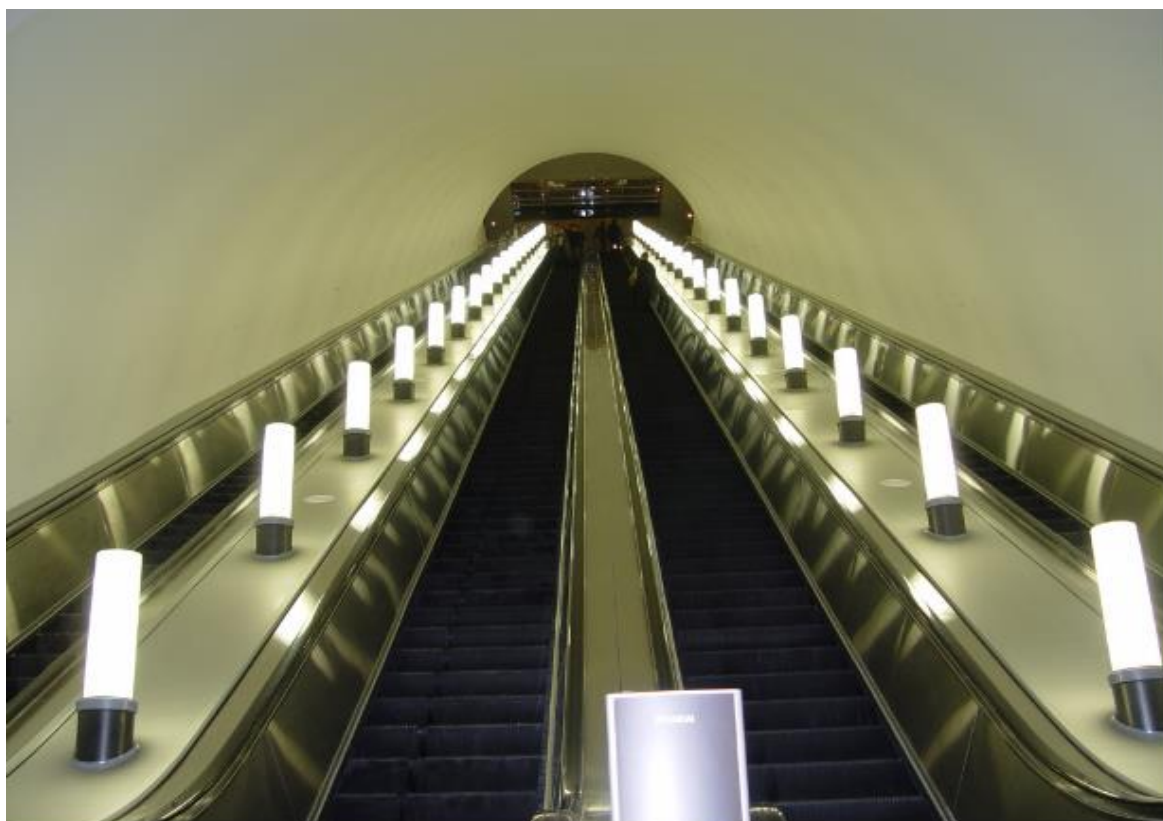
Эскалатор жетегіне қойылатын басты талапқа мыналар жатқызылады:

1. Орын алуы ықтимал аз уақытты асқын жүктелу барысында толық пайдалану сенімділігін кепілдік ететін тұтастай элементтерінің аса мықтылығы;
2. Эскалатордың біраз жылға дейін ұзақ жұмыс істеу уақыты, әдеттегі жұмыс атқаруын қамтамасыз ететін элементтерінің тез ескіруге төзімділігі;
3. Шектік үнемдеу механизмдері барысында (машина құрылысының жиі орнатылған өлшемдерінің әсерінен) жөндеу жұмыстары және қызмет етуінің қолайлылығы.

1.7 Алматы қаласындағы метрополитенде орналасқан эскалаторлар

1988 жылдан бері қарай Алматыда метро жасау құрылысы тез дами түсті. Алайда 1991 жылы Кеңестер Одағының құлауы мен сол уақыттағы экономикалық, технологиялық дағдарыстар бұл жұмыстардың тоқтауына әкеліп соқты. Біршама қауырт мәселелер, финанстық-техникалық агрегаттардың жетіспеуі метрополитен құрылысының біраз жылдарға дейін тоқырап қалуына басты себеп болды. Мұндай шешілуі қиын мәселелер бір арнаға түскеннен кейін, метро жұмысы қайта қолға алынып қаламызда ең алғашқы метро станциясы 2011 жылдың 1 желтоқсанында ұзындығы 8,6 қашықтық болатын метро жолы халыққа қолданысқа берілді. Бұл бекеттер шығыс-оңтүстік және шығыс-батыс бағыттарын құрайтын бекеттер, яғни: «Райымбек батыр», «Жібек жолы», «Алмалы», «Абай», «Байқоңыр» және «М.Әуезов атындағы Драма театры» және «Алатау». 2015 жылы 18 сәуірде пайдалануға және екі «Сайран» және «Мәскеу» станциялары берілді. Бұл метро туннелінің қашықтығын 2,75 км-ге арттырды. Алматы қаласындағы

метрополитенде орнатылған эскалаторлар - оңтүстік корейлық Hyundai компаниясының эскалаторлары.



1.5 сурет - “Абай” метростанциясында орнатылған эскалатор

Типі Millennium, Hyundai эскалаторлары - жолаушыларды 30-35 градус көлбеу бұрышпен тасымалдауға арналған, рұқсат етілген жүктемеде жұмыс атқаруға қабілетті, қосымша қозғалысты пластина іспетті эскалаторлар тобы. Жетегінің түрі – мульти жетектер жиынтығы. Пайдалану аралығы – 25 - 50 м құрайды.

Типі 32 (800 мм), типі 40 (1000 мм) және типі 48 (1200 мм), Hyundai эскалаторлары – адамдарды горизонталь бағытта 30 градус көлбеумен деңгейде тасымалдауға арналған, асқын жүктемеде жұмыс атқару қабілеті бар, қосымша қозғалысты пластина іспетті эскалаторлар тобы. Түгел дерлік эскалаторлар да – бір жылдамдықты, тұрқыдан, бағыттауыш рельстерден, жетек жабдығынан, сатылардан, сатының тарту жынжырынан, жақтаушадан, төсемшеден, қоршаудан және басқа да эскалаторлардың орнық жұмыс атқаруын қамтамасыз ететін бөлшектерден тұратын жеке қондырғы.

Жетектің механизмдері – айнымалы токтың электр қозғалтқышының барлығынша тиімді пайдалы әсер коэффициенті үшін жұмыс атқаратын бұрандалы тістік берілістен тұратын жетек. Берік роликті тізбек жетектің шынжыр дөңгелектерінен сатылардың жоғары шынжыр дөңгелегіне қуат беріледі. Механизмдермен қатар қозғалтқыштардың подшипнигі антифрикциялы типте болып орындалған.

Электр тогының көмегімен босатылған және серіппемен жүктелген дискілі тежегіш қозғалтқыштың валында орналасып, бұл жерде кішірейтілген редуктор арқылы әсер беріп, жаймен, бірқалыпты ақырындауды қамтамасыз етеді. Тежегіш сақтандырғыш сұлбаның қайсібірі тұйықталған мезетте, тасымалданатын адамдарға соққы сезілмейтіндей болып, жұмыс жағдайындағы эскалаторды толығымен немесе жайлап тоқтатуға бағытталған.

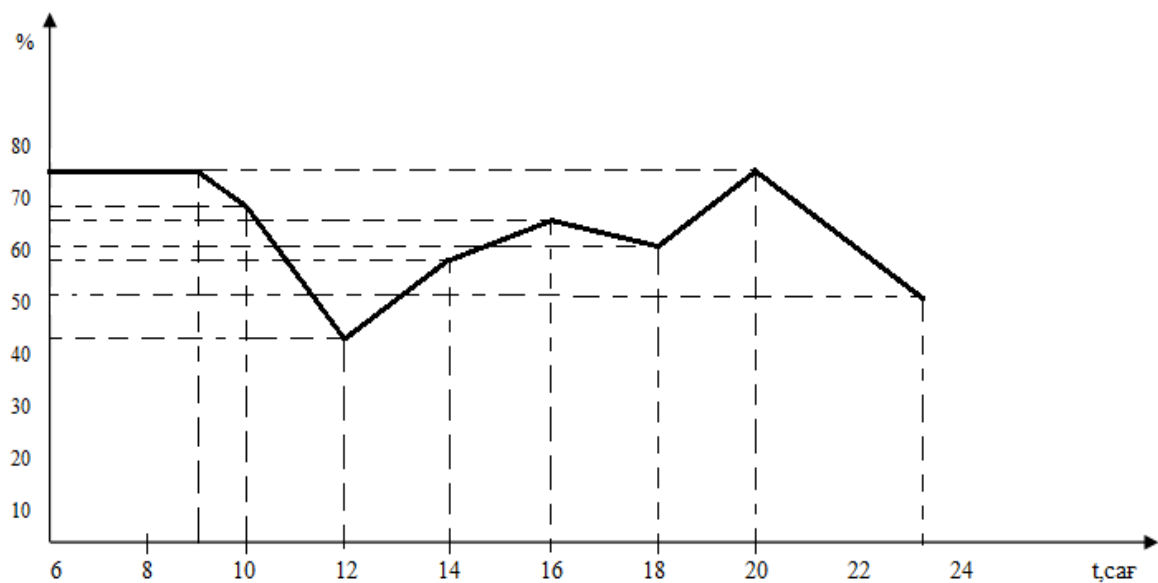
Баспалдақ адамдардың қолайлылығы мен қауіпсіздік жағдайын ескеріп жасалған. Горизонталь сатылар панелі мен бүгілулі көтергіштері алюминий құймасынан дайындалған. Тұғырға берік орнатылған кронштейннің шарнирлі қыспалары кез - келген сатыны кез - келген жерде алып тастауға мүмкіндік туғызады.

“Жібек жолы” станциясындағы эскалаторлардың көтеру биіктігі – 29 метр, ұзындығы – 57 метр. “Абай” станциясындағы Алматыдағы ең тереңдікте орнатылған метростанция, осыған орай ондғы орнатылған эскалатордың көтеру биіктігі - 46 метрді құрайды, ұзындығы – 92 метр. “Алмалы” станциясындағы эскалатордың көтеру биіктігі – 29 метр, ұзындығы – 58 метр. “Байқоңыр” станциясындағы орналасқан эскалатордың көтеру биіктігі – 20 метр, ұзындығы – 40 метр.

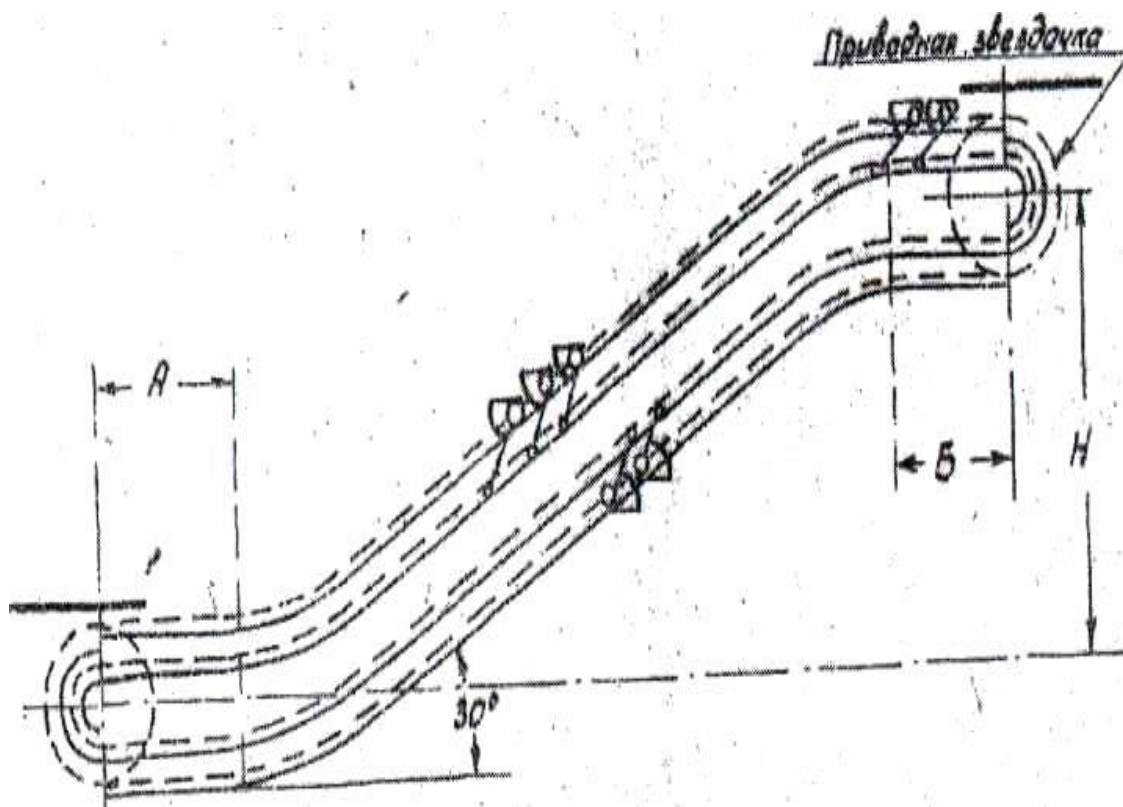
2. Есептік бөлімі

2.1 Есептеуге қажетті бастапқы деректер және ЛТ- 4 эскалаторының сұлбалары

1. Эскалатордың көтеру биіктігі - 30 м
2. Эскалатордың көлбеу бұрышы -30⁰
3. Баспалдақ ені – 1 м
4. Баспалдақ қадамы - 0,4 м
5. Шынжыр қадамы - 0,133 м
6. Жетек жұлдызшасының бастапқы шеңберінің диаметр - 1,695 м
7. Көтергіш төсемнің метр бойына пайдаланатын жүктемесі – 2170 Н.
8. Көтергіш төсемнің қозғалу жылдамдығы - 0,88 м/с
9. Электр жетегінің білігіне келтірілген айналатын бөліктердің инерция моменті – 4,32 кг*м²
10. Максимальді жүктеме кезінде алға бағыттала қозғалатын эскалатор бөліктері мен жолаушылардың қозғалтқыш білігіне келтірілген инерция моменті – 7,4 кг*м²
11. Электр жетегі жүйесінің беріліс саны – 58,1
12. Электр жетегінің ПӘК-і - 0,911
13. Эскалатор жүктемесінің тәуліктік графигі 1-ші суретте келтірілген.
14. Эскалатордың кинематикалық схемасы 2-ші суретте келтірілген.
15. Трассаның геометриялық схемасы 3-ші суретте келтірілген.



2.1 сурет – Бір тәулік кезіндегі эскалатордағы жүктеме өзгеру диаграммасы



2.2 сурет – Эскалатор жетегінің кинематикалық схемасы

2.2 Қозғалтқыш жетегіне әсер ететін статикалық жүктемелерді анықтау.

Әуелі келтіру радиусын есептейміз, бұл:

$$\rho_{\Sigma} = \frac{D_{\text{бас}}}{2i_{\Sigma}} = \frac{1,695}{116,2} = 0,014. \quad (2.1)$$

бұл жердегі $D_{\text{бас}}$ – жетек жұлдызшасының бастапқы шеңбер диаметрі;
 i_{Σ} — жүйенің беріліс саны.

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығының мәні мына теңдеумен өрнектеледі:

$$\omega_{\text{қозғ}} = \frac{v}{\rho_{\Sigma}} = \frac{0,88}{0,014} = 62,8 \text{ c}^{-1}. \quad (2.2)$$

бұл жердегі v — тасымалдаушы төсемшенің қозғалу жылдамдығы.
Эскалаторға түсірілген метр бойына пайдаланатын жүктеме:

$$F_{\text{М.Б.}} = G \cdot \sin \alpha = \frac{2170}{2} = 1085 \text{ Н}. \quad (2.3)$$

бұл жердегі, $F = F_{\text{М.Б.}} \cdot l = 60 \cdot 1085 = 65,1 \text{ кН}$; – эскалатордың қосынды жүктемесі.

Эскалатор лентасының ұзындығы:

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{30}{0,5} = 60. \quad (2.4)$$

Жүктеменің статикалық моменті былайша өрнектеледі:

$$M_c = \frac{F_{\Sigma} p_{\Sigma}}{\eta_{\text{ЭЖ}}} = \frac{65,1 \cdot 10^3 \cdot 0,014}{0,911} = 1000,4 \text{ Нм}. \quad (2.5)$$

мұндағы, $\eta_{\text{ЭЖ}}$ – электр жетегінің пайдалы әсер коэффициенті.

Электр қозғалтқышын таңдау

$$P_{\text{оз}} = \kappa B m = 1222 \cdot 62,8 = 76,7 \text{ – қозғалтқыштың есептік қуаты.}$$

$$l = \frac{30 \omega_{\text{оз}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 62,8}{3,14} = 600 \text{ айн/мин – есептік айналу жиілігі.}$$

Есептеулер нәтижесінде келесі қозғалтқышты таңдаймыз: **4A355S10Y3**

Таңдап алынған электр қозғалтқыштың техникалық параметрлері келесі кестеде көрсетілген:

1 кесте - Электр қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары

Параметр атаулары	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Шамасы
Статор фазасының номиналды кернеуі	U_{H1}	В	380
Номиналды қуат	P_H	кВт	90
Номиналды қуат коэффициенті	$\cos \varphi$	-	0.83
Номиналды ПӘК, %	η	-	92.5
Номиналды айналу жиілігі	n_H	айн/ мин	600
Номиналды ток	I_H	А	75
Номиналды момент	M_H	Нм	155
Ротордың инерциясының динамикалық моменті	J	кг·м ²	0,73
Жүргізіп жіберу моментінің еселігі, с.б.	$m_n = \frac{M_{II}}{M_{НОМ}}$	-	1.8
Максималды моменттің еселік коэффициенті, с.б.	$m_k = \frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	-	2
Жүргізіп жіберу тогының еселігі, с.б.	$I_{ж.ж} / I_H$		5,0

2 кесте - Орынбасу сұлбасының параметрлері

Басты индуктивті кедергі	X_{μ}	с.б.	3,1
Статор орамының келтірілген активті кедергісі	$R_1 \grave{}$	с.б.	0,028
Статор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_1 \grave{}$	с.б.	0,012
Ротор орамының келтірілген активті кедергісі	$R_2 \grave{\grave{}}$	с.б.	0,021
Ротор орамының келтірілген индуктивті кедергісі	$X_2 \grave{\grave{}}$	с.б.	0,16
Қысқа тұйықталу параметрі	$X_{кп}$	с.б.	0,14

2.3 Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау

1 кестеде **4A355S10Y3** типті АҚ техникалық параметрлері келтірілген.

Қозғалтқыштың шектік моментінің мәні табамыз:

$$M_k = \lambda \cdot M_H = 2 \cdot 1433 = 2866 \text{ Нм} \quad (2.6)$$

Статордың номиналдық фазалық кернеуін табамыз:

$$U_{1\phi} = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В} \quad (2.7)$$

Статордың номиналды фазалық тоғын табамыз:

$$I_{1n} = \frac{P}{3 \cdot U_{1n} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_n} = \frac{90000}{3 \cdot 220 \cdot 0,83 \cdot 0,925} = 177,6 \text{ А.} \quad (2.8)$$

Қозғалтқыштың жүргізіп жіберу тоғын табамыз:

$$I_{1\max} = k_i \cdot I_H = 5 \cdot 177,6 = 888 \text{ А.} \quad (2.9)$$

Қозғалтқыштың номиналды бұрыштық айналу жиілігі:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 590}{60} = 62,8 \text{ рад/с.} \quad (2.4)$$

Қозғалтқыштың номиналды сырғанауы

$$s_H = \frac{n_0 - n_H}{n_0} = \frac{600 - 590}{600} = 0,016 \quad (2.9)$$

Қозғалтқыш білігіндегі номиналдық моментті табамыз:

$$M_n = \frac{P}{\omega_n} = \frac{90000}{62,8} = 1433 \text{ Нм.} \quad (2.5)$$

Қозғалтқыштың іске қосу моменті:

$$M_{\Pi} = m_{\Pi} \cdot M_H = 1,8 \cdot 1433 = 2579 \text{ Нм.} \quad (2.10)$$

Қозғалтқыштың шектік (максимал) моментінің мәні табамыз:

$$M_K = \lambda \cdot M_H = 2 \cdot 1433 = 2866 \text{ Нм}$$

Шектік сырғанау:

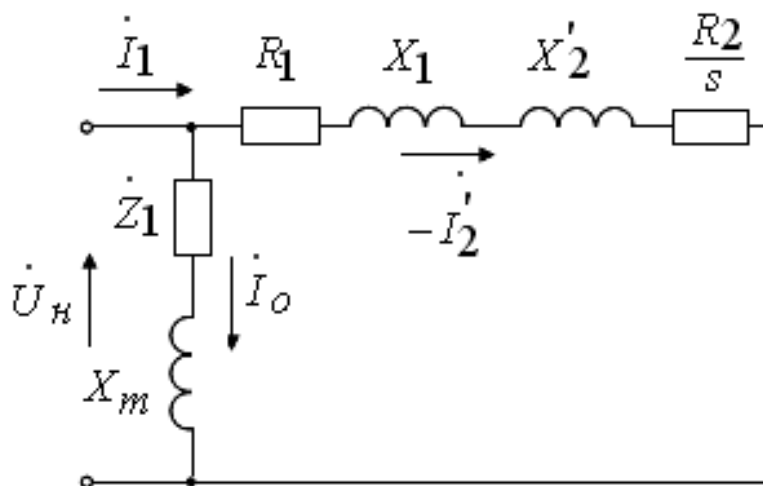
$$s_k = s_H (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) = 0,016(2 + \sqrt{2^2 - 1}) = 0,06. \quad (2.11)$$

Г-тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлері салыстырмалы бірлік түрінде берілген:

3 кестеде таңдалған электрқозғалтқыштың орынбасу сұлбасының салыстырмалы бірлікте (с.б.) берілген параметрлері келтірілген.

Г-тәріздес орынбасу сұлбасы қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі негізінде құрастырылады.

2.3 суретте асинхронды қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы көрсетілген.



2.1 сурет– Асинхронды қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы

Сұлбаның магниттеуші тізбегінде статордың толық кешендік кедергісі келтірілген: $Z_1 = R_1 + jX_1$.

Асинхронды қозғалтқыштың фазалық кедергісі, Ом:

$$Z_\phi = \frac{U_{\phi H}}{I_{1H}} = \frac{220}{177.6} = 1.238 \text{ Ом}, \quad (2.12)$$

мұндағы I_{1H} - статордың номиналдық фазалық тогы.

$$R_1 = 0,028 \cdot Z_H = 0,028 \cdot 1.238 = 0,084 \text{ Ом.}$$

$$R'_2 = 0,021 \cdot Z_H = 0,021 \cdot 1.238 = 0,063 \text{ Ом.}$$

$$X_1 = 0,012 \cdot Z_H = 0,012 \cdot 1.238 = 0,036 \text{ Ом.} \quad (2.13)$$

$$X'_2 = 0,16 \cdot Z_H = 0,16 \cdot 1.238 = 0,48 \text{ Ом.}$$

$$X_\mu = 3,6 \cdot Z_H = 3,1 \cdot 1.238 = 9,3 \text{ Ом.}$$

Қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі, Ом

$$X_K = X_1 + X'_2 = 0.036 + 0.48 = 0,516 \text{ Ом.} \quad (2.14)$$

Өзаралық индуктивтілікті анықтаймыз:

$$L_m = \frac{X_m}{\omega} = \frac{9,3}{314} = 0.03 \text{ Гн} \quad (2.15)$$

Статордың орамының индуктивтілігін анықтаймыз:

$$L_1 = \frac{X_1}{\omega} = \frac{0.036}{314} = 0.00114, \text{ Гн} \quad (2.16)$$

Ротордың индуктивтілігін анықтаймыз:

$$L_2 = \frac{X_2}{\omega} = \frac{0.48}{314} = 0.00152, \text{ Гн.} \quad (2.17)$$

2.4 Электрқозғалтқыштың статикалық сипаттамаларын анықтау

2.4.1 Электрқозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамаларын есептеу

ТЖТ-АҚ жүйесіне қойылатын талаптар орындау оның элементтерінің статикалық сипаттамалар және динамикалық қасиеттерін арқылы қамтамасыз етіледі.

Электрқозғалтқыштың статикалық сипаттамаларына деп оның табиғи және жасанды механикалық пен электрмеханикалық сипаттамаларын айтады.

Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы деп қозғалтқыш моментінің бұрыштық жылдамдыққа тәуелділігін ($M=f(\omega)$) көрсетеді. Электрқозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары абсолютті қатаң, қатаң және жұмсақ болуы ықтимал (2.4 сурет).

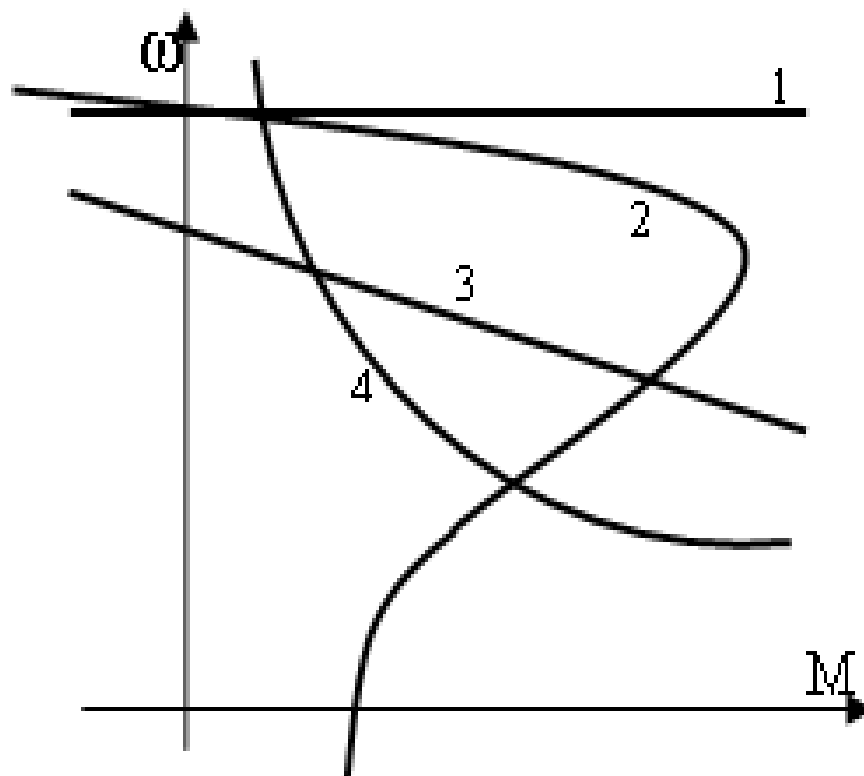
Абсолютті қатаң сипаттамалар (1) синхронды қозғалтқышқа тән, ал қатаң сипаттамаларды (2,3) жұмыс барысында жұмыс жасайтын асинхронды қозғалтқыш пен тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқыштар иемденеді.

Тізбектей қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқыштары жұмсақ сипаттамаларымен (4) айырықшаланады (2.4 сурет).

Сипаттаманың абсолюттік қатаңдығы β деп момент өсімінің жылдамдық өсуіміне қатынасын айтады:

$$\beta = \frac{dM}{d\omega} \quad (2.18)$$

Орнықталған режим барысында жетек қозғалысы орнықты немесе орнықсыз болуы ықтимал. Егер қоздырушы әсерінен жылдамдық тұрақталған мәннен ауысса, бірақ әсер тоқталғаннан кейін бастапқы жылдамдыққа қайтып оралса, онда қозғалыс орнықты деп есептеледі.



1 абсолютті қатаң сипаттама; 2,3- қатаң сипаттама; 4 – жұмсақ сипаттама.

2.2 сурет - Электрқозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары

Синхронды қозғалтқыш тұрақты синхронды айналу жиілігімен айқындалады. Бұрыштық сипат бұрышының (статордағы кернеумен ротордың ЭҚК арасындағы бұрыш) жүктеме моментінен тәуелділігін анықтайды. Синхронды қозғалтқыш үшін ең күрделі режим – оны іске қосу. Ол үшін синхронды режимде жұмыс жасау алдында қозғалтқыштың роторының айналу жиілігін саңылаудағы магнитті өрістің айналу жиілігіне жақын жиілікке дейін жеткізуді керек етеді.

Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасын ($M=f(\omega)$) моменттің сырғанауға тәуелділігі $M=f(s)$ арқылы есептеген ыңғайлы. Механикалық сипаттамаларды жуықтап ($s < s_k$ болғанда) есептеу Клосс формуласы арқылы жүргізген ыңғайлы:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + s_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot s_k}, \quad (2.19)$$

мұндағы M_K – қозғалтқыштың шектік моменті;

s_k – сырғанаудың шектік мәні;

s - сырғанаудың ағымдық мәні;

$a = R_1'' / R_2'$ - коэффициент, $a = 1,95$.

Ал егер орынбасу сұлбасының параметрлері берілсе, онда моментті мына формула арқылы есептеген жөн:

$$M = \frac{m \cdot U_{1n}^2 \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot s \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right]}. \quad (2.20)$$

Сырғанаудың шектік мәнін орынбасу сұлбасының параметрлері арқылы есептеуге болады:

$$s_k = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')}} = \frac{0,063}{\sqrt{0,084^2 + 0,516^2}} = 0,1. \quad (2.21)$$

Енді біз таңдаған қозғалтқыштың моментінің сырғанауға тәуелділігін есептеу жұмыстырын мына формуланы арқылы жүргізуге болады:

$$M = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,063}{79,2 \cdot s \left[\left(0,084 + \frac{0,063}{s} \right)^2 + (0,516)^2 \right]} = \frac{9147,6}{79,2 \cdot s \left[\left(0,084 + \frac{0,063}{s} \right)^2 + (0,516)^2 \right]} \quad (2.22)$$

Сырғанау s мәндерін өзгертіп, моменттің мәндерін анықтаймыз. Есептеу нәтижелерін 3 кестеге ендіреміз.

3 кесте – Моментті есептеу нәтижелері

S	0	0,016	0,05	0,1	0,3	0,6	0,8	1
ω	79,2	62,8	56,7	49,4	38,92	19,2	9,72	0
M	0	439,78	1112	1481	1080	629,6	486,9	396

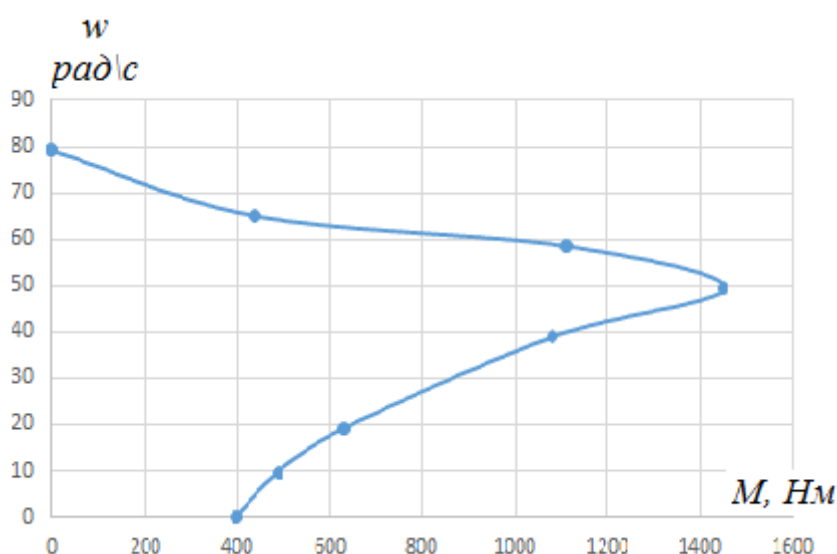
2.3 суретте асинхронды қозғалтқыштың механикалық табиғи сипаттамасы көрсетілген. Бұл суретте пунктир сызықпен асинхрондық қозғалтқыштың анықтамалық әдебиетте көрсетілген жүргізіп жіберу моменті және максималды моментінің мәндерін қолданып тұрғызылған сипаттама

көрсетілген. Бұл сипаттама мен өрнегі бойынша тұрғызылған сипаттаманың арасында айырмашылық баын байқаймыз.

Қозғалтқыштың электрмеханикалық сипаттамалары деп статор тогының және ротор тогының сырғанауға s тәуелділіктерін ($I_1(s)$, $I_2'(s)$) айтады.

$$I_2' = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}}, \quad (2.23)$$

мұндағы U_H -статордың номиналды фазалық кернеуінің мәні, В;
 X_K -қысқа тұйықталудың индуктивтік кедергісі, Ом.



2.3 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

2.4 суретте ротор тогының бұрыштық айналу жылдамдығына тәуелділігінің (электрмеханикалық сипаттамасының) ($I_2'(\omega)$) графигі көрсетілген.

I_1 статор тогы ротор тогы I_2' мен I_m магниттеу тогының векторлық қосындысы болып табылады. Статор тогының модулін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$I_1(s) = \sqrt{(I_2')^2 + I_m^2 + 2I_m I_2' \sin \psi_2}, \quad (2.25)$$

мұндағы $\sin \psi_2$ – статор тогының фаза бойынша ығысуы.

$$\sin \psi_2 = \frac{x_1 + x_2'}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{0,516}{\sqrt{\left(0,084 + \frac{0,063}{S}\right)^2 + (0,516)^2}}. \quad (2.26)$$

I_μ – магниттеуші ток:

$$I_\mu = \frac{U_H}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_\mu)^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,084^2 + (0,036 + 9,3)^2}} = 23,6 \text{ А}. \quad (2.27)$$

Сырғанаудың әртүрлі мәні кезіндегі ротор тогының мәндерін $I_2'(s)$ (2.24) өрнегі бойынша, ал $\sin\psi_2$ мәндерін (2.26) өрнегі бойынша, $I_1(s)$ мәндерін (2.25) өрнегі бойынша табамыз.

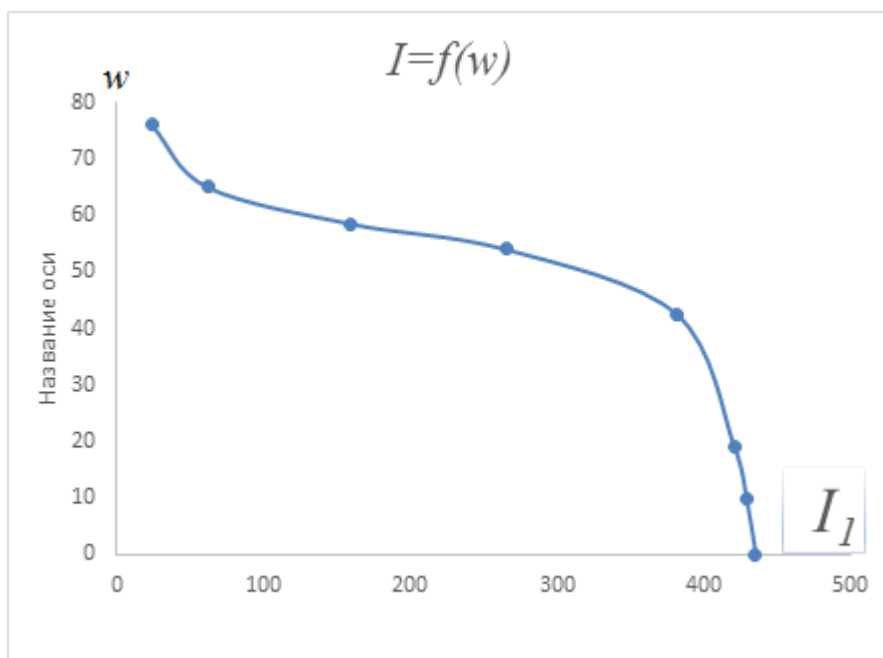
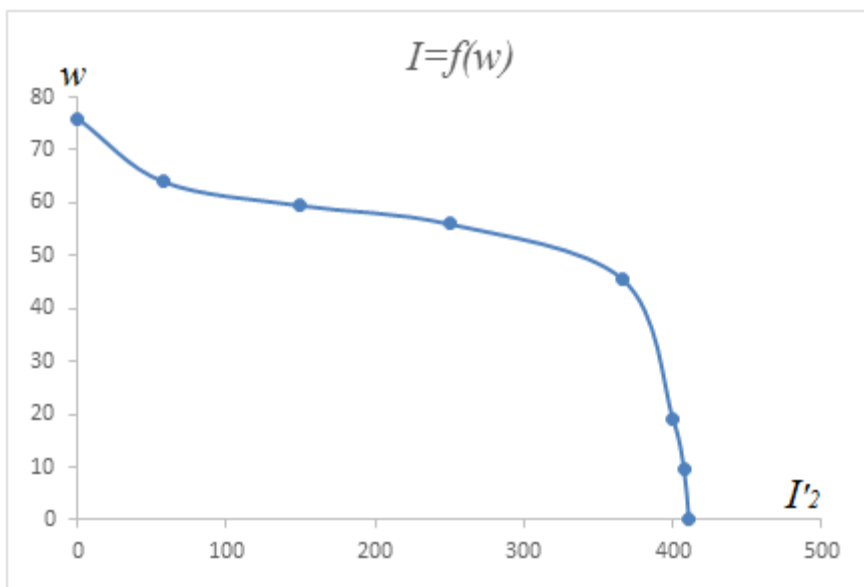
Есептеу нәтижелері 4 кестеде көрсетілген.

$$I_1(S) = \sqrt{(I_2')^2 + I_\mu^2 + 2I_\mu I_2' \sin \psi_2},$$

4 кесте - $I_1(s)$ тәуелділігін есептеу нәтижелері

S	0	0,016	0,05	0,1	0,3	0,6	0,8	1
$\sin\psi_2$	0	0,12	0,35	0,64	0,66	0,86	0,95	0,97
$I_2'(s)$	0	54,3	149,6	250	366	400	407,4	410,8
$I_1(s)$	23,6	61,7	159,4	265	381	420,4	429	435,2
ω	79,2	62,8	56,7	49,4	38,92	19,2	9,72	0

2.4 суретте $I_1(\omega)$ тәуелділігінің графигі келтірілген.



2.4 сурет - Ротор тоғының бұрыштық айналу жылдамдығына тәуелділігінің (электрмеханикалық сипаттамасының) $I_2'(w)$ графигі $I_1(w)$ тәуелділігінің графигі

2.4.2 Электрқозғалтқыштың жасанды механикалық сипаттамаларын тұрғызу

Жасанды механикалық сипаттамалар қоректендіруші кернеудің мәні мен жиілігі номиналдық мәндерінен басқаша болған кезде жасалады.

Асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығы қоректендіруші кернеудің жиілігіне тура пропорционал екендігі анық.

Егер $U = \text{const}$ болған кезде жиілікті ауыстырсақ, онда магнит ағыны кері пропорционалдық заңдылықпен ауысады. Мысалы, жиілікті азайту магнит ағының артуына, ал бұл өз кезегінде машинаның болатының қанығуына, яғни токтың күрт көбеюіне және қозғалтқыштың қызуына әкеліп соғады. Жиілік өскен кезде магнит ағыны түседі, бұл моменттің азаюына әкеліп соқтырады. Осыған байланысты жиілікті өзгерту барысында онымен бір уақытта кернеуді де ауыстыруға тура келеді.

Кернеу мен жиіліктің өзгеру заңдылығы жүктеменің моментінің сипатына байланысты таңдалынады.

Жүктеменің моментінің айналу жылдамдығына тәуелділік сипаты мынадай болуы ықтимал.

1) Кедергілерінің моменті M_c жылдамдыққа тәуелді емес, $M = M_{c.\text{ном}} = \text{const}$.

Мұндай сипаттамалар жүк көтергіш крандар мен лебедкаларға, бір қалыпты жүктелген транспортерлер мен конвейерлерге, поршенді сорғыштарға және т.б. механизмдерге ортақ. Бұл топқа кедергісінің негізгі моменті үйкеліс моменті болатын механизмдерді де жуықтап жатқызуға болады.

2) Кедергілерінің моменті M_c жылдамдыққа тәуелді сызықты заңдылықпен өзгереді:

$$M_c = M_0 + k\omega. \quad (2.28)$$

Сызықтық емес жүктеме моменті мына өрнекпен сипатталады:

$$M_{\text{нел}} = K_H / \omega, \quad (2.29)$$

мұндағы ω - ротордың бұрыштық айналу жиілігі, с^{-1} ;

$= M_H \omega_0 (1 - s_H)$ - жүктеме моментінің өзгеруін анықтайтын коэффициент.

Егер жүктеменің моменті жылдамдықтың квадратына тәуелді болса, онда жүктеме желдеткіштік жүктеме деп аталады. Бұл жағдайда желдеткіш жүктеменің моменті мына өрнекпен сипатталады:

$$M_B = M_{\text{xx}} + K_H \omega^2, \quad (2.30)$$

Мұндағы $M_{\text{xx}} = 0,1 M_H$ - бос жүріс моменті, Нм.

$$K_H = (M_H - M_{xx}) / \omega_H^2. \quad (2.31)$$

Эскалатордың жүктемесі желдеткіштің жүктемелер қатарына жетады. Бірақ жиіліктік түрлендіргіштедің басым көпшілігі $\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$ жиіліктік реттеу заңын жүзеге асырады.

Статор орамаларына берілетін кернеудің жиілігін өзгерткен кезде синхронды айналу жиілігі ω_0 , сырғанау S және статор кедергісі мен ротордың шашыраңқы индуктивті кедергісі өзгереді:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_{1i}}{f_{1H}} \right) = \frac{2\pi}{z_p} (f^*); \quad (2.33)$$

$$s = 1 - \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_{1i}}{f_{1H}} \right)} = \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} (f^*)}; \quad (2.34)$$

$$X_1 + X_2' = (X_1 + X_2') \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right) = (X_1 + X_2') (f^*); \quad (2.35)$$

Жиілік пен кернеу арақатынасы келесі формуламен өрнектеледі:

$$\frac{U_i}{f_{1i}} = \frac{U_H}{f_H} = \text{const} \quad (2.36)$$

(2.36) өрнектен жиіліктің мәні f_{1i} болған кезде кернеудің мәні де өзгеру керек, ол мән мына заңдылық бойынша анықталуы тиіс:

$$U_i = U_H \frac{f_{1i}}{f_H} = U_H (f^*)$$

Жиілікке мынадай мәндер береміз: $f_{1H}=50$ Гц, ал $f_{11}=30$ Гц; $f_{12}=15$ Гц.

Бұл жағдайларда асинхронды қозғалтқыш моментін мына өрнек бойынша табамыз:

$$M = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,063}{79,2 \cdot s \left[\left(0,084 + \frac{0,063}{s} \right)^2 + (0,516)^2 \right]} = \frac{9147,6}{79,2 \cdot s \left[\left(0,084 + \frac{0,063}{s} \right)^2 + (0,516)^2 \right]}$$

$$M_{30} = \frac{m \cdot [U_H \cdot (f^*)]^2 \cdot \frac{R_2'}{S}}{\omega_0 \cdot f^* \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + (X_k \cdot f^*)^2 \right]} = \frac{3 \cdot \left(220 \cdot \frac{30}{50} \right)^2 \cdot 0,063}{79,2 \cdot \frac{30}{50} \cdot S \cdot \left[\left(0,084 + \frac{0,063'}{S} \right)^2 + \left(0,516 \cdot \frac{30}{50} \right)^2 \right]} \quad (2.37)$$

$$M_{30} = \frac{3 \cdot \left(220 \cdot \frac{30}{50} \right)^2 \cdot 0,063}{79,2 \cdot \frac{30}{50} \cdot S \cdot \left[\left(0,084 + \frac{0,063'}{S} \right)^2 + \left(0,516 \cdot \frac{30}{50} \right)^2 \right]} = \frac{3293,1}{47,52 \cdot S \cdot \left[\left(0,084 + \frac{0,063'}{S} \right)^2 + 0,095 \right]}$$

$$M_{15} = \frac{3 \cdot \left(220 \cdot \frac{15}{50} \right)^2 \cdot 0,063}{79,2 \cdot \frac{15}{50} \cdot S \cdot \left[\left(0,084 + \frac{0,063'}{S} \right)^2 + \left(0,516 \cdot \frac{15}{50} \right)^2 \right]} = \frac{823,3}{23,76 \cdot S \cdot \left[\left(0,084 + \frac{0,063'}{S} \right)^2 + 0,024 \right]}$$

$$s_{k30} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f^*]^2}} = \frac{0,063}{\sqrt{0,084^2 + (0,516 \cdot 0,6)^2}} = 0,2. \quad (2.38)$$

$$s_{k15} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f^*]^2}} = \frac{0,063}{\sqrt{0,084^2 + (0,516 \cdot 0,3)^2}} = 0,35.$$

(2.37) өрнегін пайдаланып, моментті есептеу жұмыстарын жүргіземіз.

Әртүрлі жиіліктер үшін есептеу нәтижелері 5 кестеде және 6 кестелерде келтірілген.

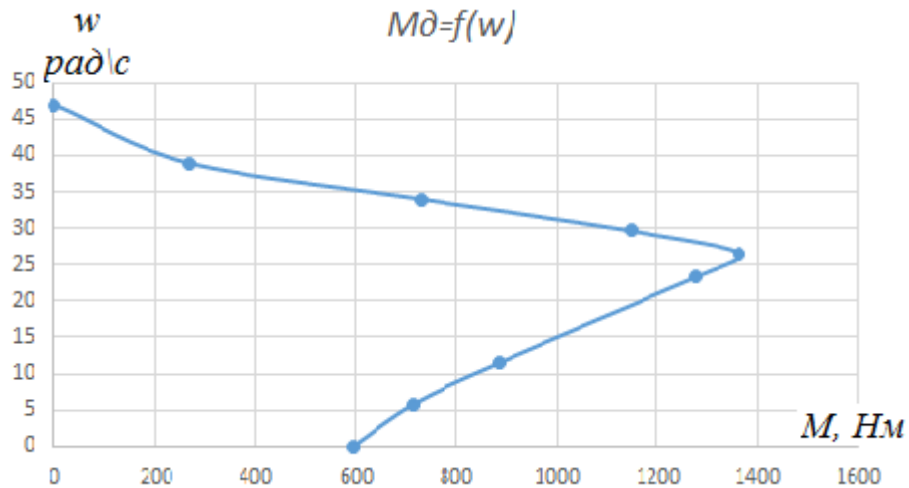
5 кесте - Есептеу нәтижелері

f _{1H} =50 Гц	S		0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	1
	ω	0	6							
f ₁₁ =30 Гц	ω	47,5	37,6	34,0	29,6	26,4	23,	11,5	5,8	0
	M	2	8	2	4	7	3	2	3	
	M		266,	728,	114	136	127	883,	71	59
			2	9	5	3	3	5	3	4,2

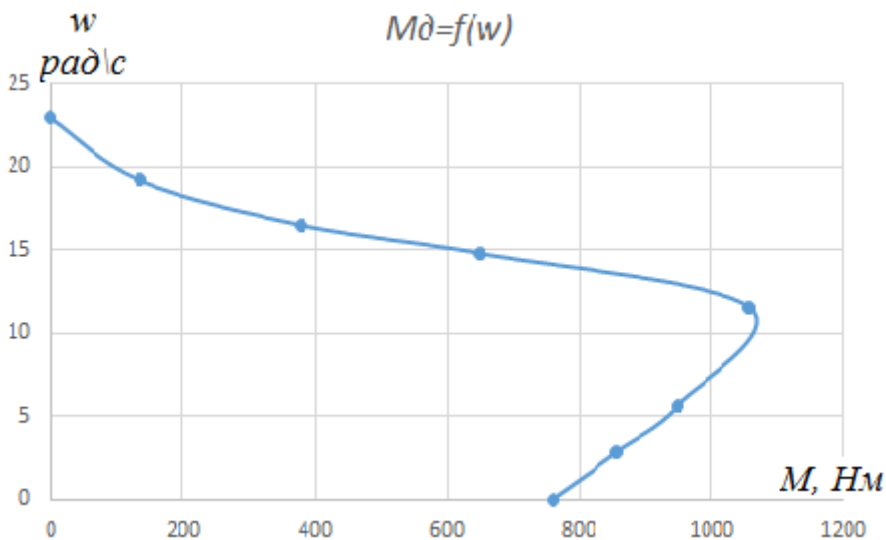
6 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50\Gamma\text{Ц}$	S	0	0,016	0,05	0,1	0,35	0,6	0,8	1
$f_{12}=15\Gamma\text{Ц}$	ω	23,76	18,84	17,01	14,82	11,6	5,76	2,91	0
	M	0	133,3	378,6	649,1	1056,6	967	857,9	759,7

Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік кезіндегі механикалық сипаттамалары 2.5 суретте келтірілген.



$f_{11}=30 \Gamma\text{Ц}$ жиілік кезіндегі механикалық сипаттама



2.5 сурет - $f_{11}=15 \Gamma\text{Ц}$ жиілік кезіндегі механикалық сипаттама

$\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$ реттеу тұрақтылығын жүзеге асырған уақытта қозғалтқыштың жүргізіп жіберу моменті мен максимал моментері жиілік азайған кезде қатты азаятындығын көрсетеді.

2.4 Қозғалтқышты түрі және жүктемелік қабілеті бойынша тексеру

Жүктемелік диаграммада көрсетілгендей $P_{\max} = 0,75 P_{\text{ном}}$.

Эскалаторлардың ең жоғарғы асқын жүктемемен жұмысы барысында да жоғарғы қуаттың мәні номинал мәнің 75%-нан ауытқымайды. Осыған байланысты қозғалтқыш асқын жүктеме режимде жұмыс атқармайды сонымен қатар қызуға ұшырамайды.

2.5 Тәулік мезетінде электр энергиясының шығынын, орташа-тәуліктік ПӘК-ті және қуат коэффициентін есептеу

Тәулік бойына электр энергиясының шығыны былайша өрнектеледі:

$$A_{\text{пайд}} = \int_0^{t_y} p(t) dt. \quad (2.15)$$

Интегралды есептеуді ауданды есептеумен ауыстырсақ, келесі өрнекті аламыз:

$$A_{\text{пайд}} = \sum_{t=1}^n S_t. \quad (2.16)$$

Желіден қоректенетін активті электр қуатын табамыз:

$$P_{\text{ЭЛ}} = \frac{P_{\text{МЭХ}}}{\eta_{\text{оэ}}} = \frac{90000}{92,5} = 97,3. \quad (2.17)$$

Реактивті қуатты табамыз:

$$Q = 3 \left(I_M^2 (x_1 + x_M) + (I_2')^2 (x_1 + x_2') \right) \\ \varphi_2 = \arctg \left(\frac{x_1 + x_2'}{R_1 + R_2} \right) = \arctg \left(\frac{0,148 + 0,1968}{0,034 + 0,025} \right) = \arctg(5,7) = 55^\circ \quad (2.18)$$

Ротор тогының активті құраушысын табамыз:

$$I_{2A} = I_2 \cos \varphi_2 = 305 \cos 55 = 174. \quad (2.19)$$

Ротор тогының реактивті құраушысын табамыз:

$$I_{2P} = I_2 \sin \varphi_2 = 305 \sin 55 = 249, \quad (2.20)$$

$$\omega_M = \arctg \left(\frac{x_1 + x_M}{R_1} \right) = \arctg \left(\frac{0,14 + 3,8}{0,02} \right) = 89,5. \quad (2.21)$$

Магниттелу тогының активті құраушысын табамыз:

$$I_{MA} = I_M \cos \varphi_M = 305 \cos 89.5 = 2.66. \quad (2.22)$$

Магниттелу тогының реактивті құраушысын табамыз:

$$I_{MP} = I_M \sin \varphi_M = 305 \sin 89.5 = 304, \quad (2.23)$$

$$I_1 = \sqrt{(I_{2A} + I_{MA})^2 + (I_{2P} + I_{MP})^2} = \sqrt{(174 + 2.66)^2 + (249 + 304)^2} = 580, \quad (2.24)$$

$$Q = 3(304^2(0.14 + 3.8) + 305^2(0.148 + 0.1968)) = 65742, \quad (2.25)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{97.3^2 + 65.7^2} = 117.4, \quad (2.26)$$

$$A_{\text{эл}} = P_{\text{эл}} \cdot t = 97.3 \cdot 18 = 1751.4. \quad (2.27)$$

ПӘК:

$$\eta = \frac{A_{\text{найд}}}{A_{\text{эл}}} = \frac{902.3}{1751.4} \cdot 100 = 51.5. \quad (2.28)$$

Қуат коэффициентін табамыз:

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{э}}}{S} = \frac{97.3}{117.4} = 0.82. \quad (2.29)$$

2.6 Электр жетегінің жүктемелік диаграммасын тұрғызу

Қозғалтқыштың жүктемелік сұлбасы қозғалтқыштың қызуы мен жүктелуге алдын-ала сынау үшін қолданылады, алдымен жүктемені көтеру кезінде электр жетектің инерциясының жалпы мәнін табамызмыз.

Динамикалық жүктемені бәсеңдету мақсатында рельстермен және арқандармен қозғалыстағы механизмдердің сенімділігін қамтамасыз ету үшін, сонымен қатар қажетті өтпелі процестерді жасауға, тетіктерді жеделдету бәсеңдетілген, сызықтық жеделдеу қолданылады: қабылдау $a_{\text{қос}} = 0,2 \text{ м/с}^2$.

Қозғалтқыштың номиналды жылдамдығын есептейміз:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{есен}}}{30} \cdot \frac{3.14 \cdot 600}{30} = 62.8 \text{ рад/с}. \quad (2.30)$$

Келтірілген радиусын есептейміз:

$$\rho = \frac{v_{\text{НОМ}}}{\omega_{\text{НОМ}}} \frac{0,88}{62,8} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м / рад}. \quad (2.31)$$

Рұқсатетілген бұрыштық үдеуді (ақырындау) есептейміз:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \frac{a_{\text{доп}}}{\rho} = \frac{0,5}{0,01 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ рад / с}^2. \quad (2.32)$$

Инерция моменті берілген: $J_{\delta} = 1200 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Жүк көтеру барысындағы электр жетектің инерция моменті:

$$J_1 = \delta \cdot J_{\text{д}} + \frac{J_{\delta}}{J_{\text{ред}}^2} + (m_{\text{зр}} + m_{\text{к}}) \cdot \rho^2, \quad (2.33)$$

$$J_1 = 1,2 \cdot 1,54 + \frac{1200}{45^2} + (90000 + 620) \cdot (0,01 \cdot 10^{-3})^2 = 2,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

мұндағы $\delta = 1,2$ механизмнің айналмалы бөліктерін ескеретін инерция моменті коэффициенті.

Көтерілу кезіндегі электр жетегінің инерция моменті:

$$J_2 = J_1 = \delta \cdot J_{\text{д}} + \frac{J_{\delta}}{J_{\text{ред}}^2} + m_{\text{к}} \cdot \rho^2, \quad (2.34)$$

$$J_2 = 1,2 \cdot 1,54 + \frac{1200}{45^2} + 620 \cdot (0,01 \cdot 10^{-3})^2 = 2,44 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Жоғары және төмен қозғалыс кезіндегі үдеудің уақыты:

$$t_{\text{т.к}}^{\uparrow} = t_{\text{т.к}}^{\downarrow} = \frac{2 \cdot v_{\text{НОМ}}}{a_{\text{доп}}} = \frac{2 \cdot 0,88}{0,5} = 3,52 \text{ с}. \quad (2.35)$$

$$t_{\text{м.зр}}^{\uparrow} = t_{\text{м.зр}}^{\downarrow} = \frac{v_{\text{НОМ}}}{a_{\text{доп}}} = \frac{0,88}{0,5} = 1,76 \text{ с}. \quad (2.36)$$

$M_{\text{дин}}$ электр жетегінің динамикалық моменті жылдамдықтың сызықтық заңының өзгерісімен анықталады.

$$M_{\text{дин}} = J \frac{dw}{dt} = J \varepsilon_{\text{дон}}. \quad (2.37)$$

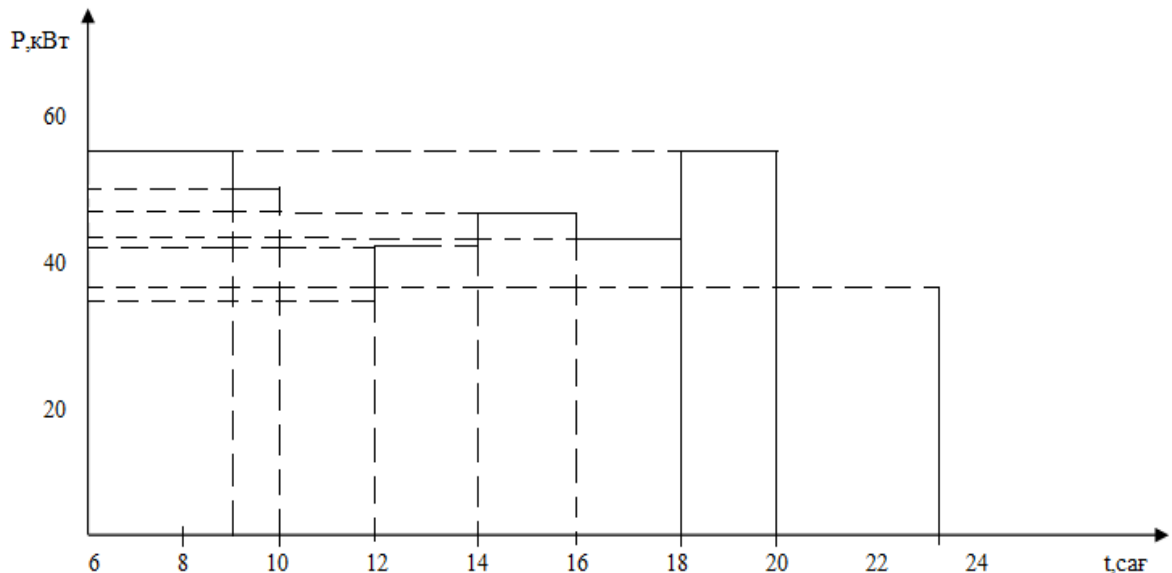
Электр жетегінің динамикалық моментін есептейміз:

$$M_{\text{дин1}} = J_1 \cdot \varepsilon_{\text{дон}} = 2,4 \cdot 50 = 120 \text{H} \cdot \text{м}, \quad (2.38)$$

$$M_{\text{дин2}} = J_2 \cdot \varepsilon_{\text{дон}} = 2,448 \cdot 50 = 123 \text{H} \cdot \text{м}. \quad (2.39)$$

Әр интервалдағы қозғалтқыштың жүктемелік диаграмма моментін келесі формула бойынша табамыз:

$$M = M_c + M_{\text{дин}} = M_c + J \cdot \varepsilon_{\text{дон}}. \quad (2.40)$$



2.5 сурет – Эскалатордың жүктемесінің тәулік бойынша өзгерісі

2.7 Қозғалтқыштың қызуын және асқын жүктелу деңгейін алдын-ала тексеру.

Қозғалтқышты қызуға тексеру орташа шығын тәсілі арқылы жүзеге асады. Бұл үшін алдын-ала біз номиналды режимдегі қуат шығынын анықтаймыз:

$$\Delta P_n = \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} \cdot P_n = \frac{90000 \cdot (1 - 0,925)}{0,925} = 7,2 \text{кВт}. \quad (2.41)$$

Табылған қуат шығындары статор мен ротор орамдарындағы мыстағы шығынның суммасы болып табылады. Механикалық шығындарды тұрақты деп қабылдасақ, онда шығын суммасын екі топқа бөлуге болады:

1. Тұрақты шығындар, немесе бос жүріс шығындары. Оларға болаттағы шығындар, механикалық және қосымша шығындар жатады.
2. Орамадағы айнымалы шығындар. Ол жүктемеге байланысты болады. Орамадағы және бос жүріс кезіндегі шығынды былай анықтаймыз:

$$P_0 = 0,35 \Delta P_H = 0,35 * 7,2 = 2,52 \text{ кВт.} \quad (2.42)$$

$$P_M = 0,65 \Delta P_H = 0,65 * 7,2 = 4,68 \text{ кВт.} \quad (2.43)$$

Жалпы орамадағы шығындар айнымалы болып табылады.

Жүктеме графигінің әрбір сатысы үшін шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta Pt = P_0 + K_H^2 \cdot P_M, \text{Вт.}, \quad (2.44)$$

мұндағы $K_H = \frac{P_t}{P_H}$.

Бірінші саты үшін есептің мысалы, қалған есеп қорытындылары кестеде көрсетілген:

$$\Delta Pt = P_0 + K_H^2 \cdot P_M = 2,52 + 0,615^2 \cdot 4,68 = 4,2 \text{ Вт.} \quad (2.45)$$

2.3-кесте. Есептеулер нәтижесі

K_{H1}	K_{H2}	K_{H3}	K_{H4}	K_{H5}	ΔP_1 ,кВт	ΔP_2 ,кВт	ΔP_3 ,кВт	ΔP_4 ,кВт	ΔP_5 ,кВт
615	1.15	0.39	1.39	0	4,2	8,15	2,3	5,7	1,6

$$\Delta P_{cp} = \frac{4,2 * 9 + 8,15 * 15 + 2,3 * 8 + 5,7 * 12 + 1,6 * 6}{50} = 5,13. \quad (2.46)$$

Таңдалған электр қозғалтқышын қызу бойынша тексеру келесі шарт бойынша орындалады:

$$P_{cp} \leq P_H$$

$$5,13 < 7,2. \quad (2.47)$$

Кернеу төмендеген кездег асқын жүктелуге тексеру.

Бұл тексеру, кернеу төмендеген кезде максималды момент білікке кедергі моментінен кіші болмау шартымен жүргізіледі. Бұл шарт мынадай:

$$\frac{P_{\max}}{P_H} \leq \left(1 - \frac{\Delta U}{100}\right)^2 \cdot K_M. \quad (2.48)$$

Мұндағы P_{\max} - жүктемелік диаграмма бойынша максималды қуат, кВт;

ΔU - берілген кернеудің төмендеуі %;

K_m - каталог бойынша максималды моменттің еселігі.

Электрлік тізбектерде кернеудің төмендеуі 10 % мөлшерде рұқсат етіледі. Яғни 18 кВт.

$$\frac{18}{90} \left(1 - \frac{10}{100}\right)^2 = 0,2324. \quad (2.49)$$

Асинхронды қозғалтқыштың жылу жағдайын тексеру.

Бірінші келесі өрнек бойынша жүктеме графиктің әрбір сатысына қатысты орнатылған температураның жоғарылауын табамыз:

$$\tau_{yi} = \frac{\Delta P_i}{\Delta P_n} \cdot \tau_{дон}. \quad (2.50)$$

мұндағы ΔP_i - i -нші жүктеме сатыдағы шығын;

$\tau_{кос}$ - температураның рұқсат етілген артқан мәні. Қазіргі уақытта 80 градус.

Бірінші саты үшін есептің мысалы, қалған есеп қорытындылары кестеде көрсетілген:

$$\tau_{yi} = \frac{4,2}{7,2} \cdot 80 = 46,6,0 C. \quad (2.51)$$

Температураның нақты жоғарылауын мына өрнек бойынша табамыз:

$$\tau = \tau_{нач} + (\tau_y - \tau_{нач}) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \quad (2.52)$$

мұндағы $\tau_{нач}$ - температураның бастапқы жоғарылауы;

τ_y - температураның орнатылған жоғарылауы;

T_n - қызудың тұрақты уақыты

Бірінші саты үшін есептің мысалы, қалған есеп қорытындылары кестеде көрсетілген:

2.4-кесте. Есептеулер нәтижесі

$\tau_{y1}, ^\circ C$	46,6	$\tau_{11}, ^\circ C$	15,6	$\tau_{21}, ^\circ C$	59	$\tau_{31}, ^\circ C$	65.1 8	$\tau_{41}, ^\circ C$	45.6 08
τ_{y2}	71,2	$\tau_{12}, ^\circ C$	49,7 8	$\tau_{22}, ^\circ C$	76.7 4	$\tau_{32}, ^\circ C$	82.1 5	$\tau_{42}, ^\circ C$	78.5 22
$\tau_{y3}, ^\circ C$	32,6	$\tau_{13}, ^\circ C$	43,2	$\tau_{23}, ^\circ C$	66.5	$\tau_{33}, ^\circ C$	61.9 9	$\tau_{43}, ^\circ C$	96.9 72
τ_{y4}	137	$\tau_{14}, ^\circ C$	86,9	$\tau_{24}, ^\circ C$	88.2 7	$\tau_{34}, ^\circ C$	93.5 5	$\tau_{44}, ^\circ C$	100, 37
$\tau_{y5}, ^\circ C$	35	$\tau_{15}, ^\circ C$	55,4	$\tau_{25}, ^\circ C$	74.3 3	$\tau_{35}, ^\circ C$	74.8 7	$\tau_{45}, ^\circ C$	460. 43

Үшінші циклдан кейіне температураның артуы өзгермеген күйде қалады, яғни қозғалтқыштың жылу режимі орнатылған мәнге жетті.

Температуралық режимнің қисыққа байланысты өзгерісі төмендегі суретте көрсетілген. Жалпы қисықтық қызу бірнеше уақыт мезетінде орташа шығынмен есептелді:

$$\tau_{y.cp} = \frac{\Delta P_{cp}}{\Delta P_n} \cdot \tau_{дон}, \quad (2.54)$$

$$\tau_{cp} = \tau_{y.cp} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{T_H}}\right). \quad (2.55)$$

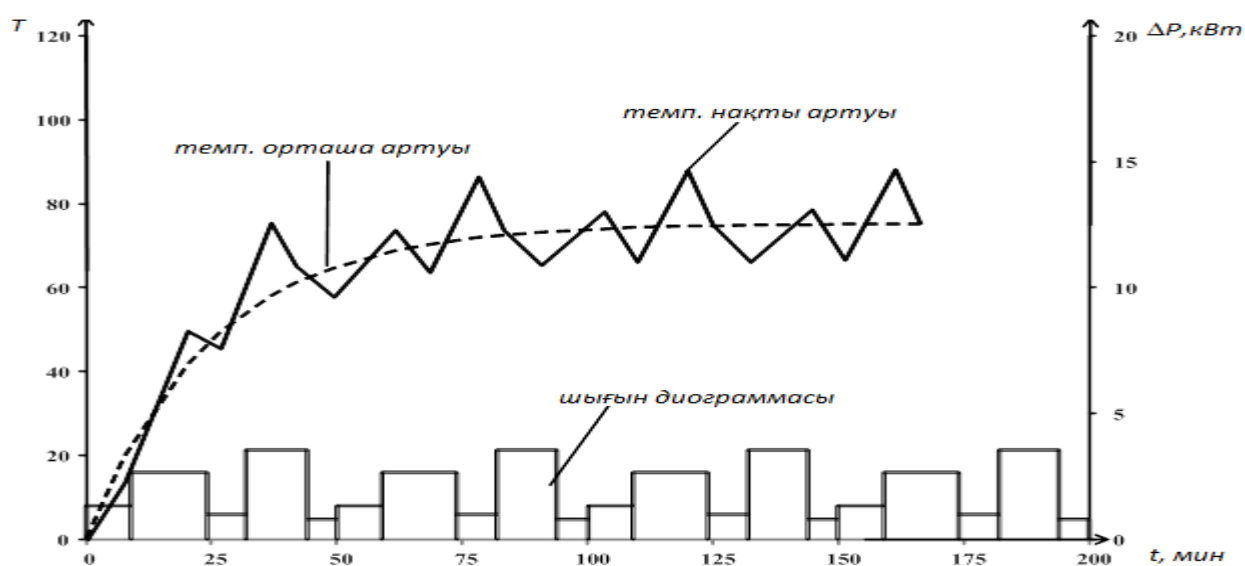
Орнатылған температураның орташа жоғарылауы:

$$\tau_{y.cp} = \frac{2.141}{2.21} \cdot 80 = 77.50, ^\circ C. \quad (2.56)$$

Барлық белгілі болған өлшемдерді теңестіріп, мына өрнекті аламыз:
 $t = 9$ мин уақыт циклы үшін есеп жүргіземіз, қалған мәндер кестеде көрсетілген, бұл мәндер арқылы қызу қисығы тұрғызылды:

2.5-кесте. Есептеулер нәтижесі

t, мин	0	9	24	32	44	50	59	74
$\tau_{cp}, ^\circ C$	0	23.405	47.8	55.95	64.17	67	70.18	73.48
t, мин	82	94	100	109	124	132	144	150
$\tau_{cp}, ^\circ C$	74.58	75.7	76.51	76.96	77.105	77.26	77.31	77.37
t, мин	159	174	182	194	-	-	-	-
$\tau_{cp}, ^\circ C$	77.43	77.45	77.47	77.474	-	-	-	-



2.6 сурет - шығын және қызу диаграммасы

3. Жиілікті түрлендіргіштің типін таңдауды есептеу

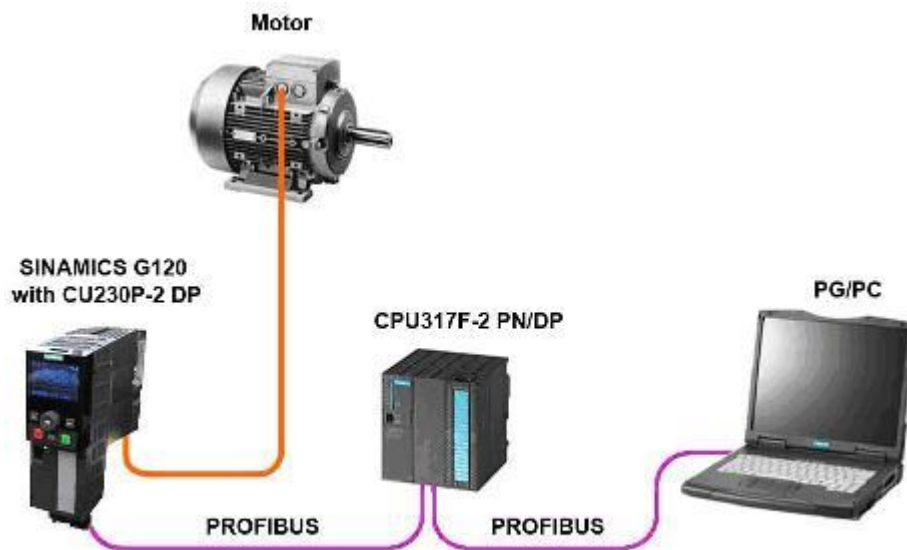
Жиіліктерді түрлендіргіштердің құрамына электронды кілт түрінде жұмыс атқаратын тиристор және транзистор схемаларынан құралады. Басты басқару жүйесі микропроцессормен атқарылады. Бұл күштік электронды кілттер арқылы басқаруға мүмкіндік береді, бұған қоса жоғары мәндегі қосымша әрекеттерді (бақылау, ақауын табу, қорғау) орындайды. Жиілікті ауыстырғыштарды электр жетектегі жұмыс істеу барысы және принципіне қатысты екі топқа бөліп қарастырады: 1) тура қатынаспен; 2) ашық баяндалған тұрақты токтың аралық буыны арқылы. Эксплуатациядағы түрлендіргіштің әр топтың өзінің негізгі пайдаланатын межесін көрсететін артықшылықтары және кемшіліктері байқалады. Түрлендіргіштегі тура байланыстағы электрлік модуль басқарушы түзеткішті көрсетеді. Басқару жүйесі тиристор құрамына кезек-кезек бағына отырып, электр қозғалтқыштың орамдарын қоретендіруші көзге жалғайды. Осыған орай, түрлендіргіштің шықпа кернеуі синусоида

заңына бағынатын кіріс кернеудің «кесіндісінен» тұрады. Бұл түрлендіргіштің жиілікті шықпа кернеуі қоректендіретін қорек көзінің жиілігіне сәйкес я болмаса жоғары мәнді болуы мүмкін емес. Ол 0 - 32 Гц аралығындағы мәнге ие, және осының нәтижесі ретінде электр қозғалтқыштың айналу жылдамдығын басқару аралығы (1:10 мәннен аспайды).

Мұндай шек қою бұл түрлендіргіштердің бүгінгі таңдағы жиілік реттейтін жетектерінде үлкен аралықтағы техникалық мәндерді бір мәнге келтіруге жағдай жасайды. Тиристорларды пайдалану түрлендіргіштің сәйкесті түрде бағасын жоғарылататын күрделі бақылау жүйелерін керек етеді. «Кесілген» тербеліс заңынабағынатын түрлендіргіш шықпасында тура желімен электр қозғалтқышында басқада ауытқулар туындататын, электр көліктерінің қызуын, моментінің азаюын, қорек көзінің жоғары мәнге ие кедергілерін туындататын қатты тербеліс көзі болып есептеледі. Компенсациялаушы құрылғыларды пайдалану ПӘК құрылымдарын жалпылай азайтуға, массаның, өлшемнің бағасын көбейтуге әкеліп соғады. Тербелмелі айнымалы кернеуді жасау үшін электр машина орамдарындағы көрсетілген электр кернеуді жасайтын жеке инверторлар пайдаланылады. Инвертордағы сандық кілттер мақсатында 36 жабық тиристорлар GTO және оның модернизацияланған түрі GCT, IGCT, SGCT және биполяр аспап IGBT қолданылады. Тиристорлық жиілікті түрлендіргіштің негізгі артықшылығы схемадағы сияқты тура байланыспен жұмыс жасай алу қабілеті, үлкен ток және кернеу мәндерімен, бұл кезекте үлкен жүктеме және импульстік әсер беруі. Бұлар ПӘК-і жоғарғы мәнге ие IGBT- транзисторларына байланысты түрлендіргіштерге арналған. Жиілікті түрлендіргіш асқын диапазонда қорек беретін желіде ток туғызатын, электр энергиясының сапасының төмендеуіне әкеліп соғатын сызықсыз жүктеме болып есептеледі. Асинхронды машина тобындағы жиілікті түрлендіру электр жетегін тұрақты токқа ауыстыру мүмкіндігін туғызады. Тұрақты ток машинасының жылдамдығын реттеу жүйесі ыңғайлы, бірақ бұл электр жетектің кемшіл тұсы электр қозғалтқышы болып есептеледі. Оның құны жоғары әрі сенімді.

Жұмыс барысында электрлік тозу салдарынан коллектор желініп, ұшқын пайда болады. Асинхронды электр машинасы тұрақты ток машиналарынан көптеген көрсеткіштерімен артықшылыққа ие: құрылысы тұрасынан қарапайым және ыңғайлы, өйткені қозғалатын түйіспелері жоқ. Бұлардың тұрақты ток машиналарымен салыстырғанда көлемі, массасы, бағасы, қуаты аз болып табылады. Асинхронды қозғалтқыштар жасалу және эксплуатация жағынан қолайлы. Асинхронды электр машинасының негізгі кемшілігі – жылдамдықты ескі тәсілмен реттеуі (қоректендіруші кернеудің өзгеруіне, тізбек орамдағы қосымша кедергілердің жасалуы). Жиілікті реттеу түсінігі отызыншы жылдарда туындағанмен, асинхронды электр машинасының жиілікті режимде басқару бүгінге дейінгі үлкен проблема болып табылады. Жиілігі реттелетін электр жетекті дамыту бағасы жоғары жиілікті түрлендіргішке дейін тең келеді. IGBT-транзисторымен күштік схеманың пайда болуы, ПӘК-і жоғары микропроцессорлық басқару кешендерін жасау әр

түрлі компанияларға Еуропа, АҚШ және Жапонияда қазіргі уақыттағы жиілік түрлендіргіштері арзан бағамен шығаруға мүмкіндік туғызды.



3.1 сурет – Күштік түрлендіргіштің жалпы көрінісі

SINAMICS G120P

Компрессор, желдеткіш, насостарға арналған модульді түрлендіргіш.

SINAMICS G120P жиілік түрлендіргіші – бұл модульді түрлендіргіш, кең ауқымдағы функционалды мүмкіндіктерді қамтамасыз етеді. Түрлендіргіштің басты түрлендіру компоненттері:

- Басқарушы модуль (CU)
- Күштік модуль (PM)
- Оператор панелі IOP/BOP-2

Басқару модульы электр қозғалтқышы қосылған күштік блокқа бақылау жасайды. Сонымен қатар басқару модульы электр жетекті басқару және оның жүйелеріне мониторинг жасау мақсатында әр-түрлі интерфейстерді қосуға мүмкіндік береді. Қуат диапазоны 0.37 - 90 кВт аралықтарын құрайды.

- IP55 жүйесі, шкафсыз қолдануға мүмкіндік береді. Ал IP20 жүйесі шкафты орнатуға мүмкіндік береді.

- желіге қайта әсер етудің төменгі коэффициенті (гармониканың төменгі деңгейі).

- SIZER және STARTER программалық жүйелерін қолдана отырып тез жобалау және эксплуатациялау, сонымен қатар BOP-2 оператор панелін, IOP, MMC жады картасын қолдана отырып қосымша көшірмелерді жасау, компьютерге қосу мүмкіндігі.

- келесі интерфейстер арқылы қосу мүмкіндігі бар: Profibus, USS, Modbus/RTU, CanOpen, BacNet MS/TP.

- функционалдылық: сырттан қорек беруді үзген кезде автоматты қосылу, ECO-Mode энергия үнемдеуіш режимі, қажеттілік бойынша қозғалтқышты қосу-тоқтату гибридациясы.

- 4 параметрлі ПИД – реттегіш (тех. процесс, қысым, деңгей, шығын), кеңейтілген апаттық режим (мысалы әр-түрлі ортада температураға бақылау жасау), байпас режимі, программалаушы таймерлер, еркін программалаушы логикалық-функционалдық блоктар, PLC қарапайым функционалдығын эмуляция жасауға арналған таймерлер.

Типтік қолдануы

SINAMICS G120P көбінесе желдеткіш, қыздыру, компрессормен басқару жүйелерінде кеңінен қолданылады.

SINAMICS G120P – техникалық сипаттамалары:

Кернеу және қуат диапазондары - 3ф. 380 В – 480 В AC \pm 10%
IP20: 0.37 - 75 кВт.

IP55: 0.37 - 400 кВт.

Басқару типі – датчиксіз веторлық басқару, қозғалтқыш легін қалыпты ұстау (FCC), U/f сипаттама, параметрленетін U/f сипаттама, ECO режим.

Кіріс – 6 сандық кіріс, 4 аналогты кіріс.

Шығыс – 3 релелі шығыс, 2 аналогты шығыс.

3.1 Түрлендіргіштің күштік тізбегінің параметрлерін есептеу және элементтерін таңдау

Таңдап алынған жиілік түрлендіргішінің күштік тізбегі мына элементтерден құралады:

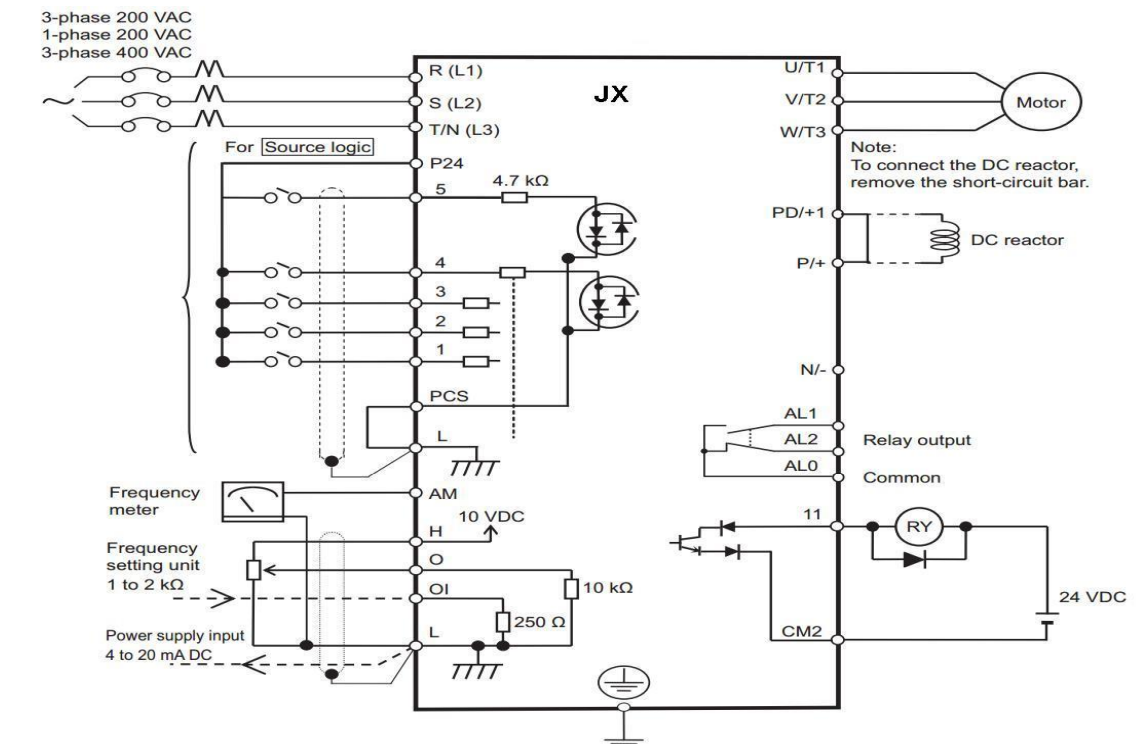
түзеткіш – түзеткіштің органдары ретінде диодтар алынады;

инвертор – инвертордың кілті ретінде қайтымды диодтармен IGBT транзисторлар тобы алынады, инвертордың шығысында жиілікті реттеу инвертордың кілтін алмастыру жиілік түрлендіру арқылы іске асырылады, ал инвертордың шығысында кернеудің мәнін түрлендіру ендік-импульсті модуляция септігімен болады;

тежелу блогы – резистивті жиіліктік тоқтау үшін алынады;

LC-сүзгіш – кернеуді түзету мақсатында;

анодтық реактор – түйіспелік кедергілерді түзету мақсатында алынады сонымен қатар қысқа тұйықталу тоғының өсу шапшаңдығын тосады.



3.2 сурет – Электр жетегінің күштік тізбегінің принципіалды сұлбасы

Сұлба элементтерінің түсінігі:

QF1 – үш полюсті күштік автоматты ажыратқыш;

QF2 – екі полюсті автоматты ажыратқыш;

KM1 – контактордың күштік түйіспелері мен орамдар;

ЭМ – тежеуіш құрылғының электромагниті;
 М1 - басты қозғалтқыш;
 SQ1, SQ2 – аяқтауыш ажыратқыштар;
 S1 – эскалаторды қосу-өшіру батырмасы;
 S2 – қозғалыс бағытын ауыстырып қосқыш тумблеры;
 А – ЭМС сүзгісі;
 А1 – жиілік түрлендіргіш;
 А2 – эскалатор полатнасын тарту датчыкы;
 А3 – тежеуіштің бсқару блогы;

Күштік кілттер ретінде IGBT модулдарын қолдану ұсынылады, олардың құрамына оқшауланған бекітпелерімен биполярлы транзисторлар және кері диодтар кіреді. Алдын ала таңдау:

Статордың номиналды фазалық тогы: $I_{ном} = 177.6 \text{ А}$

Күштік кілт арқылы өтетін орташа ток:

$$I_{н.орт} \geq k_z \cdot I_{max} . \quad (3.1)$$

мұндағы k_z – кілттің комутациясында токтағы артық тиеуді ескеретін қор коэффициенті, $k_z = 2$;

I_{max} – инвертордың күштік тізбегіндегі токтың амплитудалық мәні:

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{ном} = \sqrt{2} \cdot 177.6 = 113,3 \text{ А} . \quad (3.2)$$

мұндағы $I_{ном}$ – қозғалтқыштың номиналды тогы, А

$$I_{н.орт} \geq 2 \cdot 113,3 = 226,6 \text{ А} . \quad (3.3)$$

Күштік кілттегі жұмыс кернеуі:

$$U_{жум} \geq U_{max} + \Delta U_{п.н} . \quad (3.4)$$

Мұндағы :

U_{max} – инвертордың күштік тізбегіндегі кернеудің амплитудалық мәні, В;

$\Delta U_{п.н}$ – кілттегі коммутациялық асқын кернеуі, В.

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{л} = 1,414 \cdot 380 = 537,401 \text{ В} . \quad (3.5)$$

мұндағы $U_{л} = 380 \text{ В}$ – желідегі сызықтық кернеу.

Асқын кернеудің мәнін $U_{п.н} = 600 \text{ В}$ деп қабылдаймыз.

Жұмыстық кернеуді анықтаймыз:

$$U_{\text{жум}} \geq 537,401 + 600 = 1137,401 \text{ В}. \quad (3.6)$$

$I_{\text{н. орт}}$, $U_{\text{жум}}$ сәйкес IRGPH50KD2 кері диодты жарты көпірлі күштік модуль таңдаймыз.

Вентилге қойылған максималды рұқсат етілген кернеу рұқсат етілген қайталама импульстік кернеуден артып кетпеуі қажет:

$$\kappa_{\text{зи}} \cdot \kappa_c \cdot U_{\text{м.кер}} \leq U_{\text{DRM}}. \quad (3.7)$$

$$1,4 \cdot 1,1 \cdot 538,856 = 829,769 \leq 1200.$$

Мұндағы:

$\kappa_{\text{зи}}$ - кернеу бойынша қор коэффициенті, $\kappa_{\text{зи}} = (1,3 \div 1,5)$;

κ_c - желідегі кернеудің жоғарылауын ескеретін коэффициент, $\kappa_c = 1,1$.

$U_{\text{м.кер}}$ - вентелдегі максималды кері кернеу;

$$U_{\text{м.кер}} = \sqrt{6} \cdot U_{\phi}, \quad (3.8)$$

$$U_{\text{м.кер}} = \sqrt{6} \cdot 220 = 538,856 \text{ В}.$$

мұндағы U_{ϕ} – желіні қоректендіретін кернеу, $U_{\phi} = 220 \text{ В}$.

Күштік сүзгішке конденсатор таңдаймыз.

Күштік сүзгіштің конденсаторларының толық сыйымдылығы:

$$C = \frac{U_d \cdot T_n}{3 \cdot R_n \cdot \Delta U_c}, \quad (3.9)$$

$$C = \frac{514,8 \cdot 0,001}{3 \cdot 0,103 \cdot 51,56} = 0,033 \text{ Ф} = 33 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}.$$

мұндағы :

U_d – түзетілген кернеудің орташа мәні, В;

$T_n = 0,001$ – жүктеменің уақыт тұрақтысы (транзистор коммутация жиілігі), с;

$R_n = 0,103 \text{ Ом}$ – жүктеменің активті кедергісі, Ом;

ΔU_c – конденсаторда рұқсат етілген жоғарылату кернеуі.

Түзетілген кернеудің орташа мәні:

$$U_d = k_{cx} \cdot U_\phi = 2,34 \cdot 220 = 514,8B. \quad (3.10)$$

Мұндағы :

U_ϕ – желідегі фаза кернеуі, 220В;

k_{cx} – үшфазалы түзетуге арналған сұлба коэффициенті 2,34.

Конденсатордағы рұқсат етілген жоғарылату кернеуі:

$$\Delta U_c = 0,1 \cdot U_\phi = 0,1 \cdot 514,8 = 51,49B. \quad (3.11)$$

Жүктеменің активті кедергісі:

$$R_n = \frac{3 \cdot R_1}{2} = \frac{3 \cdot 0,068}{2} = 0,103\text{Ом}. \quad (3.12)$$

Конденсатордағы максималды рұқсат етілген кернеуді анықтаймыз:

$$U \geq \sqrt{2} \cdot U_d, \quad (3.13)$$

$$U \geq \sqrt{2} \cdot 514,843 = 728,049B.$$

C , U мәндеріне сүйене отырып күштік сүзгіш конденсаторы таңдалынады.

3.2 Басқару нысанының параметрлерін табу

Асинхронды қозғалтқыштың модель үшін K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 коэффициенттерін анықтау үшін АҚ екіфазалы моделінің параметрлерін қарастырамыз:

Статордың индуктивтілігі өрнегі:

$$L_1 = \frac{X_1 + X_\mu}{2\pi f}, \quad (3.14)$$

$$L_1 = \frac{0,036 + 9,3}{314} = 0,03\text{Гн}.$$

Ротордың индуктивтілігі өрнегі:

$$L_2 = \frac{X_2 + X_\mu}{2\pi f}, \quad (3.15)$$

$$L_2 = \frac{0,48 + 9,3}{314} = 0,031 \Gamma H.$$

Өздік индукция өрнегі:

$$L_{12} = \frac{X_{\mu}}{2\pi f}, \quad (3.16)$$

$$L_{12} = \frac{9,3}{314} = 0,03 \Gamma H.$$

Статор жүйесінің баламалы индуктивтілігінің өрнегі:

$$L_s = L_1 - \frac{L_{12}^2}{L_2}, \quad (3.17)$$

$$L_s = 0,03 - \frac{0,03^2}{0,031} = 0,0009 \Gamma H.$$

$$K_1 = \frac{L_2}{L_1 L_2 - L_{12}^2}, \quad (3.18)$$

$$K_1 = \frac{0,031}{0,03 \cdot 0,031 - 0,03^2} = 1033,3 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$K_2 = \frac{L_{12}}{L_1 L_2 - L_{12}^2}, \quad (3.19)$$

$$K_2 = \frac{0,03}{0,03 \cdot 0,031 - 0,03^2} = 1000 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$K_3 = K_2 R_2, \quad (3.20)$$

$$K_3 = 1000 \cdot 0,063 = 63 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$K_4 = \frac{L_1}{L_1 L_2 - L_{12}^2}, \quad (3.21)$$

$$K_4 = \frac{0,03}{0,03 \cdot 0,031 - 0,03^2} = 1000 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$K_5 = K_4 R_2, \quad (3.22)$$

$$K_5 = 1000 \cdot 0,063 = 63 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$K_6 = \frac{3}{2} \cdot P_{II} L_{12}, \quad (3.23)$$

$$K_6 = \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 0,03 = 0,135 \frac{1}{\Gamma H}.$$

$$R_3 = R_1 + R_2 \left(\frac{L_{12}^2}{L_2^2} \right), \quad (3.24)$$

$$R_3 = 0,084 + 0,063 \cdot \left(\frac{0,03^2}{0,031^2} \right) = 0,143 \text{ Ом}.$$

$$T_3 = \frac{L_3}{R_3}, \quad (3.25)$$

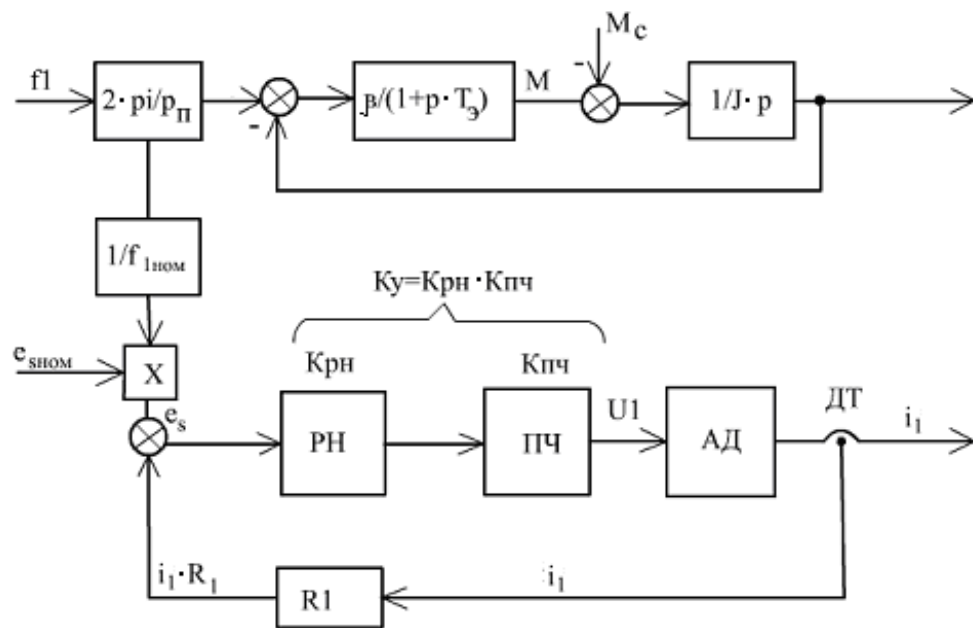
$$T_3 = \frac{0,0009}{0,143} = 0,006 \text{ с}.$$

$$\psi_1 = \frac{E_{с.НОМ}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1НОМ}}, \quad (3.26)$$

$$\psi_1 = \frac{217}{314} = 0,691 \text{ Вб}.$$

4 Электр жетектің MatLab бағдарламасындағы моделін тұрғызу және ондағы өтпелі үрдістерді қарастыру

Асинхронды қозғалтқыштың кернеуін $\psi_1 = const$ заңы турасында реттелген механикалық сипаттамасының қатаңдығының β модулін тұрақтылығын қамтамасыз етеді. 5.1 – суретте электр жетегінің құрылымдық схемасы қарастырылған.



4.1 сурет – Электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

Жүйеде жиілік түрлендіргіштің автоматты басқару жүйесінің шығыс амплитудалық кернеуі:

$$U_{1m} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot (\alpha \cdot e_{sном} + i \cdot R_1) \quad (4.01)$$

мұндағы: K_k – басқару жүйесінің күшейту коэффициенті;

$$\alpha = \frac{f_1}{f_{ном}} - \text{салыстырмалы жиілік};$$

$e_{sном}$ – статордың ЭҚК-нің номиналды сигналы

$$e_{sном} = \frac{E_{s.ном}}{K_y} \quad (4.02)$$

мұндағы: $E_{s.ном}$ – статордың ЭҚК-ң әрекет ететін мәні;

$$i_1 \cdot R_1 = \frac{I_1 \cdot R_1}{K_y} \quad (4.03)$$

мұндағы I_1 – статор тоғының әрекеттік мәні

Электр жетектің MatLab бағдарламасында жобасын құрастыруға болады. MatLab (ағыл. “Matrix Laboratory”) – техникалық есептеулерді және бұл бағдарламада жасалатын біртұтас бағдарламалаудың негізі үшін қажетті бағдарламалар жобасы.

Жартылай өткізгішті электр жетегін зерттеу мақсатында басты кеңейту бағдарламасы болып Simulink және Power System Blockset пайдаланылады.

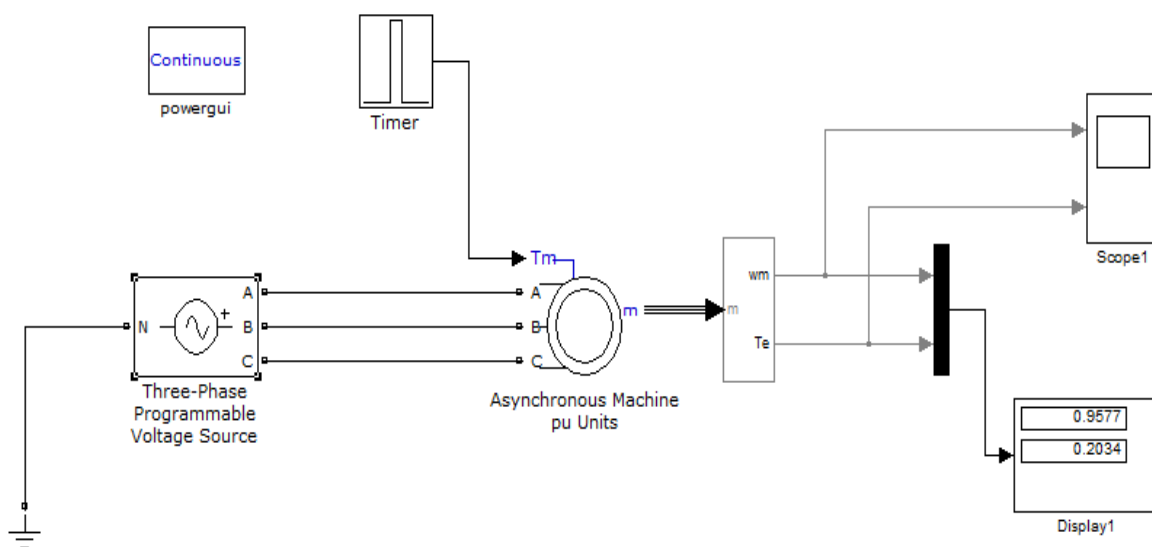
Өзге де программалармен бірге Simulink бпғдарламасы көптеген электротехникалық жүйелерді айқындайтын басты аспап жүйесі болып табылады. Электр жетегі жүйесін зерттеу мақсатында, бұл программамен кез келген тапсырманы шешуге, схемаларын тұрғызуға жағдай жасайды.

Simulink жүйесінің математикалық негізінен бастап және үлгінің құрылымдық жүйесіне микропроцессорлерді қолданып, зерттеуге біршама жағдай жасайды.

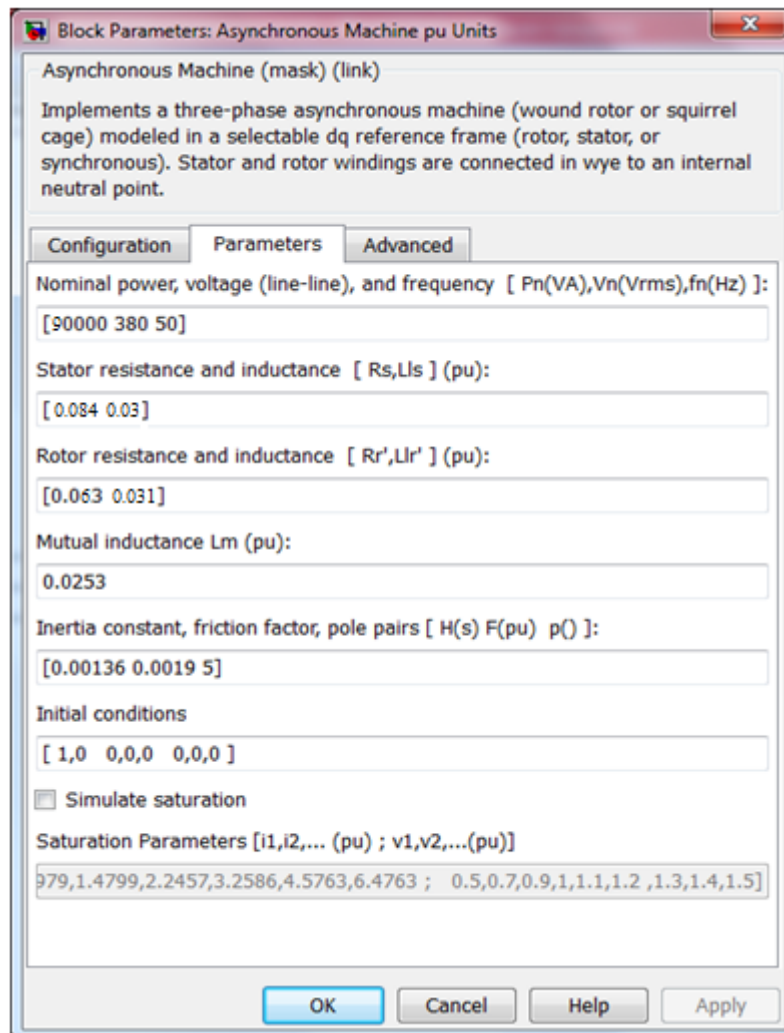
Simulink құралдары керекті аспаптардың құрамын ала аламыз. Кезкелген і автоматты басқару элементтеріне зерттеу жүргізе аламыз. Әрбір блоктар белгілі бір пакеттерде орналасқан және барлық блоктардағы параметрлерді қажетті шамаға өзгерте алу мүмкіндігі бар. Қалыпқа келтіру параметрлері керекті блоктың басты бетіне белгіленіп, сәйкес параметрді сол мезетте өзгерте аламыз.

Дипломдық жобада қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты зерттеуге арналған модель көрсетілген (11 сурет).

Зерттелетін жүйеге мына параметрлер кіреді.

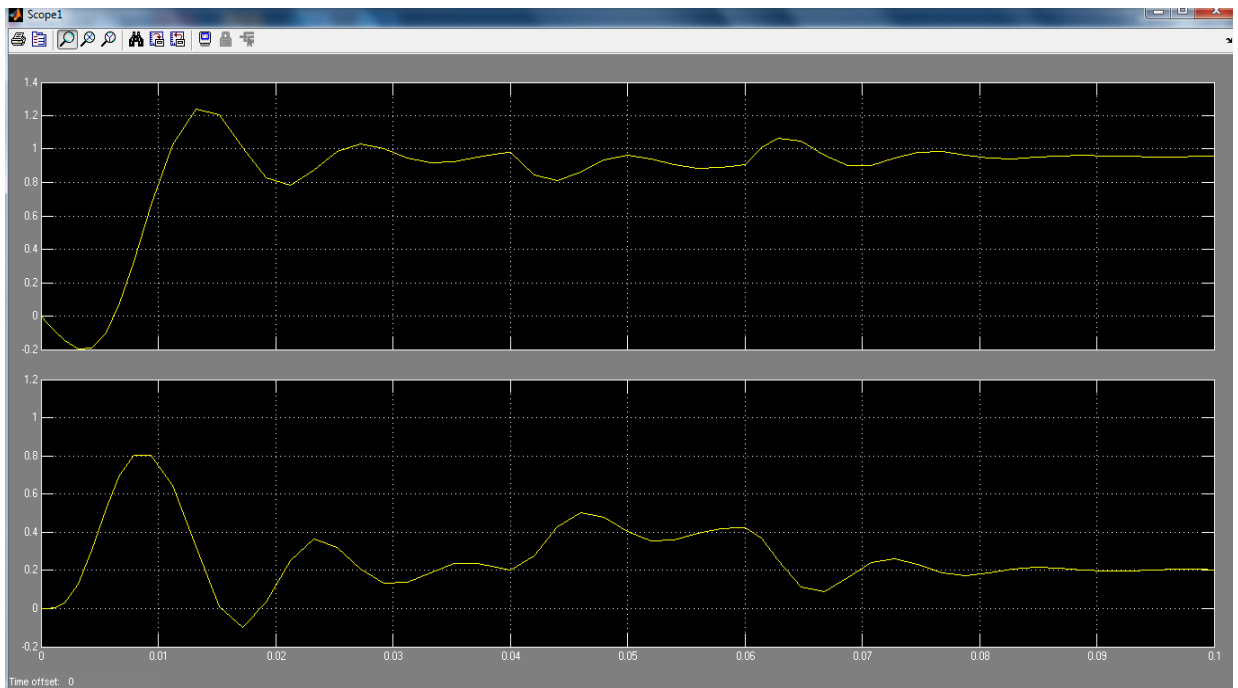


4.2 сурет – ЖТ-АК жүйесінің MatLab 2010 пакетінде жасалған виртуальды моделі

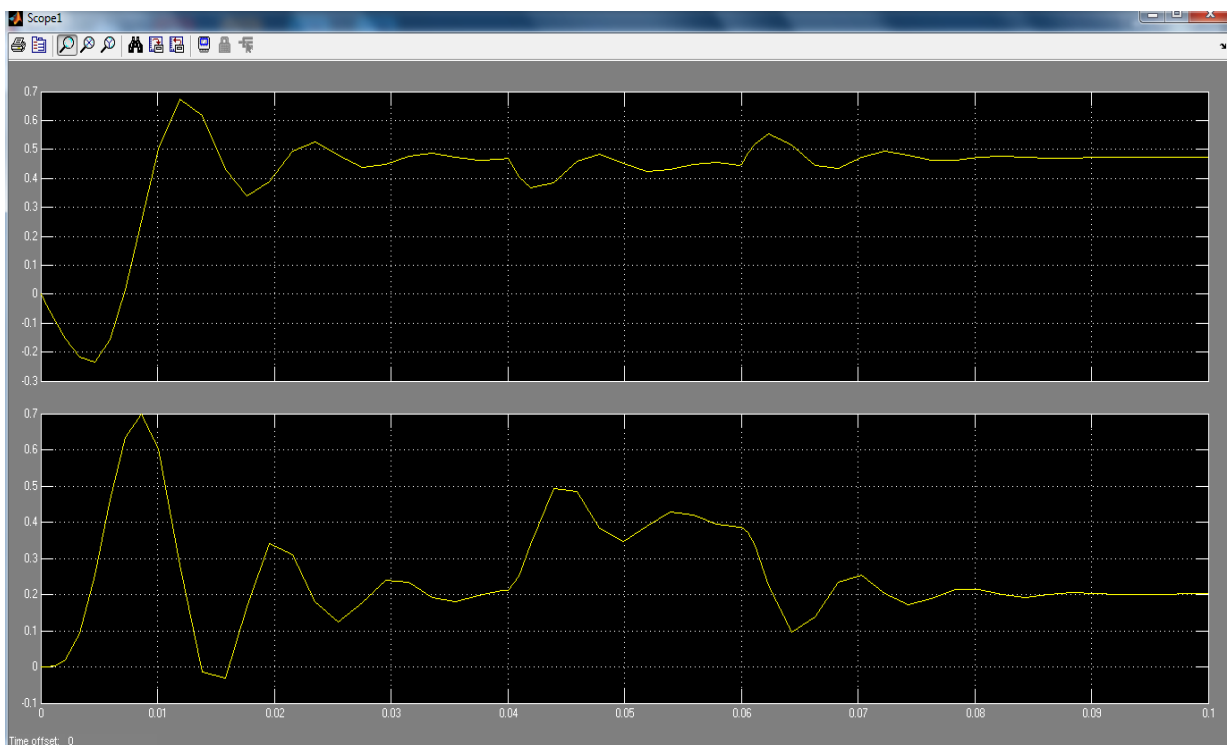


4.3 сурет – Matlab жүйесіне енгізілген параметрлері

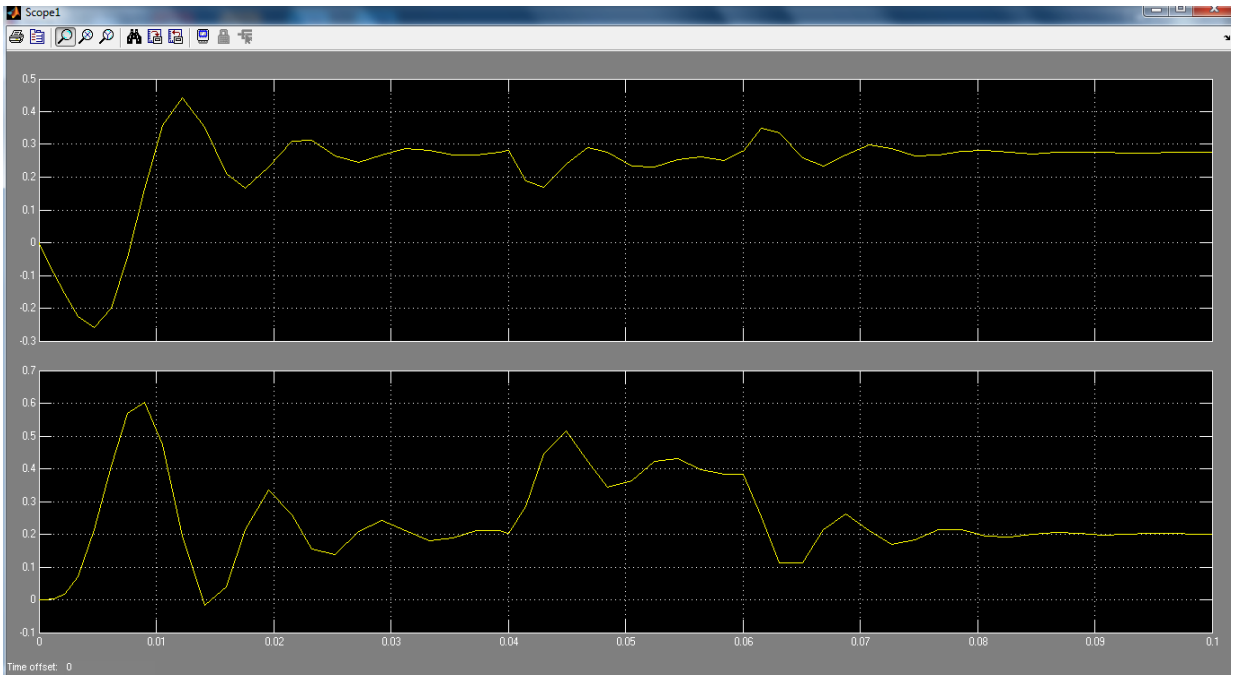
Асинхронды электрқозғалтқыштың жұмысын $f = 15$ Гц, $f = 25$ Гц, $f = 50$ Гц жиілікке тең болған мезеттегі және бос жүріс режим кезіндегі графиктерін қарастырамыз.



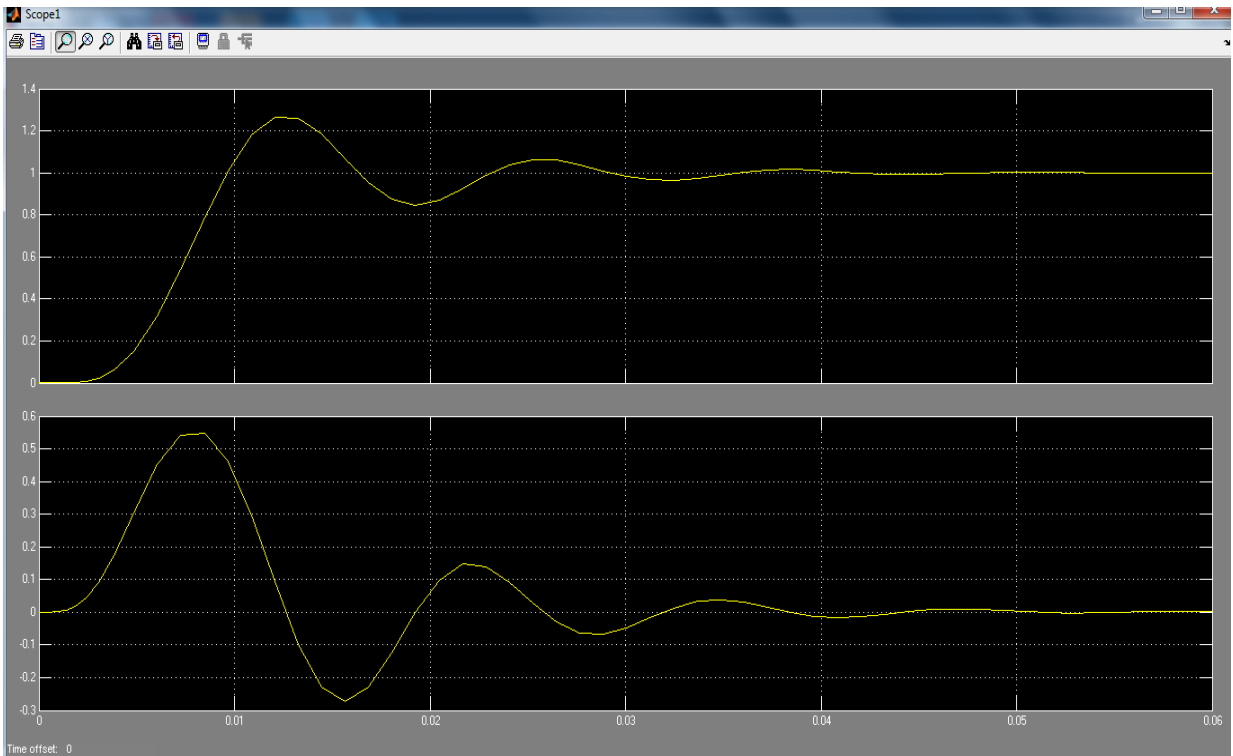
4.4 сурет – Жиілік $f=50$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғанда қозғалтқышты іске қосу барысында оған $M_c = M_{ном}$ тең жүктеме берілген мезеттегі тәуелділік графиктері



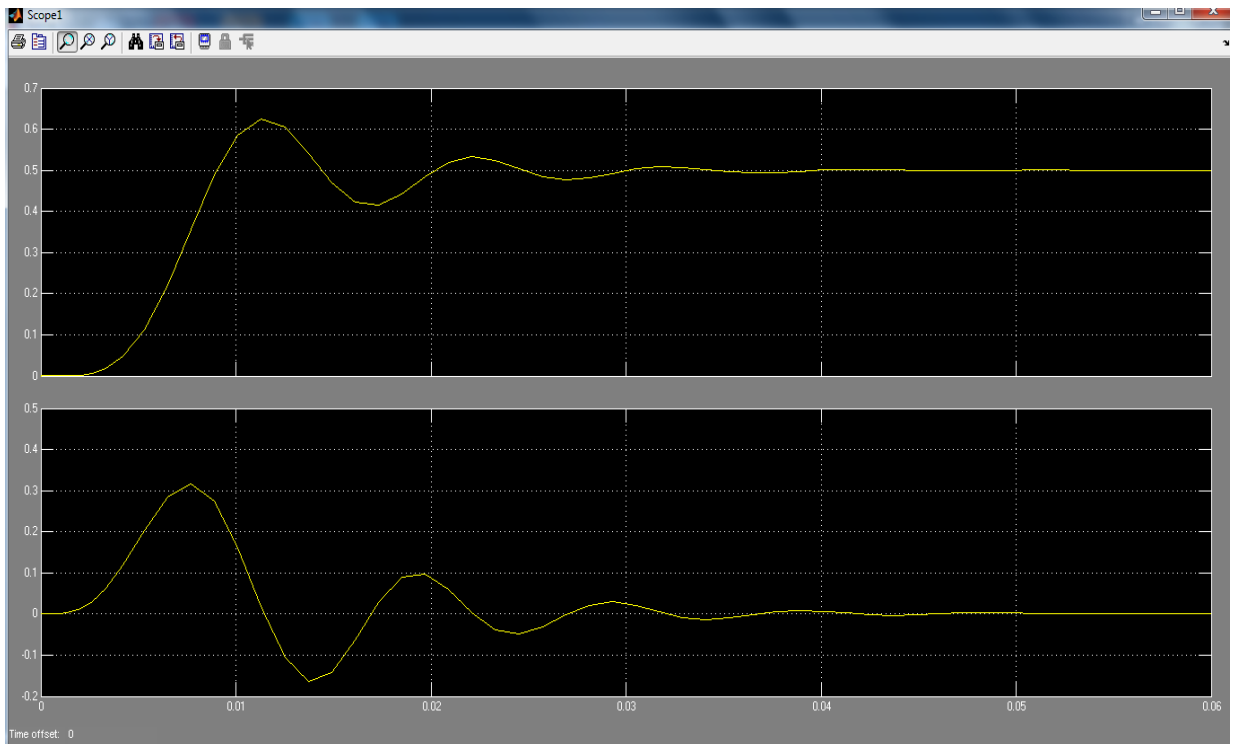
4.5 сурет – Жиілік $f=25$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғанда қозғалтқышты іске қосу барысында оған $M_c = M_{ном}$ тең жүктеме берілген мезеттегі тәуелділік графиктері



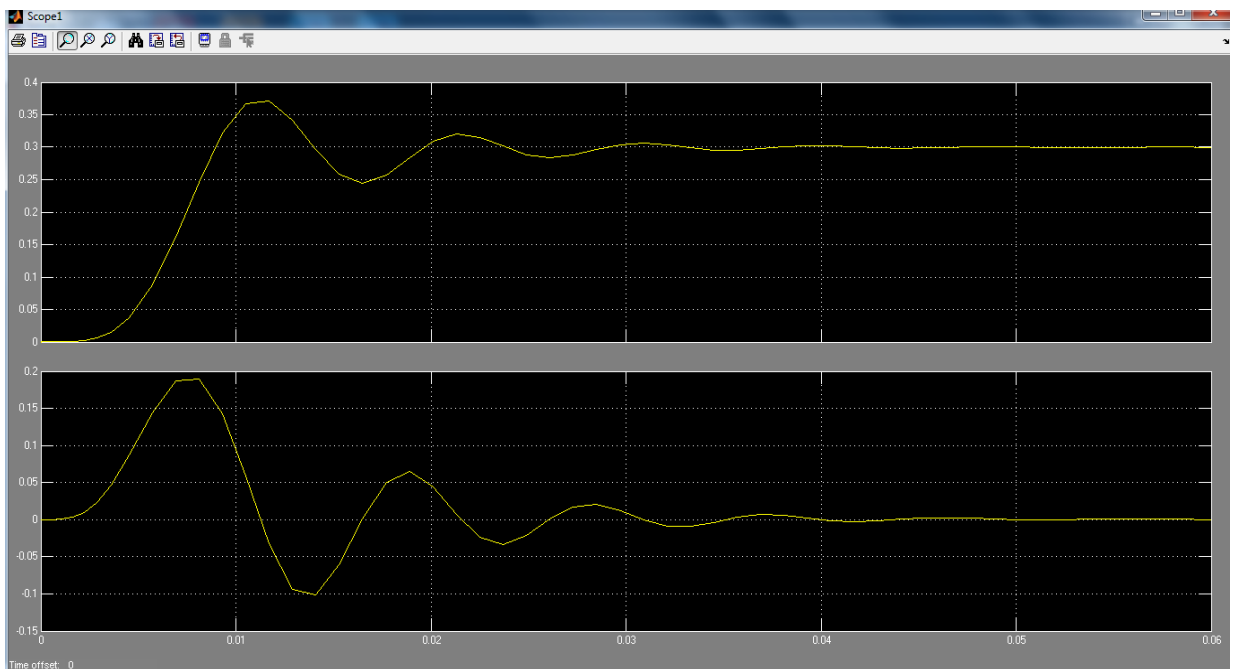
4.6 сурет – Жиілік $f=15$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғанда қозғалтқышты іске қосу барысында оған $M_c = M_{ном}$ тең жүктеме берілген мезеттегі тәуелділік графиктері



4.7 сурет – Жиілік $f=50$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғанда қозғалтқыштың бос жүріс үрдісі барысындағы тәуелділік графиктері



4.8 сурет – Жиілік $f=25$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғанда қозғалтқыштың бос жүріс үрдісі барысындағы тәуелділік графиктері



4.9 сурет – Жиілік $f=15$ Гц және $U_{ж}=380$ В болғандағы қозғалтқыштың бос жүріс үрдісі барысындағы тәуелділік графиктері

Эскалатор үшін қабылданған ЖТ-АҚ жүйесінің өтпелі үрдісінің зерттелуі MatLab программасында байқалды және дұрыстығы дәлелденді.

5. Өмір тіршілік қауіпсіздік негізі бөдімі

5.1 Эскалаторды қолдануда техника қауіпсіздігін сақтау ережелеріне талдау жасау

Эскалатордың жұмыс жасауы және жөндеу әрекеттері жүргізілген уақытта барлық персоналдар эскалатор қолдануының техника қауіпсіздігін және өнеркәсіптік санитарияға сәйкес түрлік Ережелерде баяндалған шарттарды назарда ұстауы тиіс. Эскалаторды жүргізу, қызмет жасау және жөндеу жүргізу шараларына медициналық бақылаудан өткен, эскалатор жайлы информацияларды білетін, кәсіби - техникалық оқу орындары немесе басшылығымен расталған программа негізінде білімі бар 18 жастан жоғары адамдар ғана жұмыс істей алады. Сынақтан өткен адамдарға комиссия төрағасының рұқсаты бар куәлік, ал көлікті жүргізушілер мен олардың іс жүргізушілеріне бақылау органы мен комиссия басшыларының рұқсаты бар сенімхат тапсырылады. Қызметкерлер білім деңгейін тексеру 12 ай уақыт аралығында аз дегенде бір мәрте, сонымен қоса көмекші қызметінен көлікті жүргізуші қызметіне тағайындалған уақытта, 6 айдан көп жұмыста болмаған уақытта, техникалық еңбек бақылаушысының, ресми органдық техникалық бақылау инспекторы талаптарына сәйкес және басқа да жоғары да атап өткен Ережелерде көрсетілген жағдайлар кезінде өтілуі тиіс.

Эскалатордағы өнеркәсіптік жұмыстар барысында жеке қауіпсіздік техникасы басты ережелері төмендегідей көрсетілген:

Жұмыс барысында міндетті:

- дұрыс арнайы киімдерді және қорғаныс каскасын кию;
- жоспарланған жұмысты, қызметкердің және бригада мүшелерінің аты-жөндерін диспетчерге баяндау;
- жөндеу жүргізілуі тиіс болған эскалаторды тоқтату, жоғарғы және төменгі кіру аймақтарында “Кіруге рұқсат жоқ” деген жазуы бар плакат ілу; жөндеуге қажетті құрал-жабдықтарды, қорғаныс құралдарын, қауіпсіздік техникасы заттарын, ауыспалы бақылау пультін, қозғалмалы шамдарды - әзірлеу және тексеру;
- ток өткізбейтін қолғаптарды кию;
- айырғылар мен ажыратқыштарды сөндіру, оларға “Қосуға болмайды. Адамдар жұмыс істеп жатыр” деген плакаттар ілінуі тиіс;
- егер жұмыс кезінде эскалаторды қозғау керек болмаса, кірістің ауыстырып-қосқышының сөніп тұрған айырғышы немесе ажыратқышына тірек орналастыру;
- жұмыс орнын әзірлеу, керек болған кезде эскалаторды қосу үшін қосымша жетекті басқарудың ауыспалы пульті іске қосу және оның жұмысын бақылау;
- жұмыс маңына жақын бұғаттаушы құрылғыны өшіру, кей уақыттарда баспалдақ төсемшесін жылжыту керек болған кезде өздігінен қосылып кетуді болдырмау мақсатында әр төсемді қозғалтқаннан кейін бұғаттаушы

қондырғыларды ажырату керек. Қабат аралық эскалаторларда сонымен бірге тыйым салу кілітін ажыратып, оны басқару пультінен шығару керек.

Ток өткізгіштермен жұмыс істеу барысында қызметші ток өткізгіштер оның алдыңғы жағында сонымен қатар тек бір қаптал жанымен жайғасуы тиіс. Егер ток өткізгіш бөліктерге дейінге қашықтық 700 мм –ден кем болса, қоршау орнатылуы тиіс. Эскалаторды жұмысқа қосуды тек қана кезекші машинист қана іске асыруға рұқсат. Сонымен қоса ол қызметшілерді эскалатордың жылжу бағыты жайында хабардар етуі керек.

Электрқұрылғыларын қадағалау диэлектрлік кілемнің үстінде я болмаса диэлектрлік боти киіп атқарылады; ток өткізуші бөліктерге дейінгі қашықтық 700 мм-ден кем болмауы тиіс.

Ажыратқыштар, айырғыларды қосып - өшіру ток өткізбейтін қолғаптармен, ал сақтандырғыштарды ауыстыру тек нагрузка мен кернеуді ажыратқаннан кейін соң жүзеге асырылуы керек.

Электр құрылғылармен жұмыс жасау барысында кернеу келуі мүмкін барлық аймақтарды ажырату керек. Егер аймақта ток өткізетін бөліктер қалған жағдайда оларды оқшаулайтын материалдармен шектелуі тиіс.

Ауыспалы жерлендіру жерлеу шинасына жалғауы тиіс. Жерлендірудің қосылғанған жері жөндеп тазартылып, оқшаулағышпен жабылуы керек; жерлендіру болттық жалғаныммен немесе арнайы қысқышпен бекітілуі керек;

Жұмыс барысында мүлдем тыйым салынады:

- қозғалмалы бөліктерді ұстауға және механикалық тазалау мен майлаудан бөгде негізгі және көмекші жетектің эскалатордың қозғалысы барысында қандай да бір іс атқаруға;

- төсемде ойық бар, тұтқасы сынған, кіріс аймағы алынған яки жұмыс тежегіштері жөнделмеген негізгі жетек жұмыс атқаратын эскалатордың төсемшелері арқылы жүруге;

- ескерту плакаттарын жұмыс бітпей алуға, сонымен қоса жөндеу жүргізіліп жатқан жерлердегі уақытша қоршауларды жылжымалы жерлендіру мен плакаттардың орнын алмастыруға және мүлдем алып тастауға.

5.2 Эскалаторды басқаратын жабдықтардың адамға физикалық және психологиялық әсерін бақылау

Кез-келген жолаушы қолайсыз жағдайларға ұшырамау үшін электр жабдықтарын қалай қолдануды білу қажет.

Электр тоғымен зақымдануға ұшырау себептері

Электр тоғымен зақымдануға ұшырау себептері: ашық тоқ өткізгіш бөліктерге жақындау; жабдықтың металдан дайындалған бөліктеріне тиіп кету, оқшауламаның бұзылуының себебінен; металдық заттарға, жоғары кернеу ашық қалған кезде; электрлік доға кесірінен болады.

Электр тоғы, электрлік жарақаттану салдары

Электрлік жарақаттану дегеніміз электр тоғының я болмаса электр доғасының әсерінен туындайтын жарақат.

Электрлік балқыма – бұл электр тоғының буға айналуы немесе шашырауы барысында металл балқымасының тері бетіне жұғуы. Терінің жарақат алған бөлігі бұжыр болады және реңі теріге әсер еткен металдың реңімен айқындалады. Терінің электрлік балқымаға ұшырауы қауіпті емес және уақыт өте келе электрлік дақтар секілді жойылып кетеді. Ең қауіптісі көздің металдануға ұшырауы болып табылады.

Электрлік зақымдарға тоқ өту барысында бұлшық еттерінің еріксіз жиырылуы нәтижесінде механикалық жарақат алу (қан тамырларының және жүйкенің ажырауы, буынның шығуы, сүйектің сынуы), соған қоса электрлік офтальмия – электр доғасының ультра күлгін сәулесі әсерінен көздің зақымдануы жатады.

Электрлік шок – бұл адам денесінің электрлік тоғынан түршігуге жүйке рефекторлы әсері. Шок кезінде дем алу жолдарына, қан айналымына, жүйке тамырларына және дененің басқа жүйелеріне жарақат тиеді. Тоқ әсерінен соң дененің қозу әрекеті басталады: ауруға реакция пайда болады, қан қысымы өзгереді және т.б. осыдан кейін тяжелу фазасы басталады: жүйке жүйесі зақымдалады, қан қысымы өзгеріске ұшырайды, тыныс алу жолдары әлсірейді, дем алуы жиілейді және төмендейді, депрессия жағдайы туындайды. Шок жағдай он минуттан бастап бірнеше тәулікке созылуы ықтимал осыдан кейін салынуға я болмаса биологиялық өлімге алып келеді.

Жарықтың адам организміне әсері

Табиғи жарық адам организміне биологиялық фактормен қоса психологиялық әсер тигізеді. Жарық саңылаулары арқылы ішкі жақтан бақылау байланысы және күндізгі жарықтың әр қилылығы (қарқындылықтың, бір қалыптылықтың өзгерісі, жарықтың қатынасы) адам организміне әсер етеді. Сол себепті гигиеналық тұрғыдан қарағанда әр-түрлі мақсаттағы ғимараттарда табиғи жарықтандыруды үлкен шамада қолдану қажет. Егер де жолаушыларды табиғи жарықтандырумен қамтамасыз етсе, онда бұл жолаушылардың күндізгі режимін реттеу қажет. Бұл үшін олардың табиғи

жарықтануы бар ашық аспан астында жиі болуын қамтамасыз ету қажет (мысалға, түскі үзілісте я болмаса жұмыс уақытын өзгерту арқылы).

Шудың организмге әсері

Туннельдің ішінде орын алған шудың сыртқа шығуы үшін оларға қойылатын тшарттарға лайықтылығы және шу шығуын жайғастыру сипаты маңызды болып есептеледі. Шудың ішкі шығуын мына топтарға бөлуге болады: туннельді техникалық жабдықтау (лифт, трансформаторлы қосалқы станциялар және т.б).

Туннельдерде және қоршаған ортаның әр қилы әсерлерінің өмір сүру жағдайына факторын жалпылама бағалау шудың туннельдерде ыңғайсыз жағдайлар тудыратынына көз жеткізілді. Шудың әсері организмнің келесі жағдайларын туындатады:

- есту органдарының жұмыстық бұзылуы;
- есту қабілетінің функцияналды бұзылуы;
- нейрогуморальді реттеудің функцияналды бұзылуы;
- сезім органдары мен қозғалу функцияларының бұзылуы;
- эмоционалдық қалыптың бұзылуы.

Шудың әсеріне жолаушылардың ортақ әсері – түршігу. Қарсы әсер ететін дыбыс психологиялық, көңіл-күй күйзелісіне айналатын түршігу сезімін туындатуы мүмкін, бұл адам ағзасын паталогиялық және психологиялық ауытқуларға алып келеді. Дыбыстың деңгейі үдеген сайын жағымсыз сезімі өсе бастайды.

Туннельдік эскалаторды жасанды жарықтандыруының есептелінуі

Есептік бөлімнің жұмыс кезінде керек:

а) жарықтандыру жүйесін, жарық көзін, нақты эскалатор орналасқан ғимарат үшін шамды таңдау;

б) жұмыс істеу орнының негізгі жарықтандырылуының есептеуін жасау.

Негізгі жарықтандыруды есептеу жұмысының мақсаты - Emin қамтамасыз етуге керекті шамдардың санын және ғимаратта біркалыпты жарықтың қамтамасыз етілуі үшін керекті жарықтандыру жабдығының қуатын есептеу. Есептеулер пайдалану коэффициенті әдісімен орындалады.

Жасанды жарықтандыруды есептеу үшін жарықтың ағын коэффициентін пайдалану тәсілі арқылы анықтаймыз. Бұл тәсіл шамның жарық ағынын анықтауға мүмкіндік береді. Шамның жарық ағыны мына өрнеппен анықталады:

$$F_{л} = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

мұндағы E – нормаланатын ең кіші жарық;

К – шамдардың ластануы, шаңдану мен лампаның ескіруін ескеретін коэффициент қоры;

S – бөлменің жарықтанған аумағы, m^2 ;

Z – жарықтандырудың теңсіздік коэффициенті, орташамен минимал жарықтандырудың қатынасы ($Z=1,1 \div 1,2$);

N – шамдардың саны;

n – жарық ағынының қолдану коэффициенті.

Жарықтандыру қондырғысының қуаты P келесі өрнекпен анықталады:

$$P = nNP_i. \quad (5.2)$$

5.1-кесте. Коэффициент қорлары;

Мекеме	Мекеме түрлері	К	
		Газ разрядты лампылар	Қызу шамы
Шаңдануы 5 мг/м ³ -ден жоғары	Цемент зауыты, құю цехы және т.б.	2	1,7
Түтін, күйе 1-5 мг/м ³	Темір, дәнекерлеу цехтары және т.б.	1,8	1,5
1 мг/м ³ -тан аз	Аспап, жиналмалы цехтары	1,5	1,3
Қышқыл мен сілті буынының жоғары дейгейі	Химиялық зауыт цехтары	1,8	1,5
Шаңдануы 1 мг/м ³ -ден аз, қышқыл мен сілті буы жоқ	Тұрғын-үй, әкімшілік және офистік мекемелер	1,2	1,1

Шамдардың көзге жағымсыз әсерін азайту мақсатында, ілу биіктігін қуаты 200 Вт-тан жоғары шамдар үшін еден деңгейінен 2,5-4 м-ге, ал үлкен қуаттығы шамдарды 3- 6 м-ден артық емес болатындай етіп жайғастырады.

Шырақтардың керекті саны:

$$n = S / L^2 (L_a = L_b). \quad (5.2)$$

L / h қатынасының ең тиімді қатынасын алу үшін люминисцентті лампалар үшін $Z = 1,1$ және қызу шамдары, ДРЛ үшін $Z = 1,15$ деп есептеу ұсынылады.

Бөлме индексін табамыз:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}. \quad (5.3)$$

мұндағы h – лампалардың іліну биіктігі, м;

A, B – бөлменің ұзындығы мен ені, м;

Бөлменің сипаттамасын анықтаймыз:

$A = 45$ м;

$B = 8$ м;

$j_{II} = 50\%$ - төбе бөлігінің коэффициенті;

$j_C = 30\%$ - қабырға бөлігінің коэффициенті;

$$h = H - h_i - h_6 \quad (5.4)$$

мұндағы H – ғимараттың геометриялық биіктігі;

Жарықтың ағынын қолдану коэффициенті h шам түрінен, бөлме индексінен, төбе, кереге және еденнің шағылысу коэффициентінен тәуелді күрделі функция болып есептеледі. Көп қолданыстағы люминисцентті шамдар үшін жарық ағынын пайдалану коэффициенті таблица арқылы табамыз.

Жарық ағынының пайдалану коэффициентінің өзара мәндері интерполяция тәсілі арқылы табылады.

Күрделі шамдар үшін бұл коэффициент арнайы нұсқаулықтардан табуымыз мүмкін. Фл берілген мезетте, яғни қандай шам қолданылатынын айқындаған уақытта N -ді, яғни қанша шам қолдану керек екенін табамыз.

N немесе n берілсе, Фл-ді табамыз. Анықталған Фл бойынша жақын, стандартты, ауытқуы - 10, + 20 % болатын шамдар алынады.

Өлшемдері $A = 40$ м, $B = 8$ м, $H = 2,7$ м, $h_p = 1$ м және төбенің шағылысу коэффициенті $g_t = 70\%$, керегенің $g_k = 50\%$, есептік беттің $g_b = 30\%$ болатын ластануы аз эскалатор орналасатын, яғни метробекет ғимаратындағы люминисцентті лампалары бар "Астра" шамымен $E = 180$ лк жарықтандыру үшін қолдану коэффициенті әдісімен есептеулер өткіземіз.

Люминисцентті лампаларды қолданатын бұл ғимарат үшін қор коэффициентін $k = 1,2$ деп қабылдаймыз. Шамдардың арасындағы оптимальді салыстырмалы қашықтықты $\lambda = 1,4$ деп қабылдаймыз. Шамдарды ілу биіктігі $h_{ілу} = 0,5$ м деп қабылдап, есептік биіктікті анықтаймыз:

$$h_e = 2,7 - 1 - 0,5 = 1,2 \text{ м.} \quad (5.5)$$

және шамдардың арақашықтығын табамыз:

$$L = 1,7 \times 1,4 = 2,38 \text{ м.} \quad (5.6)$$

Ғимараттағы шамдардың қатарының санын табамыз:

$$N_b = 8/2,38 = 3,3. \quad (5.7)$$

Қатардағы шамдардың санын табамыз:

$$N_a = 40/2,38 = 16,8. \quad (5.8)$$

Бұл мәнді жақын жоғарғы мәнге дейін жуықтаймыз:

$$N_a = 17 \text{ және } N_b = 4. \quad (5.9)$$

Шамдардың жалпы санын анықтаймыз:

$$N = N_a \times N_b = 17 \times 4 = 68. \quad (5.10)$$

Шамдарды орналастырамыз.

Ені бойынша 3 шамды орнату үшін $2,38 \times 2 = 4,76$ м аралық керек болады, яғни екі жақ жанынан шеткі шамдарға дейінгі қашықтық $(8 - 4,76) / 2 = 1,62$ м болады. Ал ұзындығы бойынша 17 шамды орнату үшін $2,38 \times 17 = 39,2$ м аралық керек болады, яғни екі жақ жанынан шеткі шамдарға дейінгі қашықтық $(40-39,2) / 2 = 0,4$ м болады.

Ғимараттың индексі:

$$I = 40 \times 8 / [1,2 (40 + 8)] = 320 / (1,2 \times 48) = 5,5. \quad (5.11)$$

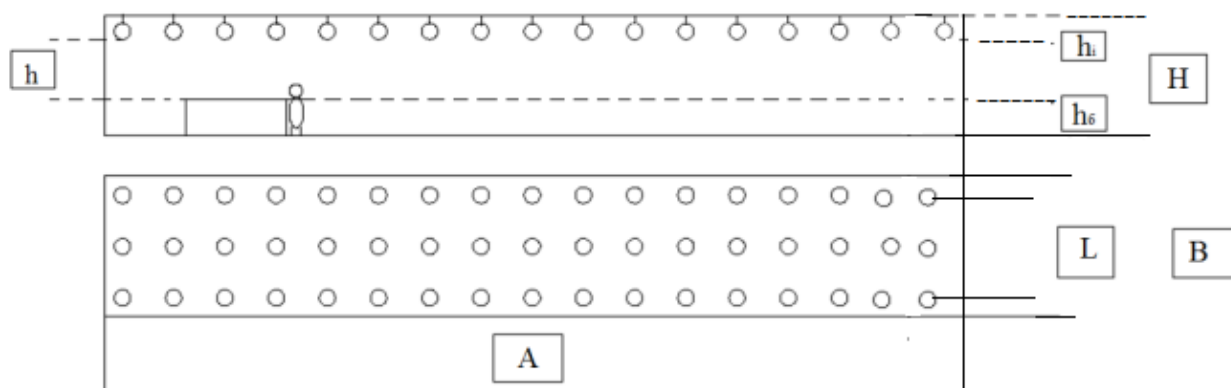
Анықтамалық бойынша жарық ағынының пайдалану коэффициенті $\eta = 0,8$ деп қабылдаймыз. Эскалатор орнатылатын ғимаратқа люминисцентті шамдар қабылданатын болғандықтан, минимальді жарықтану коэффициентін $z = 1,1$ деп өрнектейміз. Шамның керекті жарық ағынын табамыз:

$$\Phi_{л} = 180 \times 1,1 \times 320 \times 1,3 / (68 \times 0,8) = 1514 \text{ лм,} \quad (5.12)$$

$$\Delta\Phi = (1995-1514)100 / 1514 = 19 \%. \quad (5.13)$$

Кестеден мәні бойынша ең жуық болатын ЛДЦ 40-4 люминисцентті шамын аламыз., оның ағыны $\Phi_{л}=1995$ лм және есептік мәннен ағыны 19% -ке

көп.



5.3 Электр жетектің шу деңгейін есептеу және бақылау

Шу дегеніміз – адамға кері әсерін тигізетін әсерін тигізетін ауқымды дыбыс толқындары. Негізінде шу әр қилы жиіліктегі және интенсивті қосылысы түрінде болады. Дыбыстық шу толқын қысым s (өлшем бірлігі Па), жылдамдықпен v (өлшем бірлігі м/с), интенсивтілігімен I (өлшем бірлігі $Вт/м^2$) сонымен қатар жиілікпен өлшем бірлігі f (Гц) анықталады. Дыбыстық толқындар барысында ауада өсірілген және азайтылған қысымды аймақтар болып келеді. Сол аймақтарды дыбыстық қысыммен анықтауымызға болады. Дыбыстық қысым дегеніміз үлкен толық қысыммен орта қысымның айырымдары.

Дыбыстық қысым ауаға жайылғанда энергия жасалады. Бұл энергия суммасын қарқынды дыбыс арқылы анықтаймыз. Шу деңгейіне біз дыбыстық қуат P жатқызамыз, жалпы дыбыстық энергияның мөлшері арқылы анықталынады. Бұл энергияның мөлшері шу шығарып тұрған объектілерді табуға мүмкіндік береді.

Шудың негізгі топтарына мыналар жатқызылады:

- жиілігінің әсерімен;
- әсер ету уақытының әсерімен;
- спектр сипатының әсерімен;
- қалыптасуының әсерімен;

Кез-келген тербелетін қозғалыстардың басты физикалық сипаты: цикл T және тербелістер амплитудасы A , ал дыбысты ескергенде – жиілік f пен тербеліс J шапшаңдылығы. Жиілік – дыбыстарды ажырата алатын басты қағида болып ескеріледі. Тербеліс жиілігі – бұл бір уақыт мезетіндегі толық тербелістің мөлшері. Жолаушының дыбысты сезу қабілеті 20-20000 Гц дейінгі аралықты құрайды, бірақ басты есту интервалы 45-10000 Гц дейінгі аралық. Жолаушының дыбысты сезінуі дыбыстың жиілігі, шапшаңдылығымен және дыбыс қысымына байланысты болады. Ең аз шапшаңдылығы I_0 мен дыбыс қысымымен P_0 адам сезіне алатын мәндерді – сезіну диапазоны деп атайды. Диапазон P_0 және I_0 дыбыс жиілігіне қатысты қабылданады. Мысалы: 1000 Гц жиілік аралығында дыбыстық қысым $P_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ Па, $I_0 = 10$ $Вт/м^2$. Осы

қолданылған сандық мәндер жолаушының есту деңгейіне және тағы басқа органдарына қауіпті әсерін туғызады.

Адамның есту қабілеті басқа да тіршілік иелерімен салыстырғанда 10 есе аз дыбысты естиді, сол себептен децибел (дБ) 0,1 Бел деп есептейміз.

Барлық шу көздерінің дыбыстық қысымын 4.1-ші кестеде келтірілген. Осы мәндерге қатысты мысал түрінде электр қозғалтқыш дыбыс қысымын 100 Гц жасайды, бұл дегеніміз дыбыс адамның есту мүшесіне айтарлықтай зиянын тигізеді.

5.2 кесте – Дыбыстық қысым

Шу аймақтары	Дыбыстық қысым, Па	Шудың белсенділігі, дБ
0,3 мм диапазондағы жай шу	$2 \cdot 10^{-3}$	45
0,3 мм диапазондағы жай шу	$2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$	63-75
Адамның сөйлегендегі дыбысы	4	80-101
1 м аралықтағы соққы компрессорлар	30	126
Электр қозғалтқышы	190 аса	160 аса

Акустикалық жұмыс аймағы деп – ол жұмыскердің жұмыс істейтін аймақтың дыбыс ауданын айтамыз. Жалпы жағдайда жұмыс аймағындағы қондырғыларының жұмысшы жүйелерінің басқару пульттерінен 0,5 м деңгейде және еденнен 1,6 м аралықтағы дыбыс ауданның аймағынан есептеледі.

Шуды есептеу былай орындалады:

- шуды көп мөлшерде шығаратын құрылғы таңдалынып, жұмыс аймағындағы шу көздері анықталады;
- жұмыскердің шу аралығына кезігетін уақыты табылады;
- бақыланған шу шамаларының деңгейін санитарлық нормативтер арқылы орнатылған шектік көздер мөлшерімен деңгейлестіреді.

Жұмыс аймағындағы шу мөлшерінің акустикалық есептеуін былайша табуға болады.

Егер де біркелкі шу шығаратын n көздері, ал дыбыс қарқындылығының деңгейі бір орынның мөлшерінде L_1 берілсе, онда шудың есептік деңгейін мына формуламен табамыз:

$$L_{\text{сум}} = L_1 + 10 \cdot \lg \cdot n. \quad (5.14)$$

n сандары 1,2,3,4,5,6,7,10,20,30 және 100-ге тең деп қабылданса, онда $10 \cdot \lg \cdot n$ мәні сәйкесінше 0,3,5,6,7,8,9,10,13,15,20 мәндерін қабылдайды.

Екі жағдайдағы L_1 мен L_2 шу орталықтарының есептік шу мөлшері төмендегі формуламен табамыз:

$$L_{\text{сум}} = L_1 + \Delta L. \quad (5.15)$$

Мұндағы L_1 - шу мөлшерінің жоғарғы мәні, дБ.

Шу орталықтарының мөлшерінің айырымы мына формуламен табылады:

$$\Delta L = L_1 - L_2. \quad (5.16)$$

$L_1 - L_2$, дБ сандарының айырымы 1,2,3,4,6,7,8,9,10; мәндеріне ΔL , дБ 2,2;3;1,7;1,6;1,5;1,0;0,8;0,6;0,5;0,4; мәндері тура қабылданады.

Белсенді шудың деңгейін табу үшін берілген электр жетектің шу мөлшерінің мәндеріне зерттеу өткіземіз.

Эскалатор электр жетегінің шу деңгейлерінің сан міндері 98, 92, 84 дБ болады.

Алдымен бірінші деңгей айырымын келесідей есептейміз:

2000 жылы қолданысқа берілген СШБ-250МН станогы: $98 - 76 = 22$ дБ;

2004 жылы қолданысқа берілген СШБ-250МН станогы: $92 - 76 = 16$ дБ;

2007 жылы қолданысқа берілген СШБ-250МН станогы: $84 - 76 = 8$ дБ;

Осыған орай:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 4 - 1,7 = 2,3 \text{ [дБ]}. \quad (5.17)$$

Яғни,

$$L_{\text{сум1}} = 98 + 2,3 = 100,3 \text{ [дБ]}. \quad (5.18)$$

Келесі өрнектер арқылы төмендегі мөлшерді табамыз:

$$\Delta L_2 = L_{\text{сум1}} + L_3, \quad (5.19)$$

$$\Delta L_2 = 92 - 76 = 16,$$

$$\Delta L_2 = 16 \text{ [дБ]},$$

$$L_{\text{сум2}} = 100,3 + 16 + 0,5 = 116,8 \text{ [дБ]}.$$

Осы талаппен мына деңгейлер айырымын табамыз:

$$\Delta L_3 = L_{\text{сум}2} + L_4, \quad (5.20)$$

$$\Delta L_3 = 116,8 + 76 = 192,6,$$

$$\Delta L_2 = 1 [\text{дБ}],$$

$$\Delta L_{\text{сум}3} = L_{\text{сум}2} + \Delta L_3, \quad (5.21)$$

$$\Delta L_{\text{сум}3} = 192,6 + 1 = 193,6 [\text{дБ}].$$

Ашық аралықта толқынның кеңінен жайылуы барысында дыбыс қарқындылығының азаюы дыбыс жіберетін жеріне дейінгі аралықтың квадратына тура артады.

I_1 дыбыс қарқындылығының, дыбыс шығатын аймақтардан r_1, r_2 кеңістіктері мен I_2 дыбыс қарқындылығының қорытындысын таба отыра мына формуламен таба аламыз:

$$I_2 = I_1 (r_1 / r_2)^2. \quad (4.9)$$

Дыбыс қарқындылығының мөлшерін біле анықтай отыра мына өрнекті есептеуге болады:

$$L_2 = L_1 - 20 \lg r_1 / r_2. \quad (4.10)$$

Мысалы, егер бізде $L_1 = 160$ дБ, $r_1 = 8$ м, $r_2 = 2$ м, болғанда:

$$L_2 = 160 - 20 \lg 8/2 = 82 [\text{дБ}],$$

$$L_3 = 160 - 20 \lg 8/2 = 19,2 [\text{дБ}]. \quad (4.11)$$

Осыдан әрі қарай, енді электр жетектен шығатын толық қарқынды шудың қанағаттандыратын есебін (4.3) формуласына сай сан мәндерін қою арқылы табылады:

$$L = 10 \cdot \lg(10_1^{L/10} + 10_2^{L/10} + \dots + 10_n^{L/10}). \quad (4.12)$$

мұндағы L_1, L_2, \dots, L_n - әрбір дыбыс шығатын органдардың есептік белгісіндегі дыбыс қысымының мөлшері яки қарқынды мөлшері.

$$L = 10 \cdot \lg(10_1^{160/10} + 10_2^{82/10} + 10_n^{19,2/10}) = 79,6 [\text{дБ}]. \quad (4.13)$$

Қорытындылай келе эскалаторлар электр жетегінің 79,6 дБ мөлшерінде шу беріледі.

Соңғы уақыттары шуды азайтуға деген көптеген іс-қимылдар пайдаланылуда. Шуды азайту кезеңіндегі пайдаланылатын негізгі іс-қимылдар:

- жетекті жасаудың соңында дәлдікпен жасау арқылы шудың деңгейін азайту;
- жаңа жабдықтардың құрылысы мен техникалық үрдістерлі модернизациялау істері бойынша механикалық шуды азайту;
- Шудың шығу аймағын жұмыс орнына және тұрғын үйлерге қарама-қарсы бағыттау;
- Арнаулы тұншықтырғыш, дыбыс тосқыштар, акустикалық жабдықтарды қолдана отырып шудың қарқынын азайту;
- Шудың таралу деңгейіне қарай дыбыс тосқышты жабдықтар орнату арқылы шудың өлшерін азайту;

5.3 кесте – Шуға қарсы жабдықтар

Шуға қарсы жабдықтар	Шуға қарсы эффективтілік, дБ							Мазмұны	Масса, кг
	Орташа геометриялық жиілік, Гц								
	125	250	500	1к	2к	4к	8к		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Құлақ қақпалар: ВЦНИИО-1	3	4	7	13	23	36	33	110 дБ дейін	0,12
ВЦНИИО-2М	7	11	14	22	35	45	38	120 дБ дейін	0,18
ВЦНИИО-4А	4	2	5	16	25	36	28	110 дБ дейін	0,17
ВЦНИИО-А1	10	14	16	17	36	36	34	115 дБ дейін	0,175
ВЦНИИО-7И	10	16	18	22	36	40	32	115 дБ дейін	0,28
ПШ-00	4	8	10	15	20	20	27	Жоғары жиілікті шуға	0,18
Шуға қарсы каскалар ВЦНИИО-2	7	11	14	22	35	45	38	120 дБ дейін	0,6

5.3 - кестеден бақылап отырғанымыздай, шу тосқыш жеке жабдықтар. Арнаулы құрылғылар дыбыс қысымының мөлшерін 10-45 дБ дейін азайтуға мүмкіндік береді.

6 Экономикалық бөлім

Соңғы кездері Қазақстанда, сондай-ақ, шет мемлекеттерде эскалаторлардың жиілігіне жіті бақылау жасала алынатын электржетегін қолдану кең қолданыс табуда. Ал бұл өз жұмыс барысында, жиілігі реттелетін жетегімен қамтамасыз етілетін номиналды ауыспалы үрдісі жетектің кинематикалық тізбегінің элементтеріндегі динамикалық массаның айтарлықтай азаюын туғызады, осының арқасында эскалатордың механикалық құрылғысының жұмыс жасау сенімділігі мен жұмыс жасау ұзақтығы артады, редукторды, тежегіш жүйені және электр қозғалтқышты ауыстыру қажеттілігі туындамайды.

Эскалаторда реттелетін жетекті үлкен ауқымда пайдаланудың басты себебі – бұл эскалатордың 35 - 45%-ға жұмыс атқарғанында оның электр энергиясын тұтынуының азаюы.

Осыған орай, жиілігі реттелетін электржетегін енгізуден болатын экономикалық үнем электр энергиясын тиімді пайдаланудан және қолданымдық шығындарын азайтуға мүмкіндік беріледі.

Жиілігі-реттелетін құрылғыларды қолдану жалпы эксплуатациядағы қысқа тұйықталған роторлы тұрақты жылдамдықты асинхронды қозғалтқыштарын қолдануға мүмкіндік беріледі.

Атоматтандырылған электр жетегі екі техникалық функцияларды атқарады:

- 1) электр энергиясының механикалық энергияға түрленуі берілген техникалық үрдістің жасалуы үшін маңызды;
- 2) техникалық үрдіспен орындалуы.

Жұмыстың капиталдық шығындар мен экономикалық тиімділігін анықтау көрсетілген.

Егер керек болған жағдайда, автокөліктер реттелетін электр жетегі техникалық үрдістің жұмысын тез басқару (электр крандар, экскаваторлар, қайтымды илектеу станьын) қолданады.

Зерттелетін электр жетегі қолдану электр энергиясының шығындарының үрдісін ықшамдауға септігін тигізеді.

Технологиялық және экономикалық атрибуттарды есептеу электр жетегінің екі эквивалент жүйесінің салыстырмалы технологиялық мәндерін талдау ұғымында іске асады. Экономикалық баға беру ең аз шығындар принципіне саяды: ең төменгі әуелгі шығындар, жөндеумен және қызмет көрсетуге технологиялық қызмет жасау шығындары, электр энергиясы қуатының шығыны.

Бұл жобада 4A355S10Y3 түрлі қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш қабылданды. Бұл қозғалтқыштың үнемділігін анықтау мақсатында фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышпен салыстырдық.

Экономикалық бөлімде мүмкіндігінше аз шығын кететін нұсқаны қабылдау үшін бірінші кезекте капитал салымдардың қосындысы, есептік жұмыста таңдап алынған асинхронды қозғалтқыштың эксплуатацияға және жеткізуге кететін шығынын анықтадық. Эксплуатациялық жылдық шығындарды яғни, (Шетқ) еңбек төлем қоры, (Шэс) әлеуметтік салықтар, (Шм) материалдық (Шэ) электр энергиясы (Ша) амортизациялық аударымдар (Ші) іс-қағаздар шығындарын есептеу керек. Іс-қағаздар шығыны барлық шығындардың 15% құрайды. Іс-қағаздар шығынына жанама шығындар, бұған барлық есептелмеген шығындарды: басқару, шаруашылық, кадрларды дайындауға кеткен шығындарды, транспорттық шығындарды жатқызуға болады). Бұлар тиімді нұсқаны таңдаудағы негізгі көрсеткіштер. Электр энергиясының шығынын пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштың номинал шығындарын есептеу арқылы табылу керек. Сонымен қатар тұтынылатын активті қуаттың максимал, бос жүріс кезіндегі, номинал кезіндегі шығындарын есептейміз. Активті қуаттың орташа шығынын келесіде көрсетілген өрнекпен есептейміз $\Delta P_c = \Delta P_m \cdot \tau$. мұндағы τ – шығын максимумын қолданудың салыстырмалы ұзақтығы $\tau = 0,7 \cdot \frac{T_m}{T_{ж}}$ мұндағы T_m – жылдық шығын максимумын қолданудың сағат саны, 365 күнде 18 сағаттан. $T_{ж} = T_m - 0,1 \cdot T_m$.

Келесі кезекте мына параметрлерді электр энергиясының шығынын есептейміз: электр энергиясының жылдық тұтынуын есептейміз, шығынды есептеген мезеттегі электр энергиясын тұтынуын табамыз, электр энергиясының жылдық шығыны табамыз, амортизациялық аударымдарын есептейміз. Осы шамаларды тапқаннан соң есептің шарты бойынша дәл сондай қуаттағы фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың жоғарыда келтірілген шығындарына есеп жүргіземіз. Екі жабдықтың шығын мәндерін кестеге енгізе отырып, оларға талдау жасаймыз. Шығыны аз кеткен нұсқаны таңдап оны белгілі шарттар бойынша тексеріп, таңдалған асинхронды қозғалтқыш типінің үнемді екеніне көз жеткізілуі тиіс.

6.1 кесте – Қозғалтқыштардың техникалық деректері

Қозғалтқыштың параметрлері	Бірінші нұсқа: қысқа тұйықталған роторлы АҚ	Екінші нұсқа: фазалы роторлы АҚ
Қозғалтқыш	4А355S10У3	4АНК315М12У3
Қуаты, кВт	90	90
ПӘК, %	83	80
Айналу жиілігі айн/мин	600	600

Бірінші нұсқа қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың экономикалық тиімділігіне есеп жүргіземіз.

Капиталды салымдардың қосындысы (асинхронды қозғалтқыш, жиілік түрлендіргіш):

$$\Sigma K = K_K + K_M. \quad (6.1)$$

мұндағы K_K – жабдықтарды сатып алуға және тасуға жұмсалған шығындар, теңге;

K_M – монтажға жұмсалған шығындар, теңге.

$$B = B_{AK} + B_{ЖТ}. \quad (6.2)$$

мұндағы B_{AK} – асинхронды қозғалтқыштың құны, теңге;

$B_{ЖТ}$ – жиілік түрлендіргіштің құны, теңге.

$$B = 410028 + 126000 = 536028 \text{ теңге.}$$

Асинхронды қозғалтқышты жеткізуге жұмсалған шығындар оның бағасының 10%-ын құрайды деп қабылданады:

$$K_K = 0,1 \cdot B + B = 0,1 \cdot 536028 + 536028 = 589630,8 \text{ теңге.} \quad (6.3)$$

Монтаждық шығындар оның бағасының 7%-ын құрайды деп қабылданады:

$$K_M = 0,07 \cdot B = 0,07 \cdot 536028 = 37521,96 \text{ теңге.} \quad (6.4)$$

Барлық капиталды салымдардың қосындысын табамыз:

$$\Sigma K = 589630,8 + 37521,96 = 627152,76 \text{ теңге.}$$

БТУ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық шығындарды табу.

Эксплуатацияның жылдық шығындары:

$$\Pi = \Pi_{етк} + \Pi_{эс} + \Pi_M + \Pi_э + \Pi_a + \Pi_i, \quad (6.5)$$

мұндағы $Ш_{етк}$ – еңбек төлем қоры (негізгі және қосымша еңбекақы);

$Ш_{эс}$ – әлеуметтік салықтар (11%);

$Ш_{м}$ – материалдық шығындар және қор бөлігі (капиталдық салымның 0,5%-ын құрайды);

$Ш_{э}$ – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясының шығындары;

$Ш_{а}$ – амортизациялық аударымдар, біздің салада амортизациялық аударымдар нормасы 5-10% -ті құрайды;

$Ш_{і}$ – іс-қағаздар шығыны барлық шығындардың 15% құрайды. Іс-қағаздар шығынына жанама шығындар, бұған барлық есептелмеген шығындарды: басқару, шаруашылық, кадрларды дайындауға кеткен шығындарды, транспорттық шығындарды жатқызуға болады).

Қызмет көрсетуші мамандардың жалақысын есептеу үшін орташа айлық еңбекақысы кестеде көрсетілген.

6.2 кесте – Орташа айлық еңбекақы

Жұмысшылар тізімі	Саны	Міндетті еңбекақысы, теңге	Жылдық еңбекақысы, теңге
Машинист	1	100000	1200000
Электрик	1	80000	960000
Қорытынды	2		2160000

Бір жылдағы еңбек төлем қорының мәні:

$$Ш_{етк} = 2160000 \text{ теңге.} \quad (6.6)$$

Әлеуметтік салықтар шығынын табамыз:

$$Ш_{эс} = (Ш_{етк} - 10\% Ш_{етк}) \cdot 11\% , \quad (6.7)$$

мұндағы 10% - зейнетақы аударымдары;

$$Ш_{эс} = (2160000 - 0,1 \cdot 2160000) \cdot 0,11 = 213840 \text{ теңге.}$$

Материалдық шығындар және қор бөлігі есептейміз, ол капиталдық салымдардың 0,5%-ын құрайды:

$$Ш_{м} = K \cdot 0,005 = 627152,76 \cdot 0,005 = 3135,76 \text{ теңге.} \quad (6.8)$$

Шығынмен есептеген уақыттағы жылдық электр энергиясына кететін шығындарды анықтау:

$$\text{Ш}_э = W \cdot \text{Ш}_{эт} \cdot N. \quad (6.9)$$

мұндағы W – жылдық электр энергиясын тұтыну;

$\text{Ш}_{эт}$ – электр энергияның тарифі, 16,02 теңге/кВт·сағ;

N – электр қозғалтқышының саны.

Электр энергиясының шығыны:

Электр энергиясының шығынын пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштың номинал шығындарын есептеу арқылы табамыз:

$$\Delta P = P_k \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 90 \left(\frac{1}{0,83} - 1 \right) = 18.4 \text{ кВт}. \quad (6.10)$$

P_k – 30кВт, қозғалтқыштың төлқұжаттық берілгені бойынша.

Енді бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды есептейміз:

$$\Delta P_{xx} = 0,05 \cdot \Delta P_n, \quad (6.11)$$

$$\Delta P_{xx} = 0,05 \cdot 18.4 = 0.92 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{nn} = 0,67 \cdot \Delta P, \quad (6.12)$$

$$\Delta P_{nn} = 0,67 \cdot 18.4 = 12.3 \text{ кВт}.$$

Ендігі кезекте активті қуаттың максималдық шығынын есептейміз, ол келесі формула бойынша өрнектеледі:

$$\Delta P_M = \Delta P_{xx} + \Delta P_{nn} \cdot K_{ж2}, \quad (6.13)$$

$$\Delta P_M = 0,92 + 12.3 \cdot 0,82 = 11.006.$$

мұндағы $K_{ж} = 0,8$ – жүктелу коэффициенті.

Активті қуаттың орташа шығынын келесіде көрсетілген өрнекпен есептейміз:

$$\Delta P_c = \Delta P_M \cdot \tau. \quad (6.14)$$

мұндағы τ – шығын максимумын қолданудың салыстырмалы ұзақтығы:

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{T_M}{T_{ж}}. \quad (6.15)$$

мұндағы T_M – жылдық шығын максимумын қолданудың сағат саны, 365 күнде 18 сағаттан.

$$T_{ж} = T_{м} - 0,1 \cdot T_{м}, \quad (6.16)$$

$$T_{м} = 365 \cdot 18 = 6570 \text{ сағат}, \quad (6.17)$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{6570}{6570 - 0,1 \cdot 6570} = 1,11,$$

$$\Delta P_c = 11.006 \cdot 1,11 = 12.2 \text{ кВт}.$$

Электр энергиясының шығынын есептейміз:

$$\Delta W = \Delta P_c \cdot T_{ж} = 12.2 \cdot 5913 = 72138.6 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}. \quad (6.18)$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуын есептейміз:

$$W = T_{м} \cdot P_{к} = 6570 \cdot 90 = 591300 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}. \quad (6.19)$$

Шығынды есептеген мезеттегі электр энергиясын тұтынуын табамыз:

$$W_T = W + \Delta W = 591300 + 72138.6 = 663438.6 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}. \quad (6.20)$$

Электр энергиясының жылдық шығыны табамыз:

$$\text{Ш}_э = 663438.6 \cdot 16,05 \cdot 1 = 10648189.53 \text{ теңге}.$$

Амортизациялық аударымдарын есептейміз:

$$\text{Ш}_а = \Sigma K \cdot 0,1 = 627152.76 \cdot 0,1 = 62715.2 \text{ теңге}. \quad (6.21)$$

Іс-қағаздар шығынын табамыз:

$$\text{Ш}_і = 0,15 \cdot (\text{Ш}_{етк} + \text{Ш}_{эс} + \text{Ш}_м + \text{Ш}_а + \text{Ш}_э). \quad (6.22)$$

$$\text{И}_і = 0,15 \cdot (2160000 + 213840 + 3135.76 + 62715.2 + 10648189.53) = 1963182 \text{ теңге};$$

$$\Sigma \text{Ш} = \text{Ш}_{етк} + \text{Ш}_{эс} + \text{Ш}_м + \text{Ш}_а + \text{Ш}_э + \text{Ш}_і. \quad (6.23)$$

$$\Sigma \text{Ш} = 2160000 + 213840 + 3135.76 + 62715.2 + 10648189.53 + 1963182 = 15051062.5 \text{ теңге}.$$

Екінші нұсқа фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың экономикалық үнемділігін есептейміз.

4АНК315М12У3 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыш және ЯС-100 типті кедергілер жәшігі пайдаланылады.

$$B = B_{\text{АҚ}} + B_{\text{ЖТ}}.$$

мұндағы $B_{\text{АҚ}}$ – асинхронды қозғалтқыштың құны, теңге;
 $B_{\text{ЖТ}}$ – кедергілер жәшігінің құны, теңге.

$$B = 510047 + 295000 = 805047 \text{ теңге.}$$

Асинхронды қозғалтқышты жеткізуге жұмсалатын шығындар оның бағасының 10%-ын құрайды деп қабылданады:

$$K_{\text{Қ}} = 0,1 \cdot B + B = 0,1 \cdot 805047 + 805047 = 885551,7 \text{ теңге.}$$

Монтаждық шығындар оның құнының 7%-ын құрайды деп қабылданады:

$$K_{\text{М}} = 0,07 \cdot B = 0,07 \cdot 805047 = 56353,3 \text{ теңге.}$$

Барлық капиталды салымдардың қосындысын табамыз:

$$\Sigma K = 885551,7 + 56353,3 = 941905 \text{ теңге.}$$

БТУ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық шығындарды табу.

Эксплуатацияның жылдық шығындары:

$$\Pi = \Pi_{\text{Етқ}} + \Pi_{\text{Әс}} + \Pi_{\text{М}} + \Pi_{\text{Э}} + \Pi_{\text{А}} + \Pi_{\text{І}}.$$

Материалдық шығындар мен қор бөлігі есептейміз, ол капиталдық салымдардың 0,5%-ын құрайды:

$$\Pi_{\text{М}} = K \cdot 0,005 = 941905 \cdot 0,005 = 4709,5 \text{ теңге.}$$

Шығынмен есептеген мезеттегі жылдық электр энергиясына кететін шығындарды табамыз:

$$\Pi_{\text{Э}} = W \cdot \Pi_{\text{Эт}} \cdot N,$$

мұндағы W – жылдық электр энергиясын тұтыну;

$\Pi_{\text{Эт}}$ – электр энергияның тарифі, 16,02 теңге/кВт·сағ;

N – электр қозғалтқышының саны.

Электр энергиясының шығыны:

Электр энергиясының шығынын пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштың номинал шығындарын анықтау арқылы табамыз:

$$\Delta P = P_k \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 90 \left(\frac{1}{0,80} - 1 \right) = 22,5 \text{ кВт.}$$

$P_k = 30 \text{ кВт}$, қозғалтқыштың төлқұжаттық берілгені бойынша.

Енді бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды есептейміз:

$$\Delta P_{xx} = 0,05 \cdot 22,5 = 1,125 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{нн} = 0,67 \cdot 22,5 = 15,075 \text{ кВт.}$$

Ендігі кезекте активті қуаттың максималдық шығынын табамыз, ол келесі өрнек бойынша есептелінеді:

$$\Delta P_M = 1,125 + 15,075 \cdot 0,82 = 13,4.$$

мұндағы $K_j = 0,8$ – жүктелу коэффициенті.

Активті қуаттың орташа шығынын келесіде көрсетілген өрнекпен табамыз:

$$\Delta P_c = \Delta P_M \cdot \tau.$$

мұндағы $\tau = 1,11$ – шығын максимумын пайдаланудың салыстырмалы уақыты, бірінші нұсқада анықталды.

$$\Delta P_c = 13,4 \cdot 1,11 = 14,9 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының шығынын есептейміз:

$$\Delta W = \Delta P_c \cdot T_{ж} = 14,9 \cdot 5913 = 88517,7 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуын есептейміз:

$$W = T_m \cdot P_k = 6570 \cdot 90 = 591300 \text{ кВт·сағ/жыл.}$$

Шығынды есептеген кездегі электр энергиясын тұтынуы:

$$W_T = W + \Delta W = 591300 + 88517,7 = 679817,7 \text{ кВт·сағ/жыл.}$$

Электр энергиясының жылдық шығынын табамыз:

$$Ш_э = 679817,7 \cdot 16,05 \cdot 1 = 10911074 \text{ теңге.}$$

Амортизациялық аударымдарының мәні:

$$\text{Ш}_a = \Sigma K \cdot 0,1 = 941905 \cdot 0,1 = 94190.5 \text{ теңге.}$$

Іс-қағаздар шығының құны:

$$\text{Ш}_i = 0,15 \cdot (2160000 + 213840 + 4709,5 + 10911074 + 94190.5) = 2007572.1 \text{ теңге.}$$

$$\Sigma \text{Ш} = 2160000 + 213840 + 4709,5 + 10911074 + 94190.5 + 2007572.1 = 15391386 \text{ теңге.}$$

6.3 кесте – Екі қозғалтқыш салыстыру нәтижелері

	4A355S10Y3	4АНК225М8У3
$\eta, \%$	83	80
$P_H, \text{кВт}$	90	90
$\Delta P_H, \text{кВт}$	18.4	22.5
$\Delta P_{HH}, \text{кВт}$	12.3	15.075
$\Delta P_{XX}, \text{кВт}$	0,92	1.125
$\Delta P_M, \text{кВт}$	11.006	13.4
$\Delta P_C, \text{кВт}$	12.2	14.9
Тж, сағ	6570	6570
$\Delta W, \text{кВт} \cdot \text{сағ}$	72138.6	88517.7
ШИ, тг	15051062.5	15391386
айырмашылығы	340323.5	

Капиталдық салымдардың салыстырмалық тиімділігін есептейміз.

1-әдіс. Тиімділікті анықтауда ең аз шығын жұмсалатын нұсқаны қолданамыз. Әрбір нұсқа үшін жұмсалатын шығындарды салыстырмалы үнемділіктің нормативті коэффициентіне сәйкес келетін жылдық шығындар мен капиталдық салымдарды құрайды:

$$Z_i = \text{Ш}_i + E_n \cdot K_i, \quad (6.24)$$

$$E_n = 0,15;$$

Бірінші нұсқа үшін:

$$Z_i = 1963182 + 0,15 \cdot 15051062.5 = 4220841.3 \text{ теңге.}$$

Екінші нұсқа үшін:

$$Z_i = 2007572.1 + 0,15 \cdot 15391386 = 4316280 \text{ теңге.}$$

2-әдіс. Капиталдық салымдардың өтімділік мерзімі былай есептеледі:

$$T_{\text{өт}} = \frac{K_2 - K_1}{Ш_1 - Ш_2} = \frac{941905 - 627152.76}{15051062.5 - 15391386} = 3,2 \text{ жыл.}$$

3-әдіс. Салыстырмалы тиімділік коэффициентін табу:

$$E_T = \frac{Ш_1 - Ш_2}{K_2 - K_1} = \frac{15051062.5 - 15391386}{941905 - 627152.76} = 1.08.$$

Келесі шарт орындалса, таңдалған қозғалтқыш тиімді:

$$T_{\text{өт}} \leq T_n, E_T \geq E_n,$$

мұндағы $T_n = 6,7$ жыл – нормативтік өтелу мерзімі;

$$3,2 \text{ жыл} < 6,7 \text{ жыл}; 1.08 > 0,15.$$

Есептелулерден шығатын қорытынды қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқышты қолдану фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышты пайдаланумен салыстарғанда анағұрлым тиімді болып табылады..

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста метроға арналған туннельдік эскалатордың электр жетегін жетілдіру қарастырылды. Дипломдық жоба негізгі үш бөлімнен құралды, олар техникалық бөлімі, өміртіршілік қауіпсіздік негізі бөлімі және экономикалық бөлімі.

Дипломдық жұмыстың алғашқы техникалық бөлімінде эскалатордың жекелеген жабдықтары, түрлері, арналымы, құрылысы, жұмыс жасау режимдері, таралымдары қарастырылып электр жетегін жетілдіруге есеп жүргізілді. Алынған есептеулер бойынша механизмнің жүктемелік және жылдамдықтық диаграммасы тұрғызылды.

Эскалатордың электр жетегіне негізделіп ақпараттық зерттелім жасалып, соның нәтижесінде автоматтандырылған электр жетегіне және автоматизация жүйесіне қойылатын талаптар қарастырылды. Өртүрлі электр жетектер жүйелеріне талдау жасалынып, ең ұтымды электр жетегі жүйесі ретінде «жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қысқа тұйықталған роторлы қозғалтқыш» жүйесі таңдап алынды және оның функционалды сұлбасы көрсетілді.

Жүктемеге есептеу жүргізіліп есептелген қуатқа және жылдамдыққа тура қуаты 90 кВт қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдап алынып, қозғалтқыштың қызуға және артық жүктелуге төзімділігі қарастырылды.

Эскалатордың кинематикалық схемасына талдау жасалынып электр жетегін жетілдіру мақсатында қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш пен жиілік түрлендіргіш таңдалынып алынды.

Қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі көрсетілді және басқару нысанының шамалары есептелді. Электр жетектің динамикалық сипаттамаларына талдау жүргізу үшін MATLAB бағдарламалық пакетінде имитациялық модель құрылды және қозғалтқыштың басты шамаларының өтпелі процесс барысында ауытқу схемасы қарастырылған. Электр жетегінің күштік тізбегінің принципіалды схемасы, асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасының графигі, жасанды механикалық сипаттамасы графигтері есептеліп тұрғызылды.

«Өмір тіршілік қауіпсіздігі» бойынша эскалатор тұрған аймақты жасанды жарықтандыру мен шу деңгейіне есептеу жүргізілді. Эскалаторлардағы еңбек қауіпсіздігіне талдау жасалынды.

Эскалатордың экономика бөліміне талдау жасалды. Экономикалық бөлімінде қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың ұтымды нұсқасы есептеліп капиталдық салымдардың өтемділік уақыты мен эксплуатация құны есептелді.

Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. М: Высшая школа. Москва. 1985 г. 520 ст.
2. Кацман М.М. Электрические машины. – Высшая школа., г. Москва. 2000.– 348 с.
3. Сагитов П.И. Методика расчетов системы согласованного вращения асинхронных двигателей. Изв. вузов «Электротехника», 1979 г. с. 520-556.
4. Олейник А.М., Поминов И.Н. Эскалаторы. М: Энергия, 1973 г. 72-147.
5. Вольдек В.Г. Электрические машины. М.: Высшая школа. Москва. 1973 г. 465 ст.
6. Пономарев С.В. Привод автоматических мехатронных систем. М.:Энергоатомиздат, 2000.– 212 ст.
7. Петров Б.П. Электричество. – М.:Госэнергоиздат, 1957.– 73 с.
8. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. Издательство: МЭИ, 2-издание. 2003 г. – 443 с.
9. Алиев И.И. Асинхронные двигатели в трехфазном и однофазном режимах. М: «Машиностроение». 2003 г. 324 с.
10. Ковчин С. А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. М.:Энергоатомиздат, 1989.– 643 с.
11. Тиристорный преобразователь КЕМРОН.— М: Энергоиздат, 2001. — 192 б.
12. Онищенко Г.Б. Электрический привод- М., Издательство «Наука», 1966, стр 283
13. Гусев Н.В., Букреев В.Г. Системы цифрового управления многокоординатными следящими электроприводами. -М.: Машиностроение, 1998. -559 с с.
14. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. -М.: Машиностроение, 1989. -536 с.
15. Кравчик А.Э. Шлаф М.М. Афонин В.И. Соболевская Е.А. Асинхронные двигатели серии 4А. М., Издательство «Наука», 1966, стр 283.
16. Михайлов Ю.М. Правильное и быстрое разработывание инструкции по охране труда. "АЛЬФА-ПРЕСС", 2015 г. 240 стр.
17. Петрова М.С., Петров С.В., Вольхин С.Н. Охрана труда на производстве и в учебном процессе. Москва: "ЭВЕРО", 2006 – 240 ст.
18. Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оку құралы - Алматы, 2007 ж. 23-47 бет.