

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электрлік қондырғылардың метелі және автоматтандырылуы
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Баситов П.Н., Т.Э.Ғ., профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« »

20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Метро эскалаторының электрлік
метелі мендірілуі

мамандығы бойынша

Орындаған Қайратұлы Қамшат ЖТКК-12-1

(аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Алдибеков Исабай Шамырбердіқызы, Т.Э.Ғ., профессор АУЭС

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

К.Э.И профессор Мақұров А.А.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 03 » 05 2016 ж.

(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

А.Ж.А оқытушы Байжанова С.М.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 24 » 05 2016 ж.

(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

А.Ж.А оқытушы Бестеренова А.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

А.Ж.А оқытушы Тойынбаева Н.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

Мөлшер бақылаушы:

А.Ж.А оқытушы Бестеренова А.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 29 » 05 2016 ж.

(колы)

Пікір жазушы :

Ишенисқызы Т.Э., Т.Э.Ғ., профессор

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

Алматы, 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика факультеті
Электр жергізетішісі мамандығы
Электр желілері мен автоматтандыру кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Байратұлы Қалимат (аты - жөні)

Жоба тақырыбы Метро жекелеуінің электрлік желісін жетілдіру
ректордың «19» қазан №178 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» желтоқсан 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

$R_H = 75 \text{ кВм}$, $U_H = 217 \text{ В}$, $I_H = 221 \text{ А}$, $n = 600 \text{ об/мин}$,
 $S_{\text{жж}} = 4,5\%$, $S_k = 15,8\%$, $\eta = 90\%$, $\gamma = 6,2 \text{ кг м}^2$,
 $X_{\text{жж}} = 3,5$, $X'_1 = 0,14$, $X_2 = 0,19$, $\cos \varphi = 0,75$,
 $m = 9,20 \text{ кг}$

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Дипломдық жұмыс "Метро жекелеуінің электрлік желісін жетілдіру" тақырыбы бойынша жасалған. Ол жекелеуінің желісін жетілдіру мақсатында жасалған. Жобаның мақсаты метро жекелеуінің желісін жетілдіру мақсатында жасалған. Жобаның мақсаты метро жекелеуінің желісін жетілдіру мақсатында жасалған.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Электр қорғалтқышының табиғи механикалық
 сызықтары, қорғалтқышы іске қосылуы
 құрылымы, пайдалануы, ұзындығы, түрлері,
 қорғалтқышы ротор тарапы іске қосылу
 тарапы, түрлері, аспаптар түрлері білім
 түрлері бойынша өнері, жарамы роторы
 аспаптарды қорғалтқышы ұзындығы арнайы
 сызықтары үшін

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Шереметьев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электро-
 установкой промышленных механомобиль. М.: ФОРУМ, 2010. -
 352 с. 2. Мамонтов В.В. Автоматизированный электро-
 привод. М.: 1986 - 416 с. 3. А.М. Дедович, И.И. Пашинин
 Автоматизация. М.: Машиностроение, 1973. - 22 4. Исраилов М.М.
 и др. Электр энергия қозғалысы: Техникалық механикалық
 аспаптардың арнайы II - Алматы, 2009 - 178 б.
 5. М.Р. Шайдар, М.И. Волосов, В.И. Кривош, А.В. Шереметьев
 Основы автоматизированного электропривода. Учеб.
 пособие для вузов. М., 1973 - 308 с.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Электроника бөлімі	Мамонтов В.В.	08.01-03.05.16	
ТЭЖ және КОК	Рашидқова С.М.	24.05.2016	
Негізгі бөлім	Андреев В.Т.	27.05.2016	

Аннотация

В дипломном проекте рассматривается автоматизированный электропривод эскалатора типа ЛТ-1 метрополитена. В него входят следующие разделы: технологическая часть, безопасность жизнедеятельности, экономическая часть.

В технологической части, учитывая требования к приводу и определяя статические нагрузки, действующие на валу двигателя, был выбран асинхронный двигатель с фазным ротором типа 4АНК315М12У3. Были получены электромеханические и естественномеханические характеристики выбранного асинхронного двигателя с фазным ротором. Чтобы постепенно увеличить скорость, вычисляются пусковые сопротивления и соответственно выбирается ящик сопротивления. Строятся графики зависимости угловой скорости, момента, тока ротора на изменение времени. Далее были вычислены годовые и суточные потери электроэнергии, среднесуточный КПД и коэффициент мощности.

В программе Matlab 6.5 была построена виртуальная модель данного эскалатора и изучены переходные процессы.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены правила техники безопасности во время эксплуатации и ремонта, а также вычислены расчеты естественной освещенности в помещении эскалатора методом коэффициента использования и расчеты установок пожаротушения с комбинированным углекислотно – хладоновым составом.

В экономической части были проведены расчеты затрат и эффективности данного двигателя.

Андатпа

Бұл дипломдық жобада метрополитенде орналастыруға арналған ЛТ-1 типті эскалаторының автоматтандырылған электр жетегі қарастырылған. Ол келесі бөлімдерден тұрады: технологиялық бөлім, өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі, экономикалық бөлім.

Технологиялық бөлімде жетекке қойылатын талаптарды ескере отырып, оның қозғалтқышының білігіне әсер ететін статикалық жүктемелерді анықтап, сәйкесінше 4АНК315М12У3 типті фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдалынды. Таңдалынған фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың электр механикалық және табиғи механикалық сипаттамалары алынды. Жылдамдықты біртіндеп көтеру үшін ротордың орамына қосылатын іске қосу кедергілері есептелініп, оған қажетті кедергілер жәшігі таңдалынып алынды. Бұрыштық жылдамдықтың, момент мәнінің, ротор тогының уақыт өзгерісіне тәуелділігінің графиктері тұрғызылды. Бұдан кейін электр энергиясының жылдық және тәуліктік шығындары, орташа тәуліктік ПӘК-і және қуат коэффициенті есептелінді.

Matlab 6.5 бағдарламасында қарастырылған эскалатордың виртуалды моделі құрастырылды және өтпелі процесстер зерттелінді.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде метрополитен эскалаторын пайдалану және жөндеу жұмыстары кезінде техника қауіпсіздігін сақтау Ережелері қарастырылып, пайдалану коэффициенті тәсілімен эскалатор орналасқан ғимаратта жасанды жарықтандыру мен аралас көмірқышқылды-хладонды құрамды өрт сөндіру қондырғысы есептелінді.

Экономикалық бөлімінде дипломдық жобада қарастырылған қозғалтқыштың шығындарын және тиімділігін есептеу жұмыстары жүргізілді.

Annotation

In this degree work automated electric drive of subway escalator with a type LT-1 is viewed. The project includes following sections: technological part, life safety, economic component.

In the technological part we define the static load on the shaft of the engine and considered the requirements to drive. As a result the asynchronous drive with a phase rotor of type 4АНК315М12У3 was chosen. Electro mechanical and natural mechanical characteristics of selected engine have been obtained . To gradually increase the speed we calculated starting resistance and respectively chose the box of resistance. The dependency of rotor current, torque, angular velocity to time change were plotted. Further, annual and daily power losses, average efficiency and power factor were calculated.

In Matlab 6.5 program the virtual model of this escalator was built and transition processes were studied.

In the life safety part there is safety regulations during the work of escalator and it's repair. And natural lightning calculations in escalator compartment were also made.

The economic component obtains cost-effectiveness calculations of this engine .

Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Технологиялық бөлім.....	11
1.1 Эскалатор туралы жалпы түсініктер.....	11
1.2 Эскалатордың жұмыс істеу режимдері.....	13
1.3 Эскалатордың негізгі есептік сипаттамалары.....	14
1.4 Эскалатор жетегі.....	19
1.5 Тежегіш жүйе.....	20
1.6 Эскалатор трассасының схемасы.....	22
1.7 Эскалатор жетегіне қойылатын талаптар.....	23
1.8 Алматы метрополитеніндегі эскалаторлар.....	23
2 Есептік бөлімі.....	25
2.1 Есептеуге қажет бастапқы деректер және ЛТ- 1 эскалаторының сұлбалары.....	25
2.2 Қозғалтқыш білігінде әрекет ететін статикалық жүктемелерді анықтау.....	27
2.3 Электр қозғалтқышын таңдау.....	27
2.4 Іске қосу кедергісін есептеп, оны каталогтан анықтап және ішкі байланыс сұлбасын беру.....	31
2.5 Ротор қозғалтқышының тогы мен жылдамдығының цикл уақытына тәуелділігінің графиктерін тұрғызу	33
2.6 Механикалық реттеу сипаттамалардың графиктерін тұрғызу.....	37
2.7 Қозғалтқышты типі және жүктемелік қабілеті бойынша тексеру.....	43
2.8 Тәулік бойынша электр энергиясының шығынын, орташа тәуліктік ПӘК-ін және қуат коэффициентін есептеу.....	43
3 Электр жетектің виртуальді моделін құрастыру және өтпелі үрдістерді зерттеу.....	45
4 Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері.....	50
4.1 Эскалаторды пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережелеріне талдау жасау.....	50
4.2 Жасанды жарықтандыруды есептеу.....	52
4.3 Аралас көмірқышқылды – хладонды құрамды өрт сөндіру қондырғысының есептеулері.....	57
5 Экономикалық бөлім.....	61
5.1 Техникалық экономикалық есептеулердің мақсаты.....	61
5.2 Жобаның экономикалық негіздері.....	61
5.3 Капиталдың салымдарды есептеу.....	61
5.4 БТҮ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық ұсталған шығындарды есептеу.....	62
5.5 Екінші нұсқаның экономикалық сипаттамаларын есептеу.....	65
Қорытынды.....	69
Пайдаланылған әдебиеттер.....	70

Кіріспе

Эскалатор деп қозғалатын сатылары бар, жолаушыларды көтеріп-түсіруге арналған баспалдақты айтады.

Жолаушыларды вертикаль бағытта тасымалдаудың екі жолы бар:

- 1) топпен, алдын-ала бірнеше жолаушыны көтергішке отырғызу арқылы (үздіксіз емес қозғалыс);
- 2) бір-бірден, жолаушыларды көтергіштің алдында күттірмеу арқылы (үздіксіз қозғалыс).

Үздіксіз емес қызмет ететін көтергіштерге лифттер, фуникулерлер, патер-ностерлер және оның өзге де түрлері жатады. Ал үздіксіз қызмет ететін көтергіштерге эскалатор жатады.

Қазіргі уақытта салыстырмалы түрде жолаушылар легі көп емес және тұрақсыз жерлерде (тұрғын үйлерде, әкімшілік және қоғамдық ғимараттарда) лифттерді, ал тұрақты және қарқынды жолаушылар легі үшін (метрополитен, үлкен әмбебап дүкендерде, кемежайларда, вокзалдарда және үлкен қоғамдық орындарда) эскалаторларды қолдану кең өріс алды.

Эскалаторлар лифт, көпкабиналы көтергіштер, фуникулер және т.б. қызметтері ұқсас қондырғыларға қарағана біраз артықшылықтары бар. Эскалатордың негізгі артықшылығы – ені 1м кездегі жоғарғы өнімділігі (сағатына 10 000-14 000 адам). Мысалы, Алматы метрополитенінің өнімділігі минутына 150-160 жолаушыға дейін жетсе, лифттердің өнімділігі минутына 40 жолаушы, ал патерностердің өнімділігі минутына 8-10 жолаушыдан аспайды. Эскалатордың өнімділігі көтеру биіктігіне тәуелді емес. Бұл эксплуатацияда да өте маңызды рөл атқарады, себебі жолаушыларды тасымалдау әртүрлі деңгейде де бірдей қарқындылықпен жүзеге асады. Өнімділігі жағынан эскалаторларға тек жолаушылардың ленталық конвейерінің өнімділігінің шамасы парапар келеді. Конвейерлер горизонталь бағыт бойынша немесе аз ғана еңкею бұрышымен (12° -қа дейінгі) тасымалдауға, ал эскалаторлар еңкею бұрышы 30-35°-пен көтеріп-түсіруге арналған. Эскалатордың қозғалыс жылдамдығы мен жолаушының эскалаторға міну жылдамдығы эскалатордың өнімділігіне әсер етеді. Ал лифттер мен фуникулердің өнімділігі көтеру биіктігіне тікелей қатысты. Эскалатордың тағы бір артықшылығы: жолаушы эскалаторға мінуді және қозғалыстың басталуын күтіп тұрмайды. Тасымалдау процесін тездету және эскалаторда тұру уақытын қысқарту үшін, жолаушы эскалатормен алға қарай қозғала алады. Апаттық жағдайларда эскалаторды қарапайым баспалдақ ретінде қолдану мүмкіндігі эскалатордың едәуір үлкен артықшылықтарының бірі болып табылады.

Эскалатордың кемшіліктеріне келесі мәселелерді жатқызуға болады:

- басқа вертикаль жоғары биіктікке көтеру транспорттарының бағасымен салыстырғанда қымбаттығы;
- жоғары жылдамдықты лифтілерге қарағанда көтерілуге біршама уақытты қажет етуі;

- эскалатордың көлбей орналасуының салдарынан оларды орнату құны, вертикаль көтергіштерді (лифт, көпкабиналы көтергіштер) орнату құнымен салыстырғанда қымбаттығы;

- жолаушыларды көтеруге жолаушылар жүктемесін теңестіретін қарсы сал-мақтың болмауы және көлбеу бойынша қозғалыс кезіндегі үлкен кедергілер нәтижесінде лифттерге қарағанда едәуір жоғары меншікті энергияны жұмсауы.

Эскалаторды үлкен жолаушылар легін 50-60 м-ге дейінгі көтеру биіктігіне қолдану тиімді. Өте үлкен көтеру биіктігіне жылдамдығы 5м/сек-тан жоғары, үлкен жүк көтергішті жоғарыжылдамдықты лифттерді қолдану экономика-лық жағынан тиімді. Көтеру биіктігі қаншалықты аз болса, эскалаторды қолдану соғұрлым тиімді болмақ. Көп қабатты ғимараттарда қабатаралық қарқынды қозғалысы бар (дүкендерде, ойын-сауық орталықтарында, вокзал-дарда және т.б.) биіктігі бір-,екіқабатты болатын эскалаторларды қолдану тиімді. Сонымен қатар адамдардың және жүктердің тез көтерілуін қамтама-сыз ететін лифттер қарастырылуы қажет. Бұл ұсыныстар көптеген көп қабат-ты әкімшілік ғимараттарға да тікелей байланысты.

Көрсетілген кемшіліктерге қарамастан, эскалаторлар метрополитендерде, әкімшілік және қоғамдық ғимараттарда, дүкендерде, вертикаль бағытталған үлкен жолаушылар легі бар барлық орындарда таптырмайтын транспорт түрі болып табылады.

Қазірге заманғы эскалатордың прототипі болып кәдімгі көлбеу транспортер саналады.

Алғашқы “адамдарды тасымалдауға арналған қозғалатын баспалдақ” 1892 жылы Нью-Йоркте Д.Рено патенттеді. Ол бойлық білте тақтайшалармен арқауланған тілімшелерден тұратын көлбеу төсемге ұқсайтын болды. Эскалатор түгелдей дерлік бір ғана тік сызықты тілімнен тұрды. Кіру аумағаның ирек тісті төсемі күштік және тарту жұлдызшаларында тікелей орнатылған.

1900 жылы Париждегі бүкіләлемдік көрмеге дайындыққа байланысты эскалатор өндірісі қарқынды дамыды. Көрме ұйымдастырушылары қозғалатын баспалдақ жасауға байқау жариялады. Байқау нәтижесінде көрмеге 29 баспалдақтың әртүрлі конструкциялары қойылды. Олардың ішінде көбінесе көлбеу қозғалатын сүрлеу жол тәріздес төсемше болып келді. Отис фирмасының қойған, Додж (1898 жылы) патентіне тиесілі эскалатор ғана сатылы төсемшесімен өзгелерден ерекшеленді.

Германияда эскалатор құрылысы 1926 жылы жандана бастады(Flohr фирмасында). Ал Кеңес Одағында эскалаторлар 1926 жылдан бастап, Мәскеу метрополитенінің станцияларында іске қосылды. КСРО-ның алғашқы отандық көтеру биіктігі 10 м Э-1 типті эскалаторы мәскеулік “Подъемник” зауытында жобаланып жасалды. Осы уақытта сонымен қатар көтеру биіктігі 30 м болатын Н-30 типті эскалаторы Ленинградта “Красный металлист” зауытында жобаланып жасалды.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Эскалатор туралы жалпы түсініктер

Эскалатор деп қозғалатын сатылары бар, жолаушыларды көтеріп-түсіруге арналған баспалдақты айтады.

Соғыстан кейінгі жылдарда Перов машинақұрылыс зауыты Метрополитенмен, Метроқұрылыспен бірлесе отырып келесі типті эскалаторларды жобалап, іске қосты:

1) ЭМ-4 типті эскалатор, көтеру биіктігі 40 м-ге дейін, төсемнің, жетектің және тұтқа құрылғысының жаңа кинематикалық схемалары бар. Алдыңғы шыққан эскалаторлардың конструкциясына қарағанда, бұл эскалатор барынша салмағы аз және пайдалы әсер коэффициенті барынша жоғары, монтажи мен эксплуатациясы барынша ыңғайлы болды;

2) ЭМ-1 типті эскалатор, көтеру биіктігі 14м-ге дейін, төсемнің және тұтқаның жетегінің кинематикалық схемасы ЭМ-4-ке өте ұқсас болып келеді;

3) ЭМ-5 типті эскалатор, ЭМ-4 типті эскалатордың жетілдірілген түрі ;

4) ЭЗ-5 типті эскалатор, көтеру биіктігі – 5,1 м, биік ғимараттарда орнатуға арналған.

Соңғы эскалатордан басқа эскалаторлардың типтерінің төсемше жылдамдығы $v=0.75$ м/с және саты ені $B= 1$ м-ге тең болғандықтан олардың өнімділігі де бірдей. ЭЗ-5 типті эскалатордың төсемше жылдамдығы $v=0.5$ м/с және саты ені $B= 0,626$ м болады.

Эскалатор – тұйық трасса бойынша қозғалатын, жұмыс істеу органы баспалдақты төсемшеден және тұтқадан тұратын, жолаушыларды бір деңгейден келесі деңгейге тасымалдайтын, жолаушыны өз ниетіне байланысты бір орында тұрып немесе баспалдақ бойынша қозғалуға мүмкіндік беретін, тек бір бағытта қозғалатын конвейер. Эскалатор бір бағыт бойынша қозғалатындықтан бір ғимаратқа кем дегенде төменге және жоғарыға бағытталған екі эскалатор орнатылуы тиіс.

Барлық эскалаторды шартты түрде екі топқа бөлуге болады:

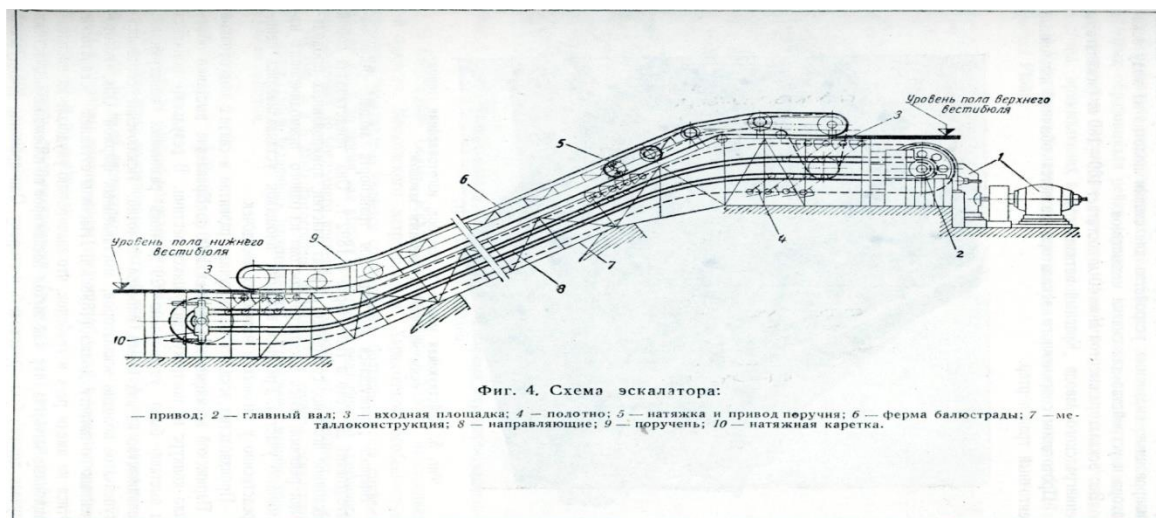
– тоннельдік, яғни метрополитендерде және осыған ұқсас объектілерде орнатуға арналған;

– қабатаралық, яғни қоғамдық және әкімшілік ғимараттарда орнатуға арналған.

Қабатаралық және тоннельдік эскалаторлардың қондырғылары бірдей, тек бірнеше құрылымдық және эксплуатациялық ерекшеліктерімен айырмашылық жасайды.

Тоннельдік эскалаторлардың көтеру биіктігі жоғары, төсемшенің қозғалыс жылдамдығы және жүк көтеру мүмкіндігі үлкен. Осыған байланысты мұндай эскалаторлардың массасы мен габариттері мейлінше жоғары. Қабатаралық эскалаторлар ғимараттың бір қабатынан келесі қабатына жолаушыларды көтеріп түсіру үшін қажет болғандықтан, сәйкесінше, олардың көтеру биіктігі де салыстырмалы түрде төмен. Оларға қойылатын

негізгі талаптар: минимальді габариттер, ақырын дыбысты болуы, ғимарат интерьерімен сәйкес келетін тиімді сыртқы әрлеуі.



1-жетек; 2-басты білік; 3-кіру алаңқайы; 4-төсемше; 5- тұтқа жетегі; 6- балюстрад; 7-металл конструкциясы; 8-бағыттауыштар; 9-тұтқа; 10- тарту күймешесі.

1 сурет – Эскалатордың схемасы

Эскалатор екі жұп жұлдызшаны айнала қозғалатын екі шексіз тізбектен тұрады, олардың біреуі – жетектік, біреуі – тартушы болып табылады. Тізбектердің арасына жолаушыларды тасымалдауға арналған баспалдақтар бекітілген. Әрбір баспалдақ арнайы бағытталған төрт жүгіргіште қозғалады. Тарту тізбегіне бекітілген жүгіргіштер негізгі деп, тарту тізбегіне тікелей байланыспаған жүгіргіштер көмекші немесе қосымша деп аталады. Тарту тізбегі мен баспалдақтар эскалатор төсемшесін құрайды. Төсемшенің жұмыс тармағы деп жолаушыларды тасымалдау жүзеге асатын тармақ аталады. Кейбір эскалаторлардың арнайы конструкцияларында екі тармағы да жұмыс тармағы болып келеді.

Қарапайым конструкцияда жоғарғы тармақ жұмысшы болып, төменгі тармақ баспалдақ реверсіне арналған бос жүріс тармағы болып есептеледі.

Төсемше қозғалысы жұмысшы тармақ бойынша барлық жол бойы баспалдақ төсемінің горизонталь орналасуын қамтамасыз ететін бағыттауыштар арқылы жүзеге асады.

Эскалатордың негізгі тораптарына мыналар жатады:

- 1) төсемше және кіру алаңқайы;
- 2) бұрылыс қабырғалары бар бағыттауыштан, басты біліктен және тарту күймешесінен тұратын төсемше трассасы;
- 3) тұтқа қондырғысы;
- 4) жетек;
- 5) металл конструкциясы;
- 6) балюстрад және оның бекіту қаңқасы;

7) электрлік басқару.

Бұған қоса эскалатордың қосымша тораптары бар: қоршау, тұғырық, май жинағыш, жартылай жоғары және жартылай төменгі вестибюльдің жиналмалы люктері, машина ғимаратының құрылғыларын демонтаждауға арналған көтеру қондырғылары, баспалдақты тазалауға арналған қондырғы, эскалатор жүрісінде төсемшелерді майлауға арналған мамандандырылған майлаушы қондырғылар және механизмдерді майлайтын қондырғы.

Эскалаторларды келесі топқа бөлуге болады:

- 1) аз тіректі эскалаторлар (жеңіл тип) биіктігі 3,5÷10м;
- 2) көп тіректі эскалаторлар (орташа тип) биіктігі 10÷40м;
- 3) жүк-жолаушы эскалаторлары (ауыр тип) биіктігі 50м-ге дейін.

Эскалатор зоналарға бөлінеді. Эскалатор зоналары дегеніміз – монтаж кезінде түйсетін эскалатордың құрамдық бөліктері. Ол эскалатор жұмысын жеңілдетуі үшін қажетті. Ол мынадай зоналар:

А зонасы – құрамына бағыттауыштардың қисық сызықты аумағы мен тарту қондырғысы кіретін эскалатор зонасы;

Бн зонасы – А зонасынан жоғары орналасқан, құрамына түзусызықты бағыттауыш және қарсы бағыттауыш кіретін эскалатор зонасы;

Б зонасы – Бн зонасынан жоғары орналасқан, құрамына түзусызықты бағыттауыш кіретін эскалатор зонасы;

И зонасы – Б зонасынан кейін орналасқан, құрамынан берілген ұзындықтағы түзусызықты бағыттауыш кіретін эскалатор зонасы;

В зонасы – И зонасынан кейін орналасқан, құрамына жоғарғы бағыттауыштың қисықсызықты аумағы мен тұтқа жетегі кіретін жоғарғы эскалатор зонасы;

Д зонасы – В зонасынан кейін орналасқан қосымша зона;

Е зонасы – В зонасынан кейін орналасқан эскалатордың жетектік зонасы;

Ед зонасы – Д зонасынан кейін орналасқан эскалатордың ұзартылған жетектік зонасы;

М зонасы – қабаттық эскалатордың жетектік зонасы.

1.2 Эскалатордың жұмыс режимдері

Эскалаторлардың кейбір тораптары мен бөлшектерінің есептеулері үшін, яғни есептік эквиваленттік жүктемелерін анықтау мақсатында жүктеменің уақыт бойынша өзгеруі туралы мәліметтер қажет.

Метрополитен станцияларындағы эскалаторлары көтерілуге – 20сағат, түсуге -19,5 сағат жұмыс істейді. Егер станцияда бір немесе екі түрлі бағытта қозғалатын екі эскалатор болса, онда олардың жұмыс істеу уақыты жоғарыдағы уақытпен сәйкем келеді. Бір бағытта жұмыс жасайтын эскалатор санының артуымен, орташа тәуліктік жұмыс уақыты төмендейді, осыған сәйкес орташа тәуліктік олаушылар легі де азаяды.

Бір және әртүрлі бағытта қозғалатын екі эскалатор жұмыс жасайтын болса (жаяу жүргіншілер баспалдағы жоқ болған жағдайда), барлық жолаушылар легі эскалатор арқылы өтеді, ал бір бағытта қозғалатын

эскалатор саны көп болса, жолаушылар легі де азаяды. Яғни, мысалы бір бағытта қозғалатын 2 эскалатордың жолаушылар легі P_3 , жалпы жолаушылар легінің $P_{ж}$ жартысына тең, ал орташа тәуліктік жұмыс істеу уақыты:

$$T_{op.m} = 0,5T + t_n, \quad (1.1)$$

мұнда T – эскалатордың тәулік бойына қажетті негізгі уақыты (20сағат немесе 19,5 сағат); t_n – қосымша эскалаторды қосу қажет болған кездегі жоғары жүктемелік периодының жалғасу уақыты, сағ.

Орташа тәуліктік уақытты және жолаушылар легін анықтай отырып, қабылданған басқару жүйесін де ескеру қажет: бір ғана эскалатор кезінде шамамен бірдей қолданылады, ал басқа жағдайда негізінен тек шеткі эскалаторлар жұмыс жасайды, ал ортаңғыларын пиктік уақытта және шеткі эскалаторларға ремонт жасау қажеттілігі туындаған кезде қосылады. Эксплуатацияның барлық ерекшеліктерін қарастыратын формулалар өте күрделі және сондықтан олар келтірілмейді.

Эскалаторлардың жұмыс істеу режимдері уақыт бойынша жолаушылар легінің шамасы және қарқындылығына байланысты. Жолаушылар легінің шамасына және қарқындылығына эскалатордың орналасу орны, тәулік уақыты, апта күні және болған оқиға да әсер етеді. Қарқынды жолаушылар легі таңертеңгі және кешкі жұмыстан қайту уақытына тұспа тұс келеді. Ең қарқынды жолаушылар легі мейрам күндері ойын-сауық орындарында, сауда үйлерінде, метрополитендерде байқалады.

Станциядағы және эскалатордағы жолаушылар легі тәулік бойынша , апта күндеріне, айға, жылға байланысты ауытқып тұрады. Тәуліктік жолаушылар легінің өзгерісі оның қарқындылығына және тәулік уақытына тәуелділігі 2-суретте көрсетілген. Сенбі және жексенбі күндері максимум күндізгі уақытта байқалады.

Жұмыс күндері жолаушылар легінің ауытқуы болмашы ғана өзгереді, тек жұма күні аз ғана жоғарылайды. Сенбі күні жұмыс күндірне қарағанда өте аз, орташа алғанда жұмыс күндеріндегі орташа тәуліктік жолаушылар легінің P_{op} 0,91-ін , ал жексенбі күні 0,87-сін құрайды. Әртүрлі метрополитендер мен белгілі бір станциялар үшін бұл шамалар кең аралықта ауытқиды (0,3 P_{op} -дан 2,0 P_{op} – ға дейін). Максимальді айлық жолаушылар легі желтоқсан айында байқалады (Мәскеуде – ақпанда, Бакуде - сәуірде), ал ең аз жолаушылар легі жаз айларында байқалады. Шартты түрле барлық станцияларды жолаушылар легінің шамасына қарай бір бағытта тәулігіне $P_3 \leq 20$, $P_3 = 20 \div 40$, $P_3 = 40 \div 60$ және $P_3 > 60$ мың адам деп төрт топқа жіктеуге болады.

1.3 Эскалатордың негізгі есептік сипаттамалары

Эскалатордың негізгі есептік сипаттамалары – жолаушылар тасымалына тікелей қатысы бар тораптардың, баспалдақ төсемшесінің элементтері арасындағы саңылаулардың, тұтқаның, балюстардтың және тағы да

басқалардың параметрлері мен өлшемдері көптеген жылдық эксплуатация практикасы нәтижесінде бекітілген және қатаң регламент бекітілген. Жобалауға және эксплуатацияға келесі сипаттамалар әсер етеді.

Көтеру биіктігі аз және жолаушылар легінің қарқындылығы аз қабатаралық эскалаторларда 0,5-0,6 м/с жылдамдық орнатылады.

Эскалатор қарқындылығы S деп белгілі бір уақыт аралығында баспалдақ төсемшесінің жүріп өткен жолын айтады. Қашықтықты білу эскалаторды және ремонт жасау уақыттарын анықтау үшін қажет. Капиталдық ремонттар арасында эскалатор қашықтығы белгіленеді: $S_{\text{кап}} = 100+160$ мың.км. Бұл эскалатор конструкциясына, жолаушылар легіне, жұмыс жасау шартына тәуелді болады. Қашықтық бірқалыпты қозғалыс формуласы бойынша анықталады:

$$S = 3.6vT, \quad (1.2)$$

бұл жерде v – эскалатордың орташа жылдамдығы, м/с;

T – белгілі бір периодтағы эскалатордың жұмыс істеу уақыты,сағ;

3,6 – аудару коэффициенті.

Берілген қашықтықта $S_{\text{кап}}$ ремонттар арасындағы жыл уақыты:

$$T_{\text{кан}} = \frac{S_{\text{кан}}}{3.6v \cdot 365 \cdot T_{\text{орт.м}}} = \frac{S_{\text{кан}}}{1300v \cdot T_{\text{орт.м}}}, \quad (1.3)$$

бұл жерде $T_{\text{орт.м}}$ - эскалатор жұмысының орташа тәуліктік уақыты,сағ;

365- бір жылдағы күндер саны.

Эскалатор биіктігі H немесе жолаушыларды тасымалдау биіктігі деп жолаушылар орын ауыстыратын вертикаль бойынша қашықтықты айтады. Отандық тоннельдік эскалаторлардың көтеру биіктігі 3,6-66 м аралығында болады. Ал қабатаралық эскалатордың көтеру биіктігі Ереже бойынша 6 м-ден аспауы тиіс. Бірақ кейде көтеру биіктігі 12 м –ден асатын қабатаралық машиналар кездеседі.

Көтеру биіктігі эскалатор конструкциясына үлкен ықпал жасайды. Ол әртүрлі типті эскалаторларды жасап шығаруда маңызды шама болып табылады. Эскалатордың құрастырма бірліктері мен бөлшектері тозуы мен ұзақ уақыт жұмыс істеуі де көтеру биіктігіне тікелей байланысты. Көтеру биіктігі неғұрлым үлкен болса, соғұрлым меншікті жаңғыртулар, яғни 1 м биіктікке сәйкес келетін жаңғыртулар, аз болады. Сондықтан биіктігі H болатын бір эскалаторды орнату, биіктігі $0,5H$ болатын екі эскалаторды орнатуға қарағанда тиімді болып келеді. Соңғы жағдайда сонымен қатар оны дайындауға, монтажына және қызмет көрсетуіне кететін шығындар артады, металл сыйымдылығы мен энергосыйымдылығы көбейеді, ремонт жасау күрделенеді.

Эскалатордың көлбеу бұрышы α деп көлбеу және горизонталь жазықтықтар арасындағы бұрышты айтады. Эскалатордың көлбеу бөлігінің ұзындығы $L = H/\sin\alpha$ болғандықтан көлбеу бұрышы неғұрлым көп болса, соғұрлым эскалатордың бағасы да, массасы да аз болады. Дегенмен көлбеуліктің үлкеюімен, пайдаланудың қауіпсіздігі төмендейтіндіктен, көлбеу бұрышының шектік мәні 30° - қа тең деп қабылданған. Қабатаралық эскалаторлар үшін көлбеу бұрышын 35° -ке дейін үлкейту рұхсат етілген. Шет мемлекеттерде қозғалматын баспалдақтардың қасына паралельді көлбеу бұрышы $\alpha = 27,2^\circ$ болатын эскалаторлар қолданылады.

Сатылар арнайы конструкциялы төрт жүгіргішке сүйенген арбаша іспеттес. Олардың екеуі сатыны тарту шынжырымен байланыстырып тұрған өсте орналасады және оларды негізгі деп атайды, ал қалған екеуін көмекші немесе демеуші деп атайды. Саты конструкциясы арнайы талаптарға сәйкес болуы қажет, ол талаптардың ең маңыздылары төмендегідей:

- қозғалыстың бірқалыптылығы және жүктемеге орнықтылығы;
- монтажының және қызмет көрсетуінің ыңғайлылығы;
- жасалуының қарапайымдылығы.

Сатылардың негізгі геометриялық параметрлеріне мыналар жатады:

- саты қадамы;
- төсемнің тереңдігі мен ені;
- төсемше трассасының көлбеу аймағындағы көршілес сатылардың төсем жазықтықтарының арасындағы қашықтық;
- бойлық база, яғни негізгі және көмекші жүгіргіштердің арасындағы қашықтық;
- негізгі жүгіргіштің жолы, яғни негізгі жүгіргіштердің арасындағы қашықтық;

Жолаушылар орналасатын баспалдақтың жұмыс жазықтығының өлшемдері эскалатордың тасымалдау қабілеттілігінің жылдамдығымен бірдей анықталады. А сатысының тереңдігі , яғни төсеніштің алдыңғы және артқы бүйіржақтарының арасының тереңдігі шамамен 400мм-ге тең. Баспалдақтың В жұмыс жазықтығының ені, яғни оның көлденең бағыттағы өлшемі 500-ден 1000 мм-ге дейінгі аралықта таңдалады. Қажеттілігіне қарай бір сатығы бір адам орналасатын болса, баспалдақ енін В 600мм-ден аз болмайтындай етіп, екі адам орналасатын болса , В 1000-ден аз болмайтындай етіп қабылдайды. Үш адам орналасатындай ені бар эскалаторлар жасалмайды. Себебі, үш жолаушының ортасында тұратын адам тұтқадан ұстай алмайды, ал бұл қауіпсіздік ережелеріне сәйкес келмейді. Қазіргі уақытта бар есептеулер, эскалаторға бір жолаушы орналасу үшін $B = 500$ мм болса, жеткілікті деп қарастырады. Ал эскалатор енін ары қарай ұзарту жолаушылар санының артуына әкеледі. Бір сатыға келетін жолаушылар саны:

$$K = 2 \frac{AB}{t_c}, \quad (1.4)$$

бұл жерде t_c – баспалдақ қадамы – екі көршілес баспалдақтың аттас нүктелерінің арасындағы қашықтығы, м;

А және В – баспалдақ жазықтығының өлшемдері, м.

$t_c \approx 0,4 = A$ болғандықтан, (1.4) формуланы келесі түрде жазуға болады:

$$K = 2B, \quad (1.5)$$

(1.4) және (1.5) формулаларымен анықталатын жолаушылар саны бүтін сандар болмауы мүмкін. Мысалы, $B = 0,6$ болғанда $K=1,2$. Бұл берілген баспалдақ енінің шамасында 10 баспалдақта 12 жолаушы, ал баспалдақ ені 0,8 м кезінде 16 жолаушы және т.б. бола алады дегенді білдіреді.

Жолаушылар легі П деп белгілі бір уақыт бірлігінде берілген эскалатормен (эскалаторлармен) тасымалданатын жолаушылар саны. Шекті жолаушылар легі, яғни белгілі бір уақыт бірлігінде (әдетте 1 сағатта) бір эскалатор тасымалдай алатын жолаушылардың максималды саны тасымалдау қабілеттілігі Q деп аталады.

Теориялық тасымалдау қабілеттілігі (1 секундтағы жолаушылар саны) жолаушылар зонасындағы эскалатор баспалдақтарды есептік толтыру шартынан анықталады :

$$Q = nKv, \quad (1.6)$$

бұл жердегі n – 1 м ұзындыққа сәйкес келетін баспалдақтар саны.

$t_c = 0,4$ м болған кезде 1 м-ге 2,5 баспалдақ сәйкес келеді, яғни $n=2,5$.

K мен n-ді орындарына қойып, 1 секундағы тасымалдау қабілеттілігінің формуласын аламыз:

$$Q_t = 2,5 \cdot 2vB = 5vB. \quad (1.7)$$

Әдетте сағаттық қабілеттілігін анықтайды:

$$Q_c = 3600Q_t = 18000vB. \quad (1.8)$$

Эскалатор баспалдақтары ешқашан толықтай толтырылмайды. Бұл белгілі бір уақытта тасымалданған жолаушылар санының Q теориялық мүмкін тасымалдау қабілеттілігіне қатынасын көрсететін толтыру коэффициентіне байланысты $\varphi < 1$. Эксплуатациялық жүктеме кезіндегі толтыру коэффициенті :

$$\varphi_{\text{экс}} = 1,2 - 0,6v = 0,6(2 - v). \quad (1.9)$$

Олай болса, бір сағаттағы эскалатордың нақты тасымалдау қабілеттілігі:

$$Q_n = Q_c \varphi = 18000Bv(1,2 - 0,6v) = 10800Bv(2 - v), \quad (1.10)$$

1 м баспалдақ төсеміне түсетін есептік жүктеме былай анықталады:

$$q = nKP\varphi, \quad (1.11)$$

бұл жерде P – жолаушының орташа салмағы.

Қазіргі Ережелерге сәйкес эскалатор жолаушысының 637,4 Н (65 кгс) деп бекітілген.

Қалған шамаларды (1.11) формулаға қоя отырып, мынаны аламыз:

$$q = 2.5 \cdot 2BP \cdot 0.6(2 - \nu) = LB(2 - \nu), \quad (1.12)$$

бұл жерде L – q Н/м болған кезде 1912-ге, q кгс/м болған кезде 195 тең болатын коэффициент.

Апаттық тежегішті және бас электр қозғалтқышының іске қосу сипаттамасын есептеу үшін максимальді жүктемені қабылдайды:

$$q_{\max} = q(0.5\nu - 0.88). \quad (1.13)$$

Эскалатордың жүктемесін анықтаған кезде горизонталь аймақтарды есептемесе де болады, себебі олардың әсер етуі көлбеу аймақтардың әсеріне қарағанда өте аз. Сонда барлық төсемге түсетін жүктеме:

$$G = qH / \sin \alpha, \quad (1.14)$$

немесе $\alpha = 30^\circ$ болған кезде,

$$G = 2qH. \quad (1.15)$$

Сонымен қатар Ережелерге сәйкес келесі статикалық нүктелер анықталады (эскалатор қозғалыссыз болған кезде):

Көтерме конструкциясын, жабылу тақталарын және кіру ауданын бүгілуге есептегенде $q_c + 3920H$ (400кгс).

Бұл конструкцияларды беріктілікке есептеген кезде статикалық жүктеме $q_c'' = 1.3q_c$.

Ұзындығы 1 м жұмыс тармағындағы тұтқаға түсірілетін статикалық жүктеме 29 Н (3 кгс) деп есептеледі.

Бастапқы мезетте (қозғалу процесінде) эскалатордың үдеуі $0,6 \text{ м} / \text{с}^2$ - тан аспауы тиіс, одан кейінгі екпін $0,75 \text{ м} / \text{с}^2$ - тан аспауы тиіс.

Жұмысшы тежегіштермен тежелу кезіндегі баяулату төменге түсу кезінде $0,6 \text{ м} / \text{с}^2$ –тан көп болмауы тиіс, ал жоғарыға көтерілу кезінде $1 \text{ м} / \text{с}^2$ - тан көп болмауы тиіс. Апаттық тежегіштермен тежелу кезінде $2 \text{ м} / \text{с}^2$ –тан аспауы қажет.

Металл сыйымдылығы эскалатордың меншікті массасымен, яғни оның 1 м көтеру биіктігіне келетін қосынды массасымен сипатталады,

$$m_m + m/H, \quad (1.16)$$

бұл жерде, m - эскалатордың массасы.

Көтеру биіктігінің артуымен эскалатордың меншікті массасы азаяды, себебі ең массалық зоналардың (А, В, Е, М) ықпалы көтеру биіктігінің артуымен азаяды.

Энергосыйымдылық энергосыйымдылықтың коэффициентімен сипатталады, кВт*сағ/(адам*м):

$$K_s = N/(QH), \quad (1.17)$$

бұл жерде N – бас электр қозғалтқышының орнатылған қуаты, кВт.

Эскалатордың техникалық деңгейі мен сапасы сонымен қатар сенімділік көрсеткішімен, дыбыс деңгейімен дайындаудың еңбек сыйымдылығымен, монтажымен және басқа да көрсеткіштерімен сипатталады.

1.4 Эскалатор жетегі

Жетек деп машиналарды және механизмдерде қозғалысқа келтіретін құрылғыны айтады. Жалпы жағдайда жетек қозғалыс берілісі үшін қажет механизм қозғалтқышынан (эскалаторларда – асинхронды электрқозғалтқышы) және басқару аппаратурасынан тұрады.

Жетек бойынша эскалаторлар біржетекті, модульді, біржылдамдықты, көпжылдамдықты эскалаторлар болып бөлінеді. Біржетекті эскалаторлар дегеніміз - жұмыс механизмі бір жетек білігі арқылы қозғалысқа келетін эскалаторлар. Модульді эскалаторлар әртүрлі тұрақты құрылымдық элементтер – модульден, синхронды жұмыс істейтін өздігінен жетек білігі арқылы қозғалысқа келетін жұмыс механизмдерінен тұрады. Біржылдамдықты эскалатор дегеніміз – тек бір ғана эксплуатациялық жылдамдығы бар эскалатор. Көпжылдамдықты эскалатор дегеніміз – екі немесе одан да көп эксплуатациялық жылдамдығы бар эскалатор.

Отандық эскалаторларда жетектің екі түрі қолданылады. Оның біреуі - бас жетек – берілген жылдамдықта (0,5 м/с- тан 0,98 м/с- қа дейін) жолаушыларды тасымалдалауда баспалдақ төсемін қозғалысқа келтіруге арналған. Екінші жетек – көмекші – техникалық қызмет көрсету кезінде, монтажда және демонтажда баспалдық төсемін қозғалысқа келтіруге арналған. Бұл кезде төсем жылдамдығы 0,04 м/с –тан аспайды.

Эскалатордың басты білігі дегеніміз – баспалдақ төсемшесінің тарту жүлдызшасына қозғалысты жіберуші білік. Эскалатордың бас жетегі дегеніміз – жолаушыларды тасымалдау кезінде эскалатордың баспалдақ төсемшесін жылжыту үшін қажетті жетек. Эскалатордың көмекші эскалаторы дегеніміз – монтаж, демонтаж кезінде және техникалық қызмет етуде, апаттық тежегіштің шегініп тоқтауы кезінде баспалдақ төсемшесін жылжытуға қажетті жетек. Жетектің схемасы мен конструкциясы оның қызметінен, эскалатордың көтеру биіктігінен, жобалаудың моментінен тәуелді. Бас электрқозғалтқышының

санына байланысты жетек бір қозғалтқышы бар немесе бас жетек екі жақтан айналатын екі қозғалтқышы бар болуы мүмкін.

Барлық кеңес одағының эскалаторларында, Н-40 басқаларында, бір қозғалтқышты жетек қолданылады. Кейбір шетелдік фирмалар екі қозғалтқышы бар жетек жасап шығаруда, себебі олар әр түрлі биіктігі бар эскалаторларды бірегейлендіруге жағдай туғызады. Мысалы, 25 метрлік эскалаторға бір қозғалтқышы бар эскалатор қолданылады, ал 25-50 метр диапазонында дәл осындай тек екі жағынан екі жетек қолданылады. Екі қозғалтқыш та бір уақытта бір білікке жұмыс істейтін болғандықтан, екі қозғалтқышы болғанына қарамастан мұндай эскалаторлар біржетекті машиналарға жатады.

Басты білікке айналу берілісінің әдісіне байланысты жетек бір- немесе екіжақты болуы, орталық берілісі болуы мүмкін. Біржақты жетек тісті муфталардың, тізбектік немесе тістік беріліс көмегімен жасалады. Тісті муфтаны пайдаланудың артықшылығы – барынша ыңғайлы монтаж және демонтаж. Дегенмен бұл кезде жетектік габариттік өлшемдері үлкейеді, ал ең маңыздысы – оның қызмет етуі күрделенеді, сенімділігі мен пайдалану қауіпсіздігі төмендейді.

Жетектегі тізбектік берілісті қолдану кезінде жүргізуші жұлдызша редуктордың шықпалық білігінде орналасады, ал жетекші жұлдызша басты біліктің консолында немесе оның тіректерінің аралығында орналасады. Тізбектік берілісті жетектің артықшылығы – оның жасалауының қарапайымдылығы, беріліс механизмінің арзандығы, габариттік өлшемдерінің аздығы. Бұл артықшылықтары жеткілікті болғандықтан, тізбектік жетек көтеру биіктігі аз эскалаторларда жиі қолданылады (ЭМ-1, ЭМ-1М, ЛТ-5, ЭП, Н-10-1, ЭТ-5, ЭЗ).

Екіжақты жетек көп жағынан екі қозғалтқышты жетекке ұқсайды, айырмашылығы – оның бір ғана қозғалтқышы бар. Жетек тістік дөңгелектердің сыртқы орналасуына байланысты бөлінеді. Оң және сол жақ беріліс жүктемелерінің әрқелкі болуы оларды біріктіретін біліктің айналу деформациясының әсерінен пайда болады. Деформация неғұрлым аз болса, білік соғұрлым қысқа болады, сәйкесінше, дөңгелектердің эскалатордың ішінде орналасуының өзіндік артықшылықтары болады, бірақ қызмет ету кезінде қиыншылықтар тудырады. Сонымен қатар дөңгелектердің эскалатордың ішінде орналасуы жетектің өлшемдері мен массасын едәуір үлкейтеді. Қарастырылған схема ЛТ-1 және ЛТ-2, ЛТ-3, ЛТ-4 эскалаторларында қолданылады.

1.5 Тежегіш жүйе

Тежегіш дегеніміз - машинаның жылдамдығын төмендетуге немесе толықтай тоқтатуға арналған механизм немесе құрылғы. Эскалатордың тежегіші тек қана оны тоқтату үшін қолданылады. Тежеуіш жүйе жұмыс және апаттық тежеуіштерден тұрады. Эскалатордың әрбір жаңа типін жаңа конструкциялы тежегішпен жабдықтайды. Кейде эскалатордың бір типі

әртүрлі тежегіштермен жабдықталуы мүмкін. Мысалы, ЛТ-3 эскалаторында үш түрлі конструкциялы тежегіштер қолданылады. Негізгі және көмекші тежегіштер бұраушы момент минималды мәнге ие болатын бас жетектің электрқозғалтқышының білігі мен редуктордың кіріс білігі байланысқан жерде орналасады. Тежегіш тегершігі ретінде әдетте редуктордың кіріс білігінің соңында орналасқан жартылай муфта қолданылады. Қосымша тежегіш жұмысқа негізгі тежегіш іске қосылғаннан соң белгілі бір уақыттан кейін немесе онымен бір уақытта қосылады. Соңғы жұмыс режимі барынша тиімді, себебі эскалатор толық тоқтағанға шейін қосымша тежегішті қосу кезінде пайда болатын серпілістен құтылуға көмектеседі.

Жұмыс тежегіші эскалаторды қолдану қауіпсіздігін қамтамасыз ететін маңызды құрлысы болып табылады. Жұмыс тежегіші дұрыс тұйықталған болуы қажет. Мұндай тежегіш электромагниттің әсерінен ажырытылады, ал магнит тоқсыз қалған кезде тұйықталыды. Эскалаторда бір (ЭТ, ЭМ-1, Н-10-3, ЭЗ, ЭП) немесе екі (қалған типтерінде) жұмыс тежегішін қолданады. Бұлар - өте сенімділігі жоғары қалыптық тежегіштер, сондықтан да өте кең таралған. Қалыпты тұйық әрекеттің жұмыс тежегіші редуктордың кіріс білігінде орнатылған және әр бас және көмекші жетекті өшіру кезінде және басқару тізбегі тоқсыз қалған кезде әрекет етеді.

Эскалаторлар бас жетек білігінде орналасқан автоматты түрде әрекет ететін апаттық тежегіштермен жабдықталған. Апаттық тежегіш баспалдақ төсемінің жылдамдығы номиналды жылдамдыққа қарағанда 30% және одан да көп үлкейген кезде төменге түсетін эскалаторды, сонымен қатар баспалдақ төсемінің қозғалысының бағыты өздігінен өзгерген кезде жоғарыға көтерілетін эскалаторды тоқтатуға тиіс. Апаттық тежегіштің маңыздылығы эскалатор жетегінде кинематикалық байланыс үзіліп, яғни жетектің буынының біреуі бүлініп, редуктордың кіріс білігінде орналасқан жұмыс тежегіші істен шыққан кезде туындайды. Яғни бұл кезде эскалатор төсемшесіне түскен жүктеме есебеінен қозғала бастайды. Кинематикалық байланыстың үзілуі бас білікке қаншалықты жақын болса, төсемше үдеуі соншалықты үлкен болады. Бұл мына формуладан көрінеді:

$$\alpha = \frac{M_{a\ddot{u}} \cdot D \cdot \eta}{2 \sum J}, \quad (1.18)$$

мұндағы a - төсемше үдеуі, м/с²;

$M_{a\ddot{u}}$ - төсемшеге түсетін жүктемеден тәуелді айналу моменті: жүктеме қаншалықты көп болса, момент соншалықты аз, Н*М;

η – эскалатордың ПӘК-і;

D – тарту жұлдызшасының нөлдік шеңберінің диаметрі, м;

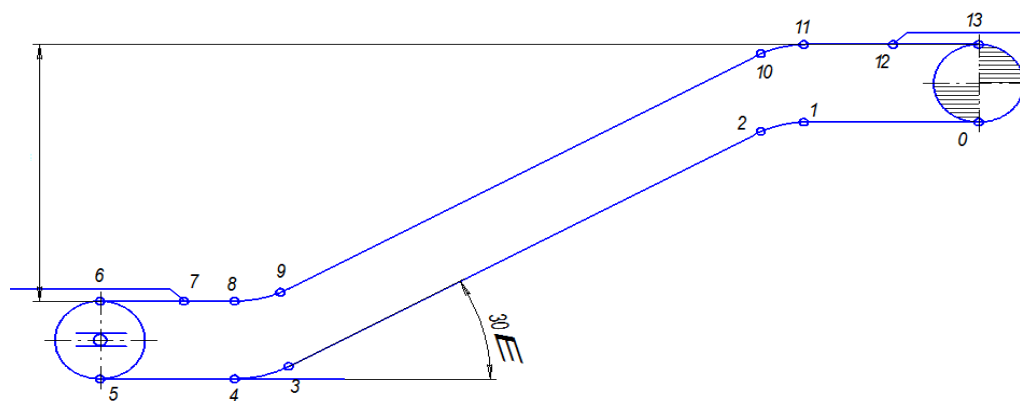
$\sum J$ - бас білікке келтірілген айналатын және эскалатордың ілгерілемелі қозғалатын бөліктерінің (жүктемені есептеген кезде) инерция моменттерінің қосындысы, кг*м².

Инерция моменті J деп кез-келген айналатын дене массасының (тежегіш муфта, қозғалтқыш роторы, редуктор бөлігі және т.б.) айналу өсінің және айналу центрінің қашықтығының квадраттына көбейтіндісін айтады. Эскалатордың айналмалы және қозғалмалы бөліктерінің инерция моменті есептеулер жүргізу арқылы анықталады. Келтірілген инерция моментінің ең жоғарғы мәні тез жүргіш білікке, яғни қозғалтқыш роторына, тежегіш муфтаға, редуктордың кіріс білігіне тиесілі. Жуықтама есептеулерде тек қана осы біліктің инерция моментін қабылдайды, ал қалғандарын 1,1-1,5 коэффициентімен есептейді, яғни олар инерция моменттерінің қосындысының 10-15 %-ын құрайды дегенді білдіреді.

1954 жылға дейін апаттық тежегіштер тек қана тізбектік редукторы бар көтеру биіктігі аз (12 метрге дейін) эскалаторларда қолданылды. Ол үшін ленталық типті тежегіштер қолданылды. Айнымалы моментті тежегіштердің жаңа типі пайда болғаннан кейін апаттық тежегіштермен барлық эскалаторлар жабдықтала бастады. Жалпы жағдайда тежегіш төрт құралмалы бірліктерден тұрады: бақылғыш жүйе, тоқтатқыш қондырғы, тежегіштің механикалық бөлігі, шегіндіріп тоқтатқыш қондырғы. Қазіргі заманғы эскалаторларды тоқтатқыш қондырғы және шегіндіріп тоқтатқыш қондырғы бір жүйеге біріктірілген. ЭТ типті эскалатордың апаттық тежегіші жұлдызшалардың бірінде орналасады, ал ескі типтерінде бас біліктің бір жағында (ЭМ-1, ЭМ-1М, ЭЗ, Н-40М, ЛТ-5, ЛП-6И) және екі жағында да орналасады (басқа типтері).

Тежегіштердің техникалық жағдайын қарау және тексеру он күнде бір рет жүргізіледі. Тексеру кезінде тазалайды, тексеріп қарайды, қажет жағдайда тежегіш механизмін реттейді. Редуктордың бақылауыш жүйесін қараған кезде оның беріктілігін, майдың деңгейін, шынжыр жұлдызшасының беріктігін, шынжырдың ахуалын тексереді, майдың ақпай тұрғанына көз жеткізеді. Шынжырдың салбырауы 5-15 мм болуы қажет. Қажет болған жағдайда редукторға май құяды, шынжырды тартып, майлайды, редукторға ремонт жасайды немесе ауыстырады.

1.6 Эскалатор трассасының сұлбасы



2 сурет – Эскалатор трассасының сұлбасы

Жолаушыларды тасымалдау 7-12 нүктелерінің аралығында орналасқан трасса аумағында жүзеге асады. Тарақ тәріздес кіру және түсу аумағының қасында орналасқан 7-8 және 11-12 горизонтальді трасса аумағы эскалаторға мінетін немесе түсетін жолаушыға көтерілу және түсу басталғанға дейін қозғалыстағы төсемшеде орнықты қалыпқа түсу үшін қажет. Көлбеу жүрісті горизонталь аумақпен байланыстырып тұрған 8-9 және 10-11 қисық сызықты аумақ төсемше сатыларын бірқалыпты жиналуын жүзеге асыру үшін қызмет етеді. 9-10 түзу сызықты аумақ жолаушыларды бір деңгейден келесі деңгейге жеткізуге қызмет етеді. 6-7 және 12-13 горизонтальді аумақтары механизмдерді орналастыруға қажет. 13-0 аумағында төсемше сатылары бас біліктің тарту жұлдызшаларымен қозғалады және бағытталған төсемшенің жоғарғы тармағынан төменгі тармағына өтеді. Ал 5-6 аумақта төсемше сатылары тарту жұлдызшасымен қозғалады да, төсемшенің төменгі тармағынан жоғарғы тармағына өтеді. Төсемшенің төменгі тармағы сатының реверстелуіне қажет.

Көмекші бағыттаушы жүгіргіштердің трассасы дәл жұмысшыдағыдай жүреді, олардың айырмашылығы 13-0 және 5-6 аумағында көмекші жүгіргіштер бұрылыс қабырғасы деп аталатын бағыттауыш бойынша қозғалады. Бұрылыс қабырғасы бойынша қозғалыс кезінде ішкі бағыттауыштың белгілі бір нүктесінен сыртқа қарай, көмекші жүгіргіштің айналу бағытын өзгерте отырып өтеді. 0-5 аумағында сатылар төңкерілген күйінде қозғалады. 8-9 және 10-11 қисық сызықты аумақтарында сатылар биіктігі ауыспалы баспалдақтар түрінде болады. Көлбеу аумақтан горизонтальді аумаққа өту шеңбер доғасы арқылы жүзеге асады. Төсемшенің горизонталь қалпын сақтау үшін әрбір сатының жүгіргіштері қисық сызықты аумаққа бірдей уақытта кіруі қажет.

1.7 Эскалатор жетегіне қойылатын негізгі талаптар

Эскалатор жетегіне қойылатын негізгі талаптарға келесілер жатады:

1. Болуы мүмкін қысқы уақытты асқын жүктеме кезінде толық эксплуатациялық сенімділікті кепілдік ететін барлық элементтерінің жоғары беріктілігі;
2. Машинаның бірнеше жылдар қатарынан ұзақ уақытты, күнделікті жұмыс жасауын қамтамасыз ететін бөліктерінің жоғары тозуға төзімділігі;
3. Шектік ықшам механизмдер кезінде (машина құрылымының тығыз орналасқан габариттерінің әсерінен) монтажының, демонтажының және қызмет етуінің ыңғайлылығы.

1.8 Алматы метрополитендеріндегі эскалаторлар

1988 жылдан бастап алматы қаласында метрополитен құрылысы қарқынды дами бастады. Бірақ 1991 жылғы Кеңес одағының ыдырауы және одан кейінгі шаруашылық және экономикалық әл-ахуал толық түрде әрі қарай эскалатор құрылысын жалғастыруға кедергі келтірді. Көптеген шешілмей

қалған сұрақтар, дайлар қаржылай және материалды-техникалық жа эскалатор құрылысын ұзақ уақыт бойына тоқтап қалуының ең бірінші себептері болды. Осындай тағы да туындаған қиыншылықтарының кесірінен Алматы қаласында ең алғаш 2011 жылы 1 желтоқсанда ұзындығы 8,6 км болатын метрополитен эксплуатациялық қолдануға берілді. Бұл жеті бекет: «Райымбек батыр», «Жібек жолы», «Алмалы», «Абай», «Байқоңыр» және «М.Әуезов атындағы Драма театры » және «Алатау». 2015 жылдың 18 сәуірінде эксплуатацияға тағы екі бекет берілді, олар: «Сайран» , «Мәскеу» бекеттері. Ал метро тоннелінің ұзындығы тағы да 2,74 км-ге ұзара түсті. Метрода орнатылған эскалатор - оңтүстік корейлық Hyundai фирмасының эскалатор.



3 сурет – “Абай” бекетінде орналасқан эскалаторлар

Моделі Millennium, Hyundai эскалаторы - жолаушыларды 30градус көлбеумен көтеріп –түсіруге арналған, шекті жүктемеде жұмыс істеуге мүмкіндігі бар, реверстік қозғалысты пластина тәріздес эскалаторлар. Жетек түрі – мультижетек. Қолдану диапазоны – 20-дан 50 метрге дейін. Моделі 32 (800 мм), Моделі 40 (1000 мм) немесе Моделі 48 (1200 мм), Hyundai эскалаторлары – жолаушыларды горизонталь бойынша30 градус көлбеумен көтеріп –түсіруге арналған, шекті жүктемеде жұмыс істеуге мүмкіндігі бар, реверстік қозғалысты пластина тәріздес эскалаторлар. Барлық эскалатор да – біржылдамдықты, рамадан, бағыттауыш рельстерден, жетек қондырғысынан, сатылардан, сатылардың тарту жынжырынан, жақтаудан, төсемніштен, қоршаудан және тағы да басқа эскалатордың дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ететін бөліктерден тұратын автономды құрылғы.

Жетек механизмі – айнымалы ток электр қозғалтқышының барынша жоғары пайдалы эсер коэффициенті үшін арналған бұрамалы тістік берілісті жетек. Берік роликті шынжыр жетектің шынжыр дөңгелегінен сатылардың жоғарғы шынжырлық дөңгелегіне қуат береді. Механизмдер мен қозғалтқыштың мойынтірегі антифрикциялық типті болып келеді.

Электрдің көмегімен босатылған және пружинамен жүктелген дисктік тежегіш қозғалтқыштың жылдамдықты білігінде орналасып, бұл нүктеде төмендетілген редуктор арқылы әсер етіп, жұмсақ, бірқалыпты тежелуді қамтамасыз етеді. Тежегіш сақтандырғыш схемның біреуі тұйықталған кезде, жолаушыларға соққы білінбейтіндей болып, жүктелген эскалаторды толықтай немесе біртіндеп тоқтатуға негізделген.

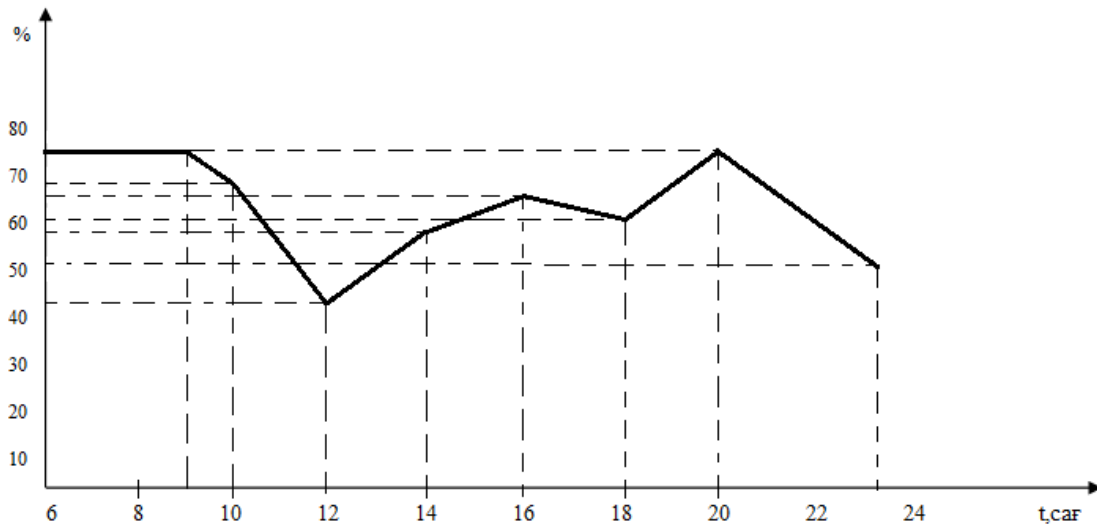
Баспалдақтар жолаушылардың жайлылығы мен қауіпсіздігін ескеріп жасалған. Горизонталь сатылардың панелі мен бүгілулі көтергіші алюминийдің құймасынан жасалған. Тұғырға терең құйылған кронштейннің шарнирлі қысқыштары кез келген сатыны кез келген орында алып тастауға мүмкіндік береді.

“Жібек жолы” бекетіндегі эскалатордың көтеру биіктігі - 28,5 м, ұзындығы – 57 м. “Абай” бекеті ең терең орналасқан метрополитен, сәйкесінше онда орналасқан эскалатордың көтеру биіктігі ең жоғары -46,0 м, ұзындығы – 92,0 м. “Алмалы” бекетіндегі эскалатордың көтеру биіктігі – 29,0 м, ұзындығы – 58м. “Байқоңыр” бекетінде орналасқан эскалатордың көтеру биіктігі – 20 м, ұзындығы – 40 м.

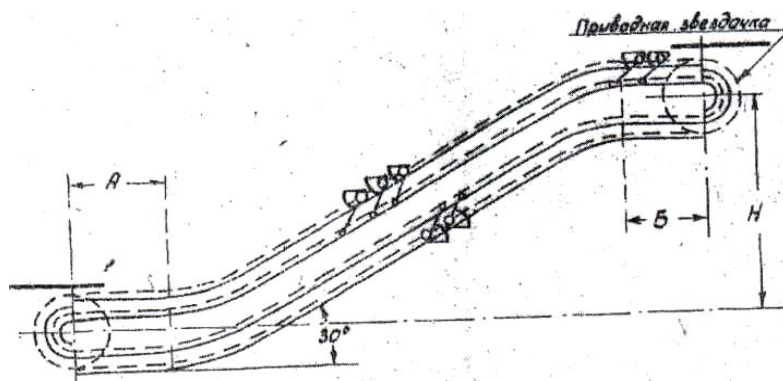
2 Есептік бөлімі

2.1 Есептеуге қажетті бастапқы деректер және ЛТ- 1 эскалаторының сұлбалары

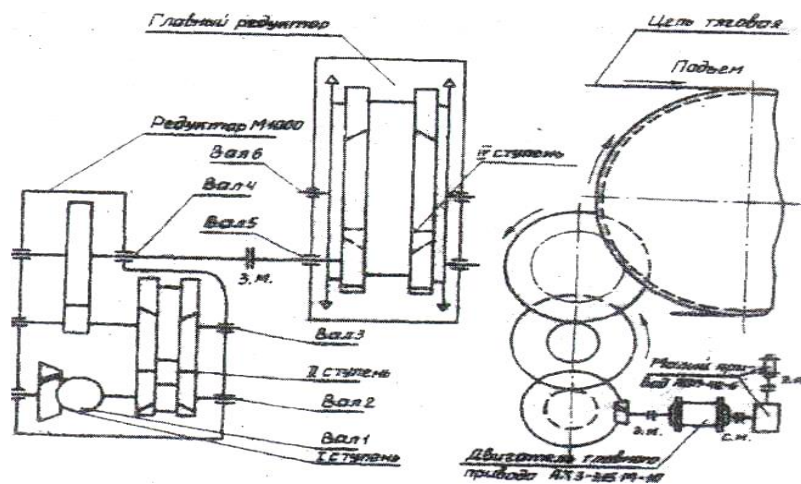
1. Эскалатордың көтеру биіктігі 20 м
2. Эскалатордың көлбеу бұрышы 30^0
3. Баспалдақ ені 0,9 м
4. Баспалдақ қадамы 0,4 м
5. Шынжыр қадамы 0,35 м
6. Жетек жұлдызшасының бастапқы шеңберінің 1,580 м
7. Көтергіш төсемнің метр бойына пайдаланатын жүктемесі 2340 Н.
8. Көтергіш төсемнің қозғалу жылдамдығы 0,85 м/с
9. Электр жетегінің білігіне келтірілген айналатын бөліктердің инерция моменті $3,78 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$
10. Максимальді жүктеме кезінде алға бағыттала қозғалатын эскалатор бөліктері мен жолаушылардың қозғалтқыш білігіне келтірілген инерция моменті $6,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$
11. Электр жетегі жүйесінің беріліс саны 47,4
12. Электр жетегінің ПӘК-і 0,879
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.



4 сурет – Бір тәулік көлемінде эскалатордағы жүктеменің өзгеру жүктемесі



5 сурет – Эскалатордың жетегінің кинематикалық сұлбасы (сол жақ жетегі)



6 сурет – Төсемше трассасының геометриялық сұлбасы

2.2 Қозғалтқыштың жетегіне әсер ететін статикалық жүктемелерді анықтау

Біріншіден келтіру радиусын есептейміз, бұл:

$$\rho_{\Sigma} = \frac{D_{\text{бас}}}{2i_{\Sigma}} = \frac{11,580}{2 * 47,4} = 0,017 \text{ м}, \quad (2.1)$$

бұл жердегі $D_{\text{бас}}$ – жетек жұлдызшасының бастапқы шеңберінің диаметрі;

i_{Σ} — жүйенің беріліс сандары.

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығының мәні мынаған тең:

$$\omega_{\text{козг}} = \frac{v}{\rho_{\Sigma}} = \frac{0,85}{0,017} = 50,0 \text{ с}^{-1}, \quad (2.2)$$

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

$$F_{\text{М.Б.}} = G * \sin \alpha = \frac{2340}{2} = 1170 \text{ Н}, \quad (2.3)$$

бұл жердегі, $F_{\Sigma} = F_{\text{М.Б.}} * l = 1170 * 40 = 46,8 \text{ кН}$ – эскалатордың қосынды жүктемесі.

Эскалатордың лентасының ұзындығы:

$$l = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ м}. \quad (2.4)$$

Жүктеменің статикалық моменті:

$$M_c = \frac{F_{\Sigma} \rho_{\Sigma}}{\eta_{\text{ЭЖ}}} = \frac{46,8 * 10^3 * 0,017}{0,879} = 905,12 \text{ Нм}, \quad (2.5)$$

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

2.3 Электр қозғалтқышын таңдау

$P_{\text{козг}} = 1222 \cdot 50 = 61,1 \text{ кВт}$ – қозғалтқыштың есептік қуаты.

$$n = \frac{30 \omega_{\text{козг}}}{\pi} = \frac{30 * 50}{3,14} = 477,71 \text{ айн/мин} – \text{есептік айналу жиілігі.}$$

Есептеулер бойынша келесі қозғалтқышты таңдаймыз: **4АНК315М12У3**
 Таңдалған қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары келесі кестеде көрсетілген:

1 кесте – Таңдалынған қозғалтқыштың техникалық сипаттамалары

Қозғалтқыштың типі	4АНК315М12У3
Қозғалтқыштың номинал қуаты, кВт	75
Қозғалтқыштың номинал кернеуі, В	217
Қозғалтқыштың номинал тогы, А	221
Айналым саны, айн/мин	600
$S_{ном}, \%$	4,5
$S_{к}, \%$	15,8
Қозғалтқыштың ПӘК-і, %	90
Ротордың инерциялық моменті, кг*м ²	6,2
X_M	3,5
x_1	0,14
x_2	0,19
R_1	0,036
R_2	0,052
$\cos\varphi$	0.75
Қозғалтқыштың массасы, кг	920

$U_{фм}=220$ В кезіндегі номинал ток:

$$I_{1фм} = \frac{P_{2М}}{3U_{1ф}\cos\varphi\eta_H} = \frac{75000}{3 * 220 * 0,75 * 0,9} = 168,35 \text{ A.}$$

Статордың толық кедергісін есептейміз:

$$Z_H = \frac{U_{1ф}}{I_{1ф}} = \frac{220}{168,35} = 1,31.$$

Магниттік тізбектің келтірілген кедергісін есептейміз:

$$X_M = \bar{X}_M * Z_M = 3,5 * 1,31 = 4,57 \text{ Ом.}$$

Статордың келтірілген активтік кедергілері:

$$R'_1 = 0,036 * 1,31 = 0,047 \text{ Ом,}$$

$$R''_2 = 0,052 * 1,31 = 0,068 \text{ Ом,}$$

$$X'_1 = 0,14 * 1,31 = 0,183 \text{ Ом,}$$

$$X''_2 = 0,19 * 1,31 = 0,249 \text{ Ом.}$$

Статор орамасының индуктивті кедергісі:

$$X_1 = \frac{2 * X'_1 * X_M}{X_M + \sqrt{X_M^2 + 4X'_1 * X_M}} = \frac{2 * 0,183 * 4,57}{4,57 + \sqrt{(4,57)^2 + 4 * 0,183 * 4,57}} = 0,176 \text{ Ом.}$$

Статордың активті кедергісін есептейміз:

$$R_1 = \frac{R'_1 * X_1}{X'_1} = \frac{0,047 * 0,176}{0,183} = 0,045 \text{ Ом.}$$

Ротордың тогын есептейміз:

$$I_M = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r'_1 + \frac{r'_2}{S}\right)^2 + (x'_1 + x'_2)^2}} = 136,06 \text{ А,}$$

$$P_{\text{ЭМ}} = 3 * (I'_2)^2 * \frac{R''_2}{S} = \omega_c M, \quad M = \frac{3 * (I'_2)^2 * R''_2}{S * \omega_c},$$

Номинал моментті есептейміз:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{75000}{60} = 1250 \text{ Нм,}$$

$p_H = 5$ — полюстер саны.

Синхронды айналу жылдамдығы:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 * 3,14 * 50}{5} = 62,8 \text{ с}^{-1},$$

$$n = \frac{60f}{p} = 600 \text{ об/мин.}$$

Номинал айналу жылдамдығы:

$$\omega_H = \omega_c * (1 - S_H) = 62,8(1 - 0,045) = 60 \text{ с}^{-1}.$$

Іске қосу: $S_I=1$.

Іске қосу кезіндегі ротордың тогы:

$$I'_{2i} = \frac{220}{\sqrt{(0,047 + 0,068)^2 + (0,183 + 0,249)^2}} = 492,12 \text{ А.}$$

Іске қосу кезіндегі момент:

$$M_i = \frac{3 \cdot (492,2)^2 \cdot 0,068}{62,8 \cdot 1} = 786,7 \text{ Нм.}$$

Критикалық қорыту: $S=0,15$.

Іске қосу кезіндегі ротор тогы:

$$I'_{2\Pi} = \frac{220}{\sqrt{(0,047 + \frac{0,068}{0,15})^2 + (0,183 + 0,249)^2}} = 332,81 \text{ А.}$$

Іске қосу кезіндегі момент:

$$M_K = \frac{3 \cdot (332,8)^2 \cdot 0,068}{0,15 \cdot 62,8} = 2398,5 \text{ Нм.}$$

Динамикалық моменттерді есептейміз:

$$M_1 = 0,8 \cdot 2398,5 = 1919 \text{ Нм,}$$

$$M_2 = 1,1 \cdot M_C = 1,1 \cdot 905,12 = 995,63 \text{ Нм.}$$

Қосымша кедергі сатыларының саны:

$$M_1^D = \frac{M_1}{M_M} = \frac{1919}{1250} = 1,5352 ;$$

$$M_2^D = \frac{M_2}{M_M} = \frac{995,63}{1250} = 0,7965 ;$$

$$m = \frac{\lg(\frac{1}{0,045 \cdot 1,5352})}{\lg(\frac{1,45}{0,79})} = 4 ;$$

$$M = \frac{3(I_2')^2 R_2''}{S \omega_C} ; \quad (2.6)$$

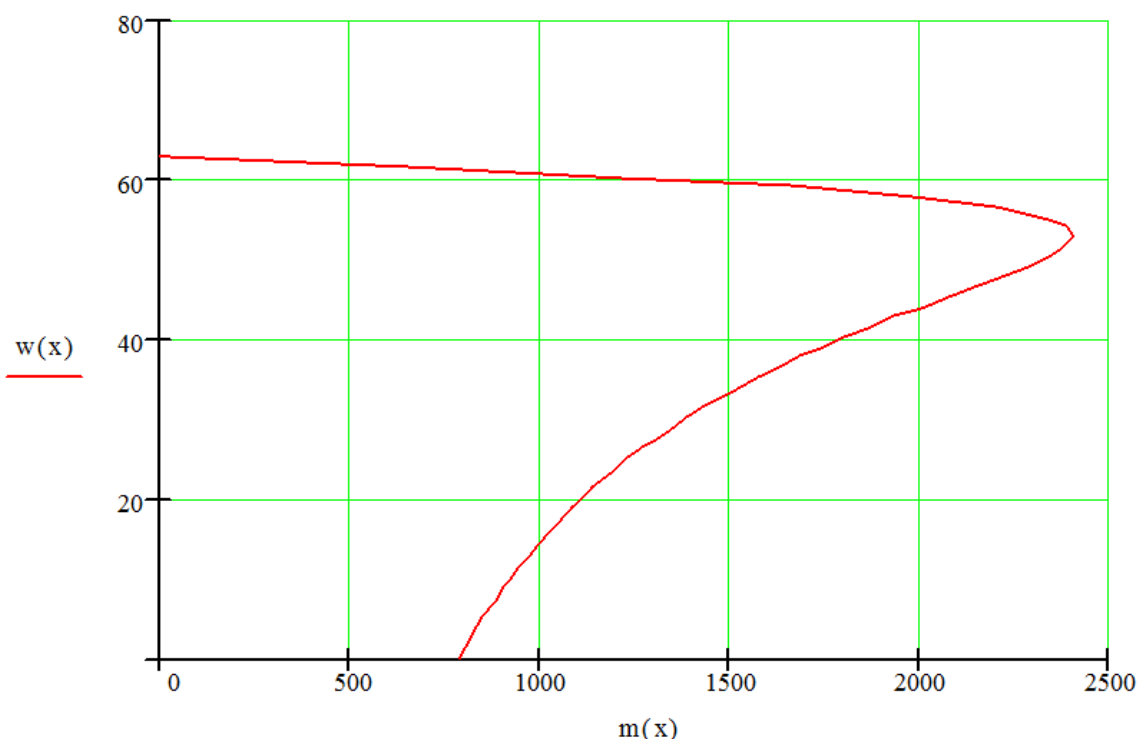
$$I_2' = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{(r_1 + \frac{r_2''}{S})^2 + (x_1' + x_2'')^2}} ; \quad (2.7)$$
$$\omega = \omega_C (1 - S) .$$

Есептеулер нәтижесін 2.2-кестеге енгіземіз.

2 кесте – Есептеулер нәтижесі

S	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
I	492,121	489,926	487,031	483,078	477,437	468,921	455,073	430,202	379,314	260,15	0
w	0	6,28	12,56	18,84	25,12	31,4	37,68	43,96	50,24	56,52	62,8
m	786,709	866,34	963,149	1083	1234	1429	1682	2004	2337	2198	0

Электр қозғалтқышының механикалық сипаттамасын тұрғызамыз.



7 сурет – Электр қозғалтқышының табиғи механикалық сипаттамасы

2.4 Іске қосу кедергісін есептеп, оны каталогтан анықтап және ішкі байланыс сұлбасын беру

Ротор тізбегінің толық кедергілерін есептейміз:

$$R_{2H} = \frac{U_{2H}}{\sqrt{3} I_{2H}} = \frac{217}{\sqrt{3} 221} = 0,567 \text{ Ом.}$$

Ротордың кедергісін есептейміз:

$$R'_{2H} = R_{2H} * S_H = 0,567 * 0,045 = 0,0255 \text{ Ом.}$$

Қосымша сатылардың кедергісін есептейміз:

$$r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = R_{2H} - R'_2 = 0,567 - 0,0255 = 0,542.$$

$$M'_2 = M_1 \cdot \sqrt[m]{\frac{M_1}{M_H} \cdot S_H}; \quad (2.8)$$

$$M'_2 = 1919 \cdot \sqrt[4]{\frac{1919}{1250} \cdot 0.045} = 983.93;$$

$$\lambda = \frac{M_1}{M'_2} = \frac{1919}{983.83} = 1.95;$$

$$R_{dm} = R_2 \cdot (\lambda - 1); \quad (2.9)$$

$$R_{d(m-1)} = R_{dm} \cdot \lambda; \quad (2.10)$$

$$R_{04} = 0.0255 \cdot (1.95 - 1) = 0.024;$$

$$R_{03} = 0.024 \cdot 1.95 = 0.047;$$

$$R_{02} = 0.047 \cdot 1.95 = 0.092;$$

$$R_{01} = 0.092 \cdot 1.95 = 0.18.$$

Кедергілерді секция бойынша есептейміз:

$$R_1 = R_{01} - R_{02} = 0.18 - 0.092 = 0.088 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{02} - R_{03} = 0.092 - 0.049 = 0.045 \text{ Ом};$$

$$R_3 = R_{03} - R_{04} = 0.47 - 0.024 = 0.023 \text{ Ом};$$

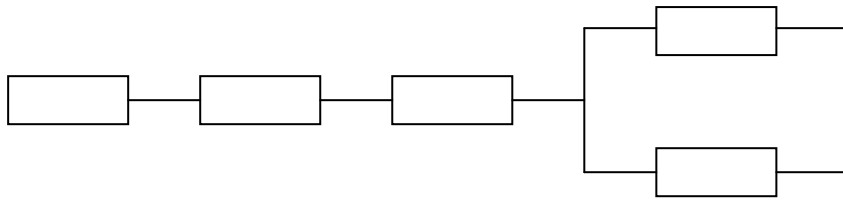
$$R_4 = R_{04} = 0.024 \text{ Ом}.$$

Барлық сатылардың жұмыс істеу уақыты $t_{ж} = 3.15$ с, $T = 555$ с.
ЯС-100 типті формасы НС-400 кедергілер жәшігін таңдаймыз:
 $I_g = 128$ А, $R_g = 0,014$ Ом, $T = 555$.

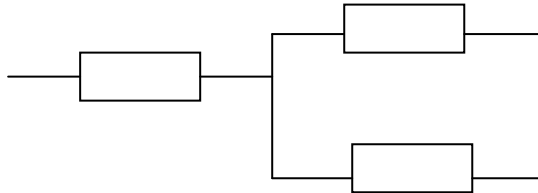
1. Бірінші саты: $R_1 = 0,088$ Ом, $n = \frac{0,088}{0,014} = 6$



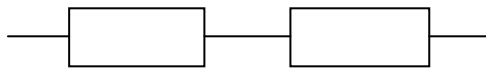
2. Екінші саты: $R_2 = 0.047$ Ом, $R_2 = 3 \cdot R_g + \frac{R_g}{2} = 3 \cdot 0.014 + \frac{0.014}{2} \approx 0.047 \text{ Ом}.$



3. Үшінші саты: $R_3=0,023$ Ом, $R_3 = R_2 + \frac{R_2}{2} = 0,014 + \frac{0,014}{2} \approx 0,023$ Ом;



4. Төртінші саты : $R_4=0,024$ Ом, $R_4 \approx 2 * R_3 = 2 * 0,014 = 0,028$ Ом.



Қосымша кедергілер ротордың фазасына қосылады.

2.5 Ротор қозғалтқышының тогы мен жылдамдығының цикл уақытына тәуелділігінің графиктерін тұрғызу

$$\omega_i = (\omega_{басті} - \omega_{орні}) * l^{\frac{-t}{Tmi}} + \omega_{орні}, \quad (2.11)$$

$$Tmi = \frac{J_{\Sigma}}{\beta_i}, \quad (2.12)$$

$$\beta_i = \frac{\Delta M}{\Delta \omega_i}, \quad (2.13)$$

ω_i — i -нші сатыдағы t уақыт мезетіндегі жылдамдық;

$\omega_{басті}$ — сатының бастапқы мезеттегі жылдамдығы;

$\omega_{орні}$ — сатының соңғы уақыт мезетіндегі жылдамдығы;

Tmi — i -нші сатының уақыт тұрақтысы;

β_i — қаттылық;

J_{Σ} — инерциялардың қосынды моменттері.

1-саты үшін:

$$\beta_1 = \frac{M_1 - M_0}{\omega_c} = \frac{1919 - 905,12}{62,8} = 16,14 \text{ Нм/с}, \quad (2.14)$$

$$J_{\Sigma} = J_{айн} + J_{тур} + J_{козг} = 3,78 + 6,5 + 6,2 = 16,48 \text{ кгм}^2, \quad (2.15)$$

$$T_{M1} = \frac{16,48}{16,14} = 1,02 \text{ с}, \quad (2.16)$$

$$M_2 = (M_1 - M_C) * l^{\frac{t_{жс1}}{T_{M1}}} + M_C, \quad (2.17)$$

$$995,63 = (1919 - 905,12) * e^{\frac{t_{жс1}}{1,02}} + 905,12 \quad t_{жс1} = -1,02 * \ln 0,089 = 2,46 \text{ с};$$

$$\Delta t_{жс1} = 0,62 \text{ с};$$

$$\omega_1^1 = (0 - 44) * e^{\frac{-0,62}{1,02}} + 44 = 20,04 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_1^2 = -44 * e^{\frac{-1,24}{1,02}} + 44 = 30,95 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_1^3 = -44 * e^{\frac{-1,88}{1,02}} + 44 = 36,09 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_1^4 = -44 * e^{\frac{-2,46}{1,02}} + 44 = 40,05 \text{ с}^{-1};$$

2-ші саты үшін:

$$\beta_2 = \frac{M_1 - M_0}{\omega_C - \omega_1} = \frac{1919 - 905,12}{62,8 - 40,05} = 44,57 \text{ Нмс};$$

$$T_{M1} = \frac{16,48}{44,57} = 0,37 \text{ с};$$

$$t_{жс2} = -0,37 * \ln 0,089 = 0,89 \text{ с};$$

$$\Delta t_{жс2} = 0,22 \text{ с};$$

$$\omega_2^1 = (40,05 - 50) * e^{\frac{-0,22}{0,37}} + 50 = 44,51 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2^2 = -9,95 * e^{\frac{-0,44}{0,37}} + 50 = 46,97 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2^3 = -9,95 * e^{\frac{-0,66}{0,37}} + 50 = 48,33 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2^4 = -9,95 * e^{\frac{-0,89}{0,37}} + 50 = 49,10 \text{ с}^{-1}.$$

3-ші саты үшін:

$$\beta_3 = \frac{M_1 - M_0}{\omega_c - \omega_2} = \frac{1919 - 905,12}{62,8 - 49,10} = 74 \text{ Нмс};$$

$$T_{M3} = \frac{16,46}{74} = 0,22 \text{ с};$$

$$t_{\text{жс}3} = -0,22 * \ln 0,089 = 0,54 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{жс}3} = 0,135 \text{ с};$$

$$\omega_3^1 = (49,1 - 54) * e^{\frac{-0,135}{0,22}} + 54 = 51,28 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3^2 = -4,9 * e^{\frac{-0,27}{0,22}} + 54 = 52,49 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3^3 = -4,9 * e^{\frac{-0,405}{0,22}} + 54 = 53,17 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3^4 = -4,9 * e^{\frac{-0,54}{0,22}} + 54 = 53,58 \text{ с}^{-1}.$$

4-саты үшін:

$$\beta_4 = \frac{M_1 - M_0}{\omega_c - \omega_3} = \frac{1919 - 905,12}{62,8 - 53,58} = 109,6 \text{ Нмс};$$

$$T_{M4} = \frac{16,48}{109,6} = 0,148 \text{ с};$$

$$t_{\text{жс}4} = -0,148 * \ln 0,089 = 0,36 \text{ с};$$

$$\Delta t_{\text{жс}4} = 0,09 \text{ с};$$

$$\omega_4^1 = (53,58 - 58) * e^{\frac{-0,09}{0,148}} + 58 = 55,48 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4^2 = -4,42 * e^{\frac{-0,18}{0,148}} + 58 = 56,6 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4^3 = -4,42 * e^{\frac{-0,27}{0,148}} + 58 = 57,24 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_4^4 = -4,42 * e^{\frac{-0,36}{0,148}} + 58 = 57,58 \text{ с}^{-1}.$$

Табиғи сипаттамасы үшін:

$$\beta_T = \frac{M_1 - M_0}{\omega_C - \omega_4} = \frac{1919 - 905,12}{62,8 - 57,58} = 194,23 \text{ Нмс};$$

$$T_{MT} = \frac{16,48}{194,23} = 0,085;$$

$$t_{жТ} = -0,085 * \ln 0,089 = 0,21 \text{ с};$$

$$\Delta t_{жТ} = 0,07 \text{ с};$$

$$\omega_T^1 = (57,58 - 62,8) * l^{\frac{-0,07}{0,085}} + 62,8 = 60,51 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_T^2 = -4,82 * l^{\frac{-0,14}{0,085}} + 62,8 = 61,79 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_T^3 = -4,82 * l^{\frac{-0,21}{0,089}} + 62,8 = 62,36 \text{ с}^{-1};$$

$$t_{\Sigma} = 2,46 + 0,89 + 0,54 + 0,36 + 0,21 = 4,46 \text{ с}.$$

Рұқсат етілетін үдеуге байланысты қозғалтқышты тексеру

$$a_g = 0,6 \text{ м/с}^2; \quad (2.18)$$

$$\Sigma = a / \rho_{\Sigma} = 0,6 / 0,017 = 35,3 \text{ с}^{-1}; \quad (2.19)$$

$$M_{\text{динортп}} \leq J_{\Sigma} E = 16,48 * 35,3 = 581,74 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{орт.}} \leq M_{\text{дин.орт.}} + M_{\text{с}}; \quad (2.20)$$

$$M_{\text{орт.}} = \frac{1919 + 995,63}{2} = 1457,3 \text{ Нм}; \quad (2.21)$$

$$M_{\text{орт.}} \leq 581,74 + 905,12 = 1486,86 \text{ Нм};$$

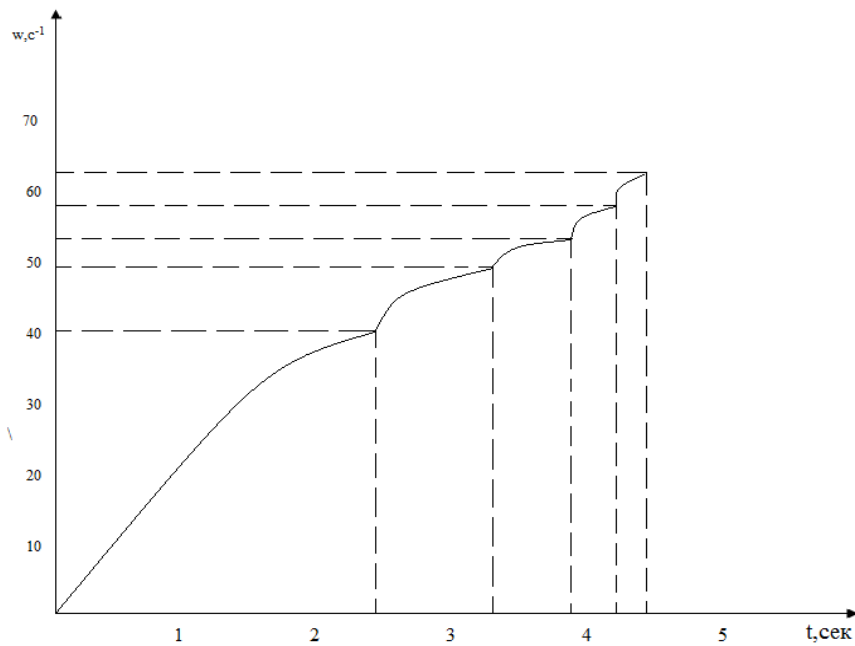
$$M_{\text{дин.орт.}} = M_{\text{орт.}} - M_{\text{с}} = 1457,3 - 905,12 = 552,18 \text{ Нм};$$

$$E = \frac{552,18}{16,48} = 33,48 \text{ с}^{-1}; \quad (2.22)$$

$$A = 33,48 * 0,017 = 0,569 \text{ м/с}^2;$$

$$a < a_g.$$

Қозғалтқыш роторының жылдамдығының уақытқа тәуелділігінің графигін тұрғызамыз:



8 сурет – Қозғалтқышты іске қосқандағы бұрыштық жылдамдықтың уақытқа тәуелділігі

2.6 Механикалық реттеу сипаттамалардың графиктерін тұрғызу

$M_i = (M_1 - M_C) * l^{\frac{-t_i}{T_{M1}}} + M_C$ — i -нші сатыдағы қозғалтқыш моменті.

1-ші саты үшін:

$$T_{M1} = 1,02 \text{ с}, t_{p1} = 2,46 \text{ с}, \Delta t_{p1} = 0,62 \text{ с};$$

$$M_1^1 = (1919 - 905,12) * e^{\frac{-0,62}{1,02}} + 905,12 = 1565,96 \text{ Нм};$$

$$M_1^2 = (1919 - 905,12) * e^{\frac{-1,24}{1,02}} + 905,12 = 1314,5 \text{ Нм};$$

$$M_1^3 = (1919 - 905,12) * e^{\frac{-1,86}{1,02}} + 905,12 = 1177,58 \text{ Нм};$$

$$M_1^4 = (1919 - 905,12) * e^{\frac{-2,46}{1,02}} + 905,12 = 1104,78 \text{ Нм};$$

2-ші саты үшін:

$$T_{M2} = 0,37 \text{ с}, t_{p2} = 0,89 \text{ с}, \Delta t_{p2} = 0,22 \text{ с};$$

$$M_2^1 = 1013,88 * e^{\frac{-0,22}{0,37}} + 905,12 = 1573,33 \text{ Нм};$$

$$M_2^2 = 1013,88 * e^{\frac{-0,44}{0,37}} + 905,12 = 1322,57 \text{ Нм};$$

$$M_2^3 = 1013,88 * e^{\frac{-0,66}{0,37}} + 905,12 = 1184,21 \text{ Нм};$$

$$M_2^4 = 1013,88 * e^{\frac{-0,89}{0,37}} + 905,12 = 1100,97 \text{ Нм};$$

3 –ші саты үшін:

$$T_{M3} = 0,22 \text{ с}, t_{p3} = 0,54 \text{ с}, \Delta t_{p2} = 0,135 \text{ с};$$

$$M_3^1 = 1013,88 * e^{\frac{-0,135}{0,22}} + 905,12 = 1562,77 \text{ Нм};$$

$$M_3^2 = 1013,88 * e^{\frac{-0,27}{0,22}} + 905,12 = 1311,04 \text{ Нм};$$

$$M_3^3 = 1013,88 * e^{\frac{-0,405}{0,22}} + 905,12 = 1174,75 \text{ Нм};$$

$$M_3^4 = 1013,88 * e^{\frac{-0,54}{0,22}} + 905,12 = 1100,97 \text{ Нм};$$

4-ші саты үшін:

$$T_{M4} = 0,148 \text{ с}, t_{p4} = 0,36 \text{ с}, \Delta t_{p4} = 0,09 \text{ с};$$

$$M_4^1 = 1013,88 * e^{\frac{-0,09}{0,148}} + 905,12 = 1565,81 \text{ Нм};$$

$$M_4^2 = 1013,88 * e^{\frac{-0,18}{0,148}} + 905,12 = 1314,34 \text{ Нм};$$

$$M_4^3 = 1013,88 * e^{\frac{-0,27}{0,148}} + 905,12 = 1177,44 \text{ Нм};$$

$$M_4^4 = 1013,88 * e^{\frac{-0,36}{0,148}} + 905,12 = 1102,92 \text{ Нм};$$

Табиғи сипаттамаға шығу:

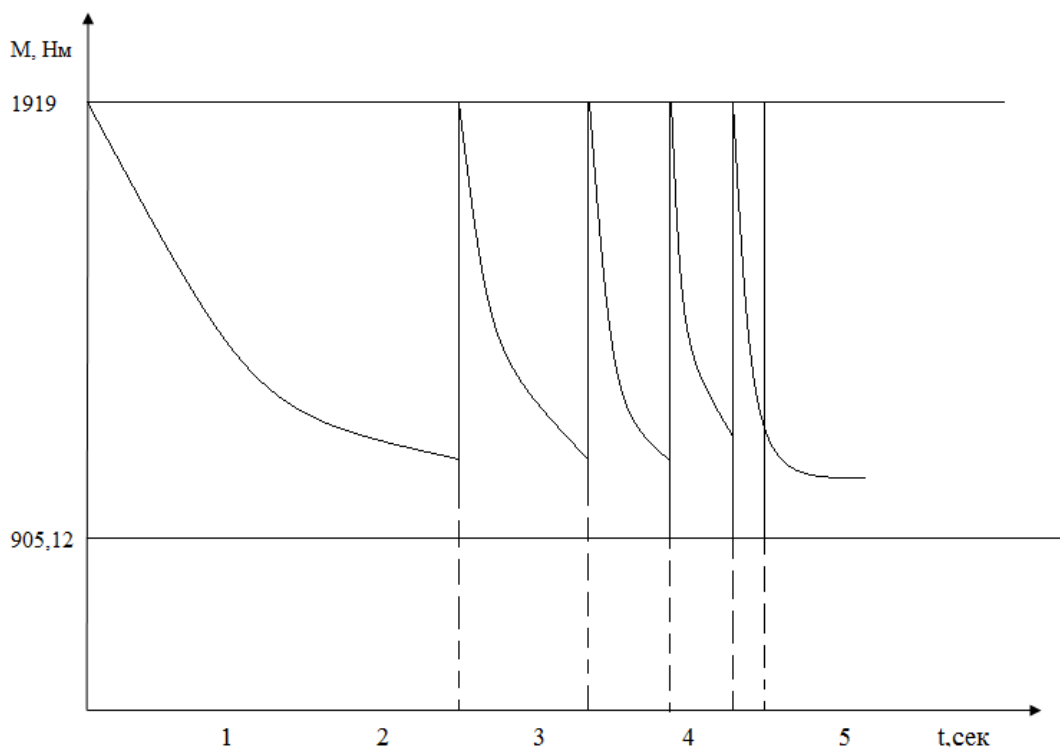
$$T_{pT} = 0,085, t_{pT} = 0,21 \text{ с}, \Delta t_{pT} = 0,07 \text{ с};$$

$$M_T^1 = 1013,88 * e^{\frac{-0,07}{0,085}} + 905,12 = 1458,85 \text{ Нм};$$

$$M_T^2 = 1013,88 * e^{\frac{-0,14}{0,085}} + 905,12 = 1209,17 \text{ Нм};$$

$$M_T^3 = 1013,88 * e^{\frac{-0,21}{0,085}} + 905,12 = 1099,59 \text{ Нм}.$$

Ротор қозғалтқышының моментінің уақытқа тәуелділігінің графигін тұрғызамыз:



9 сурет – Қозғалтқыш моментінің іске қосу уақытына тәуелділігі

$S_i = \frac{\omega_c - \omega_i}{\omega_c}$ —і-нші жылдамдықтағы сырғудың мәні.

$I'_{2i} = \sqrt{\frac{M_i * \omega_c * S_i}{3 * R_j}}$ —і-нші сырғу және момент кезіндегі ротордың тогы.

R_j —j-нші сатыдағы жұмыс кезіндегі ротордың толық кедергісі.

1-ші саты үшін:

$$S_1^1 = \frac{62,8 - 20,04}{62,8} = 0,68;$$

$$I'_1 = \sqrt{\frac{1563,96 * 62,8 * 0,86}{3 * 0,567}} = 198,15 \text{ A};$$

$$S_2^1 = \frac{62,8 - 30,95}{62,8} = 0,51;$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{1314,5 * 62,8 * 0,51}{3 * 0,567}} = 157,2 \text{ A};$$

$$S_3^1 = \frac{62,8 - 36,09}{62,8} = 0,425;$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{1177,58 * 62,8 * 0,425}{3 * 0,567}} = 135,93 \text{ A};$$

$$S_4^1 = \frac{62,8 - 40,05}{62,8} = 0,36;$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{1104,78 * 62,8 * 0,36}{3 * 0,567}} = 121,18 \text{ A}.$$

2-ші саты үшін:

$$S_1^2 = \frac{62,8 - 44,51}{62,8} = 0,29 ;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1573,33 * 62,8 * 0,29}{3 * (0,567 - 0,088)}} = 141,21 \text{ A};$$

$$S_2^2 = \frac{62,8 - 46,97}{62,8} = 0,252;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1322,57 * 62,8 * 0,252}{3 * (0,567 - 0,088)}} = 120,69 \text{ A};$$

$$S_3^2 = \frac{62,8 - 48,33}{62,8} = 0,23 ;$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{1184,21 * 62,8 * 0,23}{3 * (0,567 - 0,088)}} = 109,1 \text{ A};$$

$$S_4^2 = \frac{62,8 - 49,1}{62,8} = 0,22;$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{1105,36 * 62,8 * 0,22}{3 * (0,567 - 0,088)}} = 103,1 \text{ A}.$$

3-ші саты үшін:

$$S_1^3 = \frac{62,8 - 51,28}{62,8} = 0,18;$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{1562,77 * 62,8 * 0,18}{3 * (0,567 - 0,133)}} = 116,48 \text{ A};$$

$$S_2^3 = \frac{62,8 - 52,49}{62,8} = 0,16;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1311,04 * 62,8 * 0,16}{3 * (0,567 - 0,133)}} = 100,59 \text{ A};$$

$$S_3^3 = \frac{62,8 - 53,17}{62,8} = 0,153 ;$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{1174,75 * 62,8 * 0,153}{3 * (0,567 - 0,133)}} = 93,11 \text{ A};$$

$$S_4^3 = \frac{62,8 - 53,58}{62,8} = 0,147;$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{1100,97 * 62,8 * 0,147}{3 * (0,567 - 0,133)}} = 88,35 \text{ A}.$$

4-ші саты үшін:

$$S_1^4 = \frac{62,8 - 55,48}{62,8} = 0,116;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1565,81 * 62,8 * 0,116}{3 * (0,567 - 0,225)}} = 105,43 \text{ A};$$

$$S_2^4 = \frac{62,8 - 56,6}{62,8} = 0,099;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1314,34 * 62,8 * 0,099}{3 * (0,567 - 0,225)}} = 89,24 \text{ A};$$

$$S_3^4 = \frac{62,8 - 57,24}{62,8} = 0,088;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1177,44 * 62,8 * 0,088}{3 * (0,567 - 0,225)}} = 79,64 \text{ A};$$

$$S_4^4 = \frac{62,8 - 57,58}{62,8} = 0,083;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1102,92 * 62,8 * 0,083}{3 * (0,567 - 0,225)}} = 74,85 \text{ A}.$$

Табиғи сипаттамаға шығу:

$$S_1^6 = \frac{62,8 - 60,51}{62,8} = 0,036;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1458,85 * 62,8 * 0,036}{3 * (0,567 - 0,248)}} = 56,7 \text{ A};$$

$$S_2^6 = \frac{62,8 - 61,79}{62,8} = 0,016;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1209,3 * 62,8 * 0,016}{3 * (0,567 - 0,248)}} = 35,63 \text{ A};$$

$$S_3^6 = \frac{62,8 - 62,36}{62,8} = 0,007;$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{1099,59 * 62,8 * 0,007}{3 * (0,567 - 0,248)}} = 22,47 \text{ A}.$$

Төменгі және жоғарғы іске қосу тоғы:

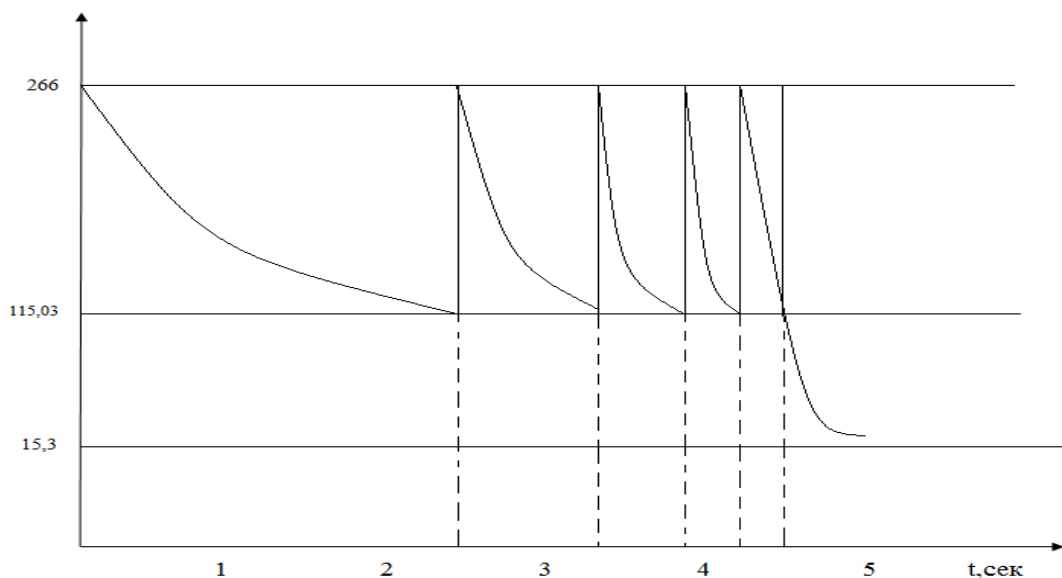
$$S=1 \quad S = \frac{62,8 - 40,05}{62,8} = 0,36;$$

$$I_{2\text{жоз}}' = \sqrt{\frac{1919 * 62,8 * 1}{3 * 0,567}} = 266,17 \text{ A};$$

$$I_{2\text{том}}' = \sqrt{\frac{995,63 * 62,8 * 0,36}{3 * 0,567}} = 115,03 \text{ A};$$

$$S_c = \frac{62,8 - 62,36}{62,8} = 0,007;$$

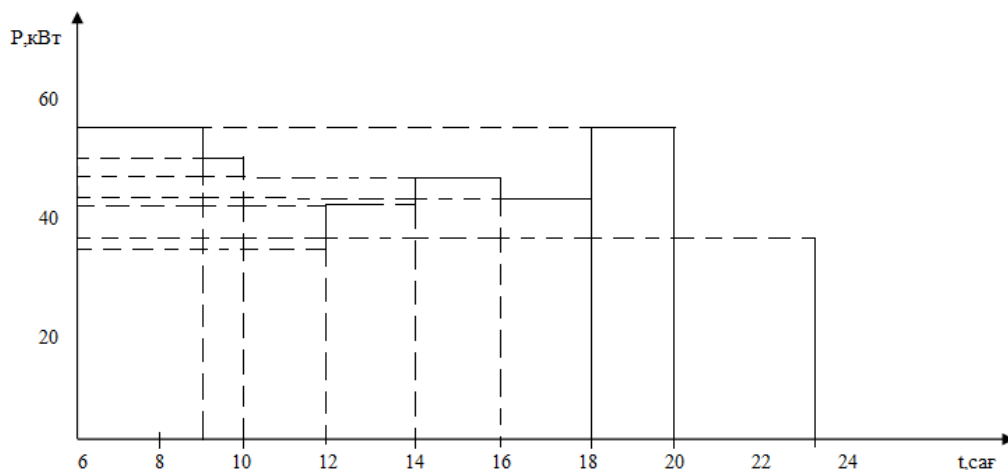
$$I_{2\text{см}}' = \sqrt{\frac{905,12 * 62,8 * 0,007}{3 * 0,567}} = 15,3 \text{ A}.$$



10 сурет – Қозғалтқыштың ротор тогының іске қосу тогына тәуелділігі

2.7 Қозғалтқышты типі және жүктемелік қабілеті бойынша тексеру

Жүктемелік диаграммада көрсетілгендей (11 - сурет) $P_{\max} = 0,75 P_{\text{ном}}$.



11 сурет – Эскалатор жүктемесінің тәулік бойына өзгерісі

Эскалатордың ең жоғарғы жүктемелік жұмыс режимі кезінде де максимальді қуаттың мәні номинал мәннің 75%-нан аспайды. Сондықтан да қозғалтқыш асқын жүктемелік режимде жұмыс жасамайды және қызып кетпейді.

2.8 Тәулік бойына электр энергиясының шығынын, орташа-тәуліктік ПӘК-ті және қуат коэффициенттерін есептеу

Тәулік бойына электр энергиясының шығынын келесі формуламен анықталады:

$$A_{\text{найд}} = \int_0^{t_y} p(t) dt. \quad (2.23)$$

Интегралды есептеуді ауданды есептеумен алмасытырсақ, келесі формуланы аламыз:

$$A_{\text{найд}} = \sum_{i=1}^n S_i; \quad (2.24)$$

$$\sum_{i=1}^n S_i = 56,25 * 3 + 51 * 1 + 32 * 2 + 42,75 * 2 + 51 * 2 + 47,25 * 2 + 56,25 * 2 + 39 * 3 = 805,49$$

кВтсағ.

Желіден қоректенетін активті электр қуаты:

$$P_{\text{эл}} = \frac{P_{\text{мех}}}{\eta_{\text{козг}}} = \frac{75000}{0,9} = 83,3 \text{ кВт*сағ.}$$

Реактивті қуат:

$$Q = 3(I_M^2 (x_1 + x_M) + (I_2')^2 (x_1' + x_2')).$$

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{x_1' + x_2''}{R_1' + R_2'}\right) = \arctg\left(\frac{0,183 + 0,249}{0,047 + 0,068}\right) = \arctg(13,75651) = 75,09^\circ.$$

Ротор тогының активті құраушысы:

$$I_{2A}' = I_2' \cos \varphi_2 = 136,06 \cos 75,09 = 35,01 \text{ А.}$$

Ротор тогының реактивті құраушысы:

$$I_{2P}' = I_2' \sin \varphi_2 = 136,06 \sin 75,09 = 131,48 \text{ А;}$$

$$\varphi_M = \arctg\left(\frac{x_1 + x_M}{R_1}\right) = \arctg\left(\frac{0,176 + 4,}{0,045}\right) = 89,45^\circ.$$

Магниттелу тогының активті құраушысы:

$$I_{MA} = I_M \cos \varphi_M = 46,35 \cos 89,45 = 0,44 \text{ А.}$$

Магниттелу тогының реактивті құраушысы:

$$I_{MP} = I_M \sin \varphi_M = 43,2 \sin 89,4 = 43,197 \text{ А;}$$

$$I_1 = \sqrt{(I_{2A}' + I_{MA})^2 + (I_{2P}' + I_{MP})^2} = \sqrt{(35,01 + 0,44)^2 + (131,98 + 46,352)^2} = 181,82 \text{ А;}$$

$$Q = 3(46,35^2(0.176 + 4.57) + 136.06^2(0.183 + 0.249)) = 54579.79 \text{ВАр};$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(83,3)^2 + (54,58)^2} = 99,59 \text{кВм};$$

$$A_{эл} = P_{эл} * t = 83,3 * 17 = 1416,7 \text{кВмсағ.}$$

ПӘК-ін есептейміз:

$$\eta = \frac{A_{найд}}{A_{эл}} = \frac{805,49}{1416,7} * 100\% = 57\%.$$

Қуат коэффициентін есептейміз:

$$\cos \varphi = \frac{P_o}{S} = \frac{83,3}{99,59} = 0,836.$$

3 Электр жетегінің виртуальді моделін құрастыру және ондағы өтпелі үрдістерді зерттеу

Электр жетегінің виртуальді моделін құрастыруды MatLab жүйесінде орындауға болады. MatLab (ағыл. қысқ “Matrix Laboratory”) – техникалық есептеулерді және бұл пакетте қолданылатын біраттас бағдарламалаудың тілдері үшін қажетті бағдарламалар пакеті.

Жартылай өткізгішті электрлік жетегін зерттеу үшін қажетті негізгі кеңейту пакеті болып Simulink және Power System Blockset қолданылады.

Өзге де қосымшаларымен бірге Simulink пакеті көптеген электрмеханикалық жүйелерді анықтайтын негізгі құрал көзі болып табылады. Электр жетегі жүйесін зерттеу барысында, бұл пакетпен кез келген есептерді шешуге, сұлбаларын тұрғызуға мүмкіндік береді.

Simulink жүйенің математикалық көрсеткішінен бастап және үлгінің құрылымдық жүйесіне микропроцессорларды бағыттап, зерттелуге көптеген мүмкіндік береді.

Simulink кітапханасы қажетті элементтердің жиынтығын таба аламыз. Кез келген і автоматты басқару жүйесін зерттей аламыз. Әрбір блоктар белгілі бір пакеттерде орналасады және барлық блоктардағы параметрлерді қерегіне қарай өзгерте алу мүмкіндігіне ие. Қалыпқа келтіру параметрлері қажетті блоктың терезесіне көрсетіліп, сәйкес параметрде сол жерде өзгерте аламыз.

Дипломдық жұмыста үшфазалы роторлы қозғалтқышты зерттеуге арналған виртуальді үлгі көрсетілген (11 сурет).

Зерттелетін үлгіге мынадай элементтер кіреді:

- Asynchronous Machine pu Unit - 4АНК315М8У3 қозғалтқышына сәйкес келетін асинхронды қозғалтқыш параметрлерінің дайын үлгісі;

- AC Voltage Source синусоидалды кернеуінің номиналды параметрлеріне: $f=50$ Гц, $U_{\phi}=220$ В, $U_L=380$ В номиналды мәндерін қойып, үшфазалы кернеу жүйесін өрнектейді.

- Three-Phase V-I Measurement – желідегі фазалы ток пен кернеуді өлшеу үшін арналған өлшегіш.

- Scope түрінің 2 элементі – зерттеліп отырған сигналдардың уақыт бойынша графигін көруге арналған осциллограф үлгісі.

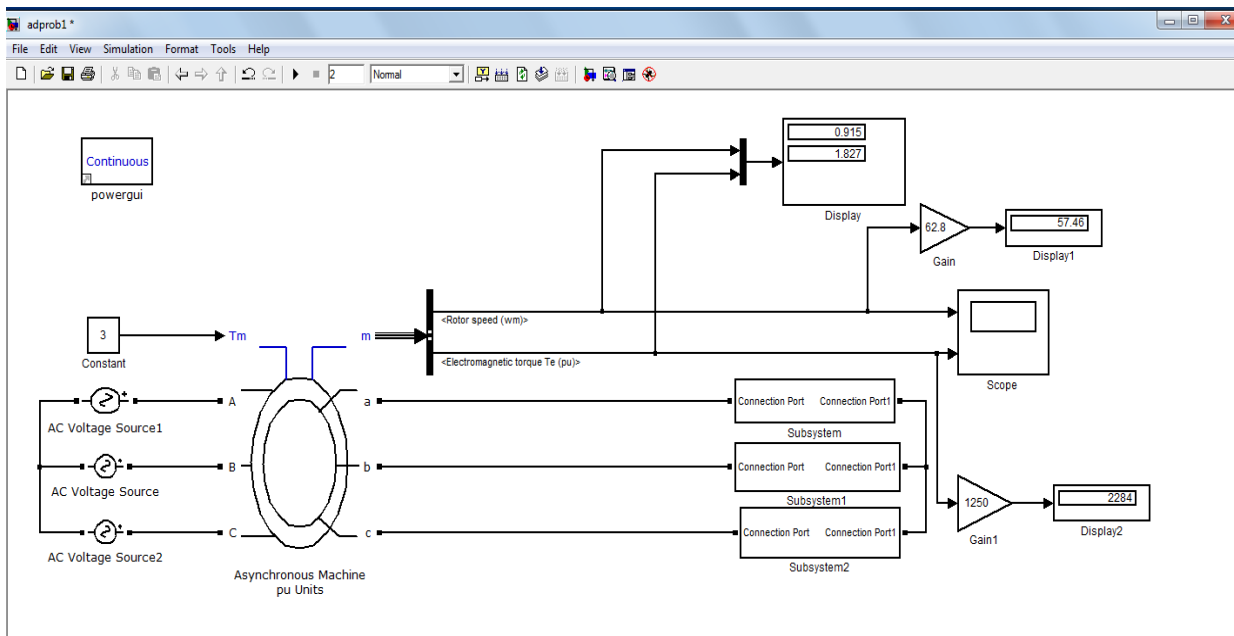
- Display түрінің 2 элементі – сигналдардың мәнін сан түрінде көрсетуге арналған.

- Step – сатылы сигналдарды көрсетеді.

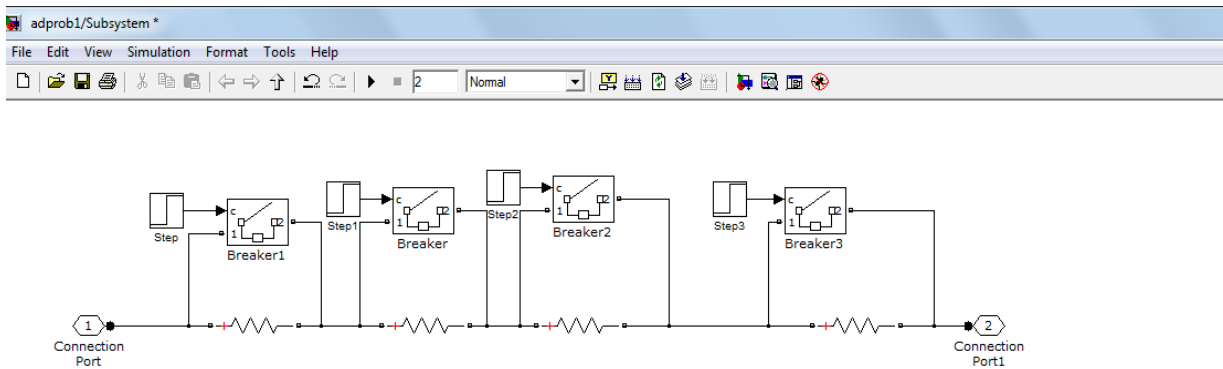
Ротордың әр фазасына Subsystem блогінің ішіне орналасқан үш сатылы жүргізіп жіберу қондырғысын (Motor starter) қосамыз (12 сурет). Сатының кедергілеріне өздерінің мәндерін ($R_1 = 0,088$ Ом; $R_2 = 0,045$ Ом; $R_3 = 0,023$ Ом, $R_4 = 0,024$ Ом) қоямыз. Кедергілерге параллель жалғанған кілттердің қосылу уақытын белгілейміз. Электрлік қозғалтқыш іске қосылып, кілттер тұйықталмаған кезде ротор орамаларына үш секция тізбектей жалғанған кедергілері (R_1, R_2, R_3) қосылады

Біраз уақыт өткеннен кейін бірінші секцияның кілтті тұйықталған кезде ротор орамаларына қалған екі секцияның тізбектей жалғанған кедергілері ($R_1 = 0,088$ Ом; $R_2 = 0,045$ Ом; $R_3 = 0,023$ Ом $R_4 = 0,024$ Ом,) қосылады (бірінші саты).

Тағы біраз уақыт өткен соң екінші секцияның кілтті тұйықталады. Бұл кезде ротор орамаларына қалған бір секцияның кедергісі қосылады (екінші саты). Осылай қайталанады,



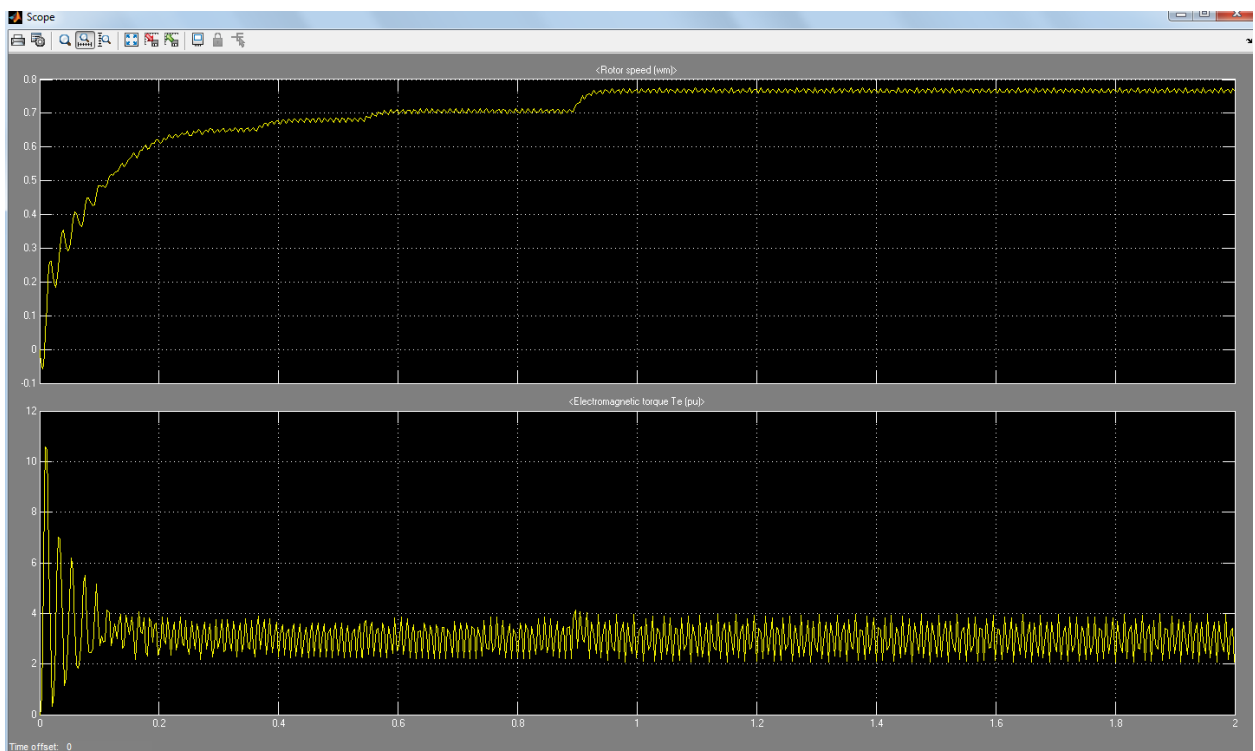
12 сурет – Фазалы роторлы асинхронды қозғалтқышты зерттеуге арналған виртуальды модель



13 сурет – Төрт сатылы жүргізіп жіберу қондырғысының (Motor starter) сұлбасы

Төменде әр түрлі жағдайларда алынған бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын графиктер келтірілген.

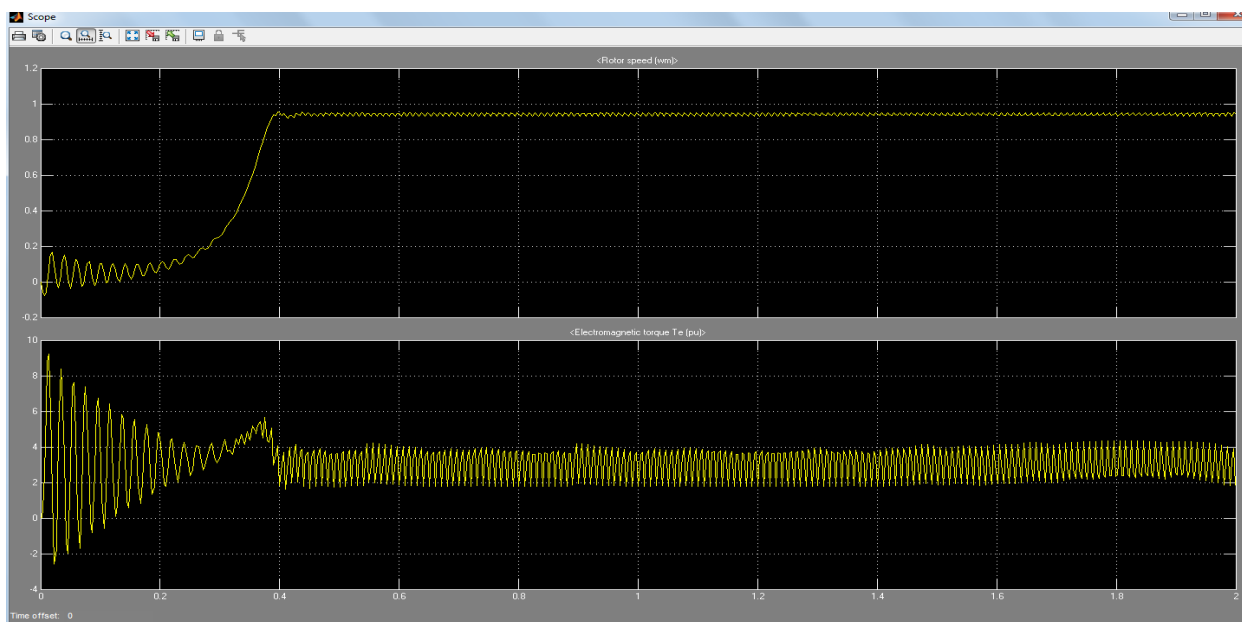
13 суретте бос жүріс режимі кезіндегі өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұнда, $R_1 = 0,088 \text{ Ом}$; $R_2 = 0,045 \text{ Ом}$; $R_3 = 0,023 \text{ Ом}$, $R_4 = 0,024 \text{ Ом}$ $\omega_{б.ж} = 48,16 \text{ рад/сек}$, $M_{б.ж} = 2590 \text{ Нм}$. Өтпелі процесс ұзақтығы $0,7 \text{ с}$ құрайды.



14 сурет – Бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын сұлба

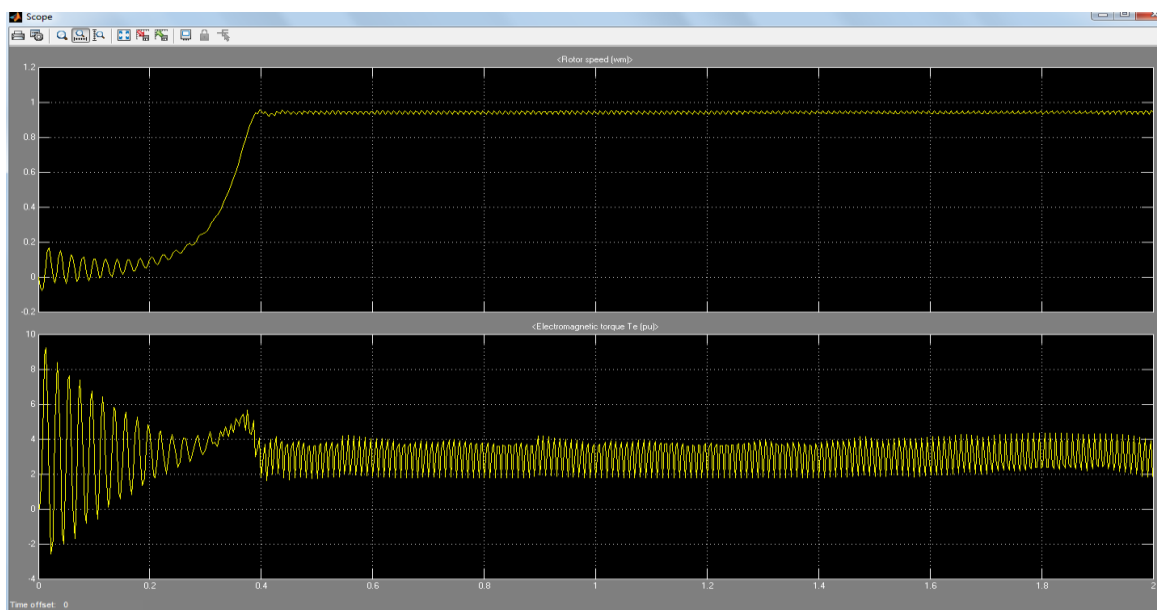
14 суретте электр қозғалтқыш номинальді жүктелген кезде және тек үш сатылар кедергілері 0-ге тең болған кездегі ($R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 0,0001 \text{ Ом}$, яғни жүргізіп жіберу кедергілерсіз іске қосу) бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын графиктер

келтірілген. Мұнда, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 0,0001 \text{ Ом}$ 0 Ом , $\omega = 59,34 \text{ рад/сек}$, $M = 2302 \text{ Нм}$. Өтпелі процесс ұзақтығы $0,078 \text{ с}$ құрайды.



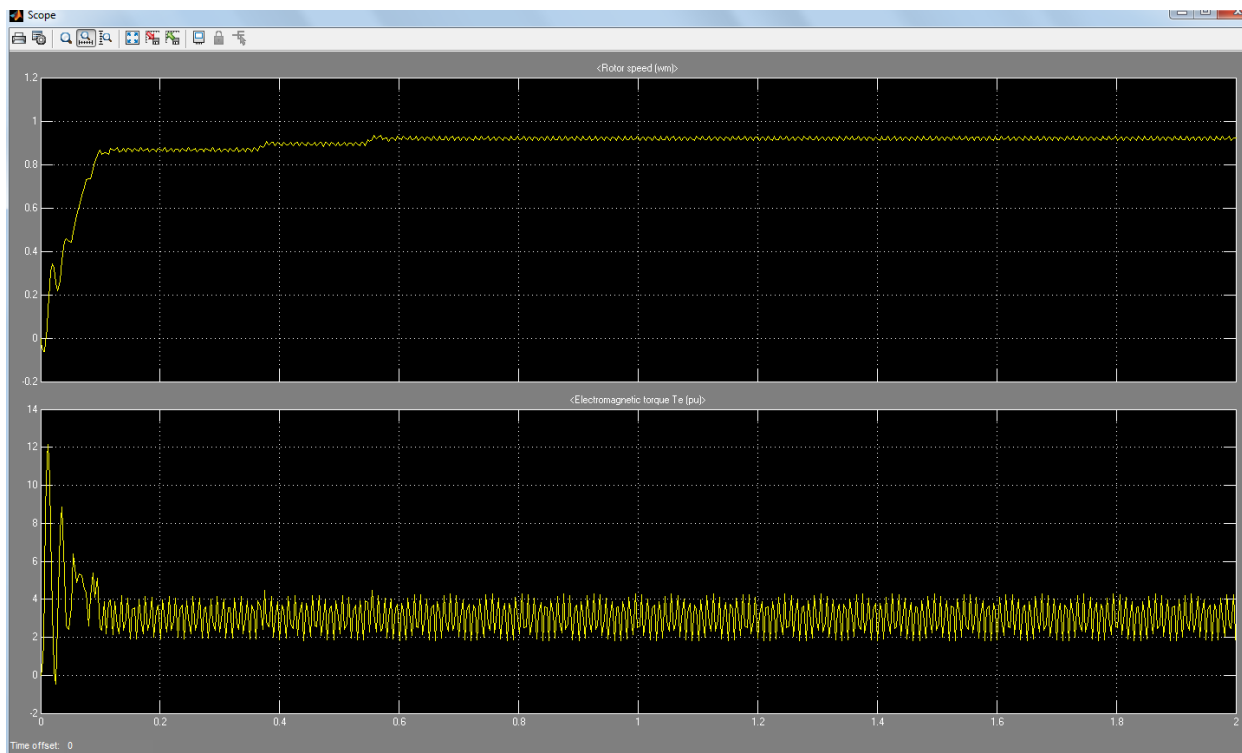
15 сурет – Төрт саты кедергілері 0- ге тең болғандағы бұрыштық жылдамдық пен моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын сұлба

16 суретте электр қозғалтқышты бір ғана саты арқылы іске қосу кезіндегі өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_2 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_4 = 0,024 \text{ Ом}$ $t_1 = 0 \text{ с}$, $t_2 = 0 \text{ с}$, $t_3 = 0$, $t_4 = 0,3$ $\omega = 58,63 \text{ рад/сек}$, $M = 2315 \text{ Нм}$. Өтпелі процесс ұзақтығы $0,366 \text{ с}$ құрайды.



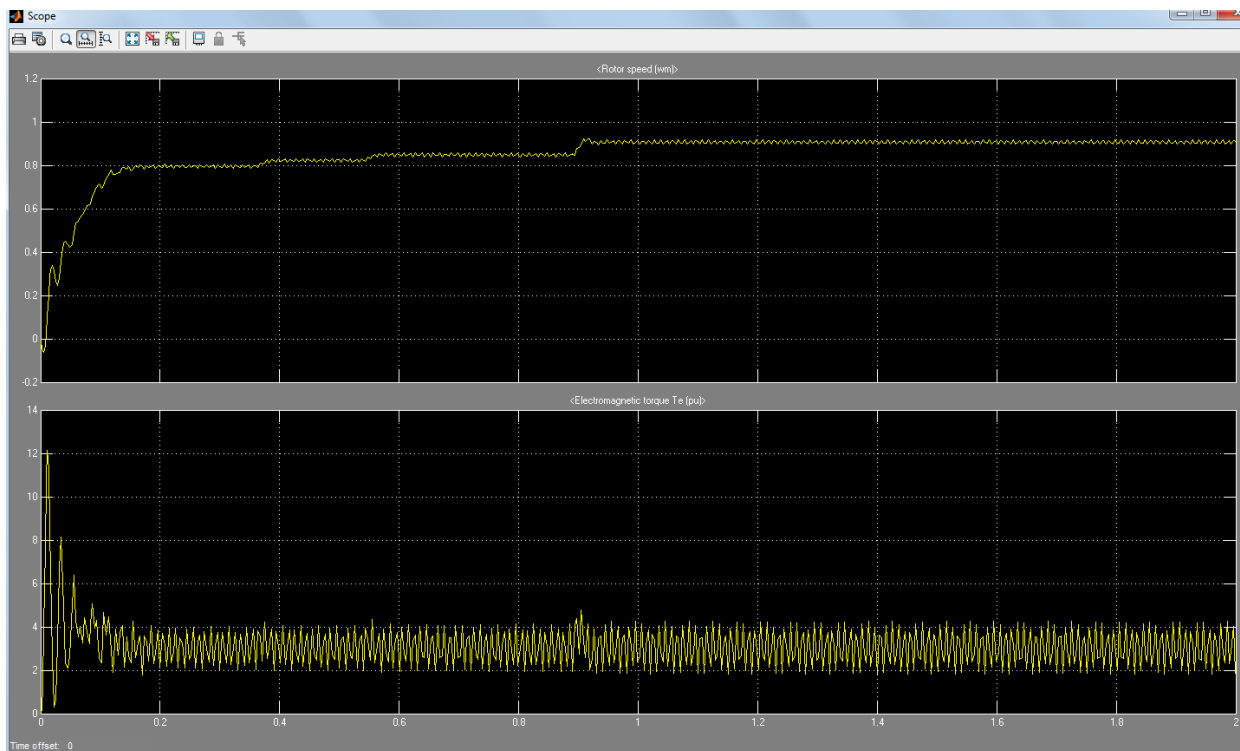
16 сурет – Электр қозғалтқышты бір ғана саты арқылы іске қосу кезіндегі өтпелі үрдістер

17 суретте электр қозғалтқышты екі сатылы жүргізіп жіберу кезінде және номиналді жүктеме кезінде алынған өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 0,0001$ Ом, $R_2 = 0,0001$ Ом, $R_3 = 0,023$ Ом, $R_4 = 0,024$ Ом. $\omega = 57,93$ рад/сек, $M = 2318$ Нм. Бірінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы $0,19$ с, екінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы $0,12$ с. Жалпы өтпелі процесс ұзақтығы $0,38$ с құрайды.



17 сурет – Электр қозғалтқышты екі сатылы жүргізіп жіберу кезінде және номиналді жүктеме кезінде алынған өтпелі үрдістер

17 суретте үш сатыны жүргізіп жіберу кезіндегі және номиналді жүктеме кезіндегі алынған өтпелі үрдістер көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 0,0001$ Ом; $R_2 = 0,045$ Ом; $R_3 = 0,023$ Ом, $R_4 = 0,024$ Ом $\omega = 57,11$ рад/сек, $M_{\text{мин}} = 2334$ Нм, Бірінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы $0,6$ с, екінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы $0,3$ с, үшінші саты бойынша өтпелі процесс ұзақтығы $0,25$ с. Жалпы өтпелі процесс ұзақтығы $1,4$ с құрайды.



Сурет 18 - Электр қозғалтқышты үш сатылы жүргізіп жіберу кезінде және номиналді жүктеме кезінде алынған өтпелі үрдістер

Алынған графика талдау қозғалтқышты төрт сатылы жүргізіп жіберу кезінде бұрыштық жылдамдықтың бірқалыпты жайлап өзгертіндігін көрсетеді, яғни эскалатордың электр жетегіне қойылатын талаптардың орындалатындығына көз жеткіздік.

4 Өмір тіршілік қауіпсіздік негіздері

4.1 Эскалаторды пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережелеріне талдау жасау

Эскалатордың қызмет етуі және ремонт жұмыстары жүргізілген кезде барлық жұмысшылар эскалатор эксплуатациясының техникалық қауіпсіздігі және өндірістік санитария бойынша типтік Ережелерде көрсетілген талаптарды орындауы қажет.

Эскалаторды басқару, қызмет көрсету және ремонт жасау жұмыстарына медициналық тексерілуден өткен, эскалатор туралы мәліметтерді меңгерген, профессиональді-техникалық білім органдары немесе мекемелерімен бекітілген бағдарлама бойынша білім алған 18 жастан жоғары тұлғалар ғана жіберіледі. Емтиханнан өткен тұлғаларға комиссия төрағасының қолы бар куәлік, ал машинисттер мен олардың көмекшілеріне қадағалау органы мен комиссия төрағаларының қолы бар куәлік беріледі. Жұмысшылар білімін қайта тексеру 12 айда кем дегенде бір рет, сонымен қатар көмекші қызметінен машинист қызметіне ауысқан кезде, 6 айдан артық жұмыста үзіліс болған

кезде, техникалық еңбек инспекторының, мемлекеттік қалалық техникалық қадағалау инспекторының талаптарына сай және басқа да жоғары да атап көрсетілген Ережелерде қарастырылған жағдайлар кезінде өтілуі қажет.

Эскалатордағы өндірістік жұмыстар кезінде жеке қауіпсіздік техникасының негізгі ережелері келесідей тұжырымдалған:

Жұмыс уақытында қажетті :

- дұрыс маман киімдерін және қорғайтын касканы кию;
- жоспардағы жұмысты, жұмысшының және бригада мүшелерінің фамилиясын диспетчерге хабарлау;
- жұмыс жүргізілуі қажет эскалаторды тоқтату, жоғарғы және төменгі кіру алаңдарында “Кіруге рұқсат жоқ” деген жазуы бар қоршаулар орнату;
- жұмысқа қажетті құрал-саймандарды, қорғану жабдықтарын, қауіпсіздік техникасының бұйымдарын, ауыспалы бақыла пультін, қозғалмалы шамдарды
- дайындау және тексеру;
- диэлектрлік қолғаптарды кию;
- айырғыштар мен ажыратқыштарды өшіру, оларға “Қосуға болмайды. Адамдар жұмыс істеп жатыр” деген плакаттар ілінуі қажет;
- егер де ара-арасында эскалаторды жылжыту қажет болмаса, кірістің ауыстырып-қосқышының өшіп тұрған айырғышы немесе ажыратқышына тиек орнату;
- жұмыс орнын дайындау, қажет болған жағдайда эскалаторды қосу үшін көмекші жетекті басқарудың ауыспалы пульті қосу және оның жұмысын тексеру;
- жұмыс орнына жақын бұғаттаушы қондырғыны өшіру, ара-арасында баспалдақ төсемін қозғалту қажет болған жағдайда мезгілсіз қосылуды болдырмау үшін әрбір төсенішті қозғалтқаннан кейін бұғаттаушы қондырғыларды ажырату қажет. Қабатаралық эскалаторларда сонымен қатар тыйым салу кілтін ажыратып, және оны басқару пультінен шығару қажет.

Ток өткізуші бөліктермен жұмыс істеу кезінде жұмысшы ток өткізуші бөліктер оның алдында және тек бір бүйір жағымен орналасатындай жайғасуы қажет. Егер де ток өткізуші бөліктерге дейінге арақашықтық 700 мм –ден аз болса, қоршау орнату қажет. Эскалаторды іске қосуды тек кезекші машинист қана жүзеге асыра алады. Сонымен қатар ол жұмысшыларды эскалатордың қозғалу бағыты жайлы хабардар етуі қажет.

Электрқондырғыларын қадағалау диэлектрлік кілемшенің үстінде тұрып немесе диэлектрлік галоштер киіп жүргізіледі; ток өткізуші бөліктерге дейінгі арақашықтық 700 мм-ден аз болмауы керек.

Ажыратқыштар мен айырғыштарды қосып- ажырату диэлектрлік қолғаптармен, ал сақтандырғыштарды ауыстыру тек қана жүктеме мен кернеуді өшіргеннен кейін ғана жүзеге асырылуы қажет.

Электрқондырғыларымен жұмыс істеу кезінде кернеу келуі мүмкін барлық жақтарды өшіру қажет. Егер аумақта ток өткізуші бөліктер қалған жағдайда оларды оқшаулағыш материалдармен қоршау қажет.

Ауыспалы жерлеуді жерлеу шинасына жалғау қажет. Жерлеудің жалғанған жері дұрыстап тазартылып, қара тіліммен көмкерілуі керек; жерлеу болттық жалғаумен немесе арнайы қысқыштармен бекітілуі тиіс;

Жұмыс кезінде түбегейлі тыйым салынады:

- қозғалатын бөліктерді ұстауға және механикалық тазалау мен майлаудан басқа бас немесе қосымша жетектің эскалаторының қозғалысы кезінде қандай да бір жұмыстар жүргізуге;
- төсемшесінде ойық бар, тұтқасы сынған, кіру аймағы алынып тасталған немесе жұмыс тежегіштері реттелмеген бас жетек жұмыс жасайтын эскалатордың эскалатордың төсемшелерімен қозғалуға;
- ескерту плакаттарын алып тастауға, сонымен қатар жұмыс жүріп жатқан аумақтарда орналасқан уақытша қоршаулардың жылжымалы жерлеу мен плакаттардың орнын ауыстыруға және алып тастауға.

4.2 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Есептік бөлімінің жұмыс процесінде қажет:

- а) Жарықтандыру жүйесін, жарық көзін, берілен эскалатор орналасқан мекемені үшін шырақты таңдау;
- б) жұмыс орнының жалпы жарықтандыруының есептеулерін жүргізу.

Жалпы жарықтандыру есептеуінің мақсаты - Е_{min} қамтамасыз етуге қажетті шырақтардың санын және мекемеде қалыпты жарықты қамтамасыз етуге қажетті жарықтандыру қондырғысының қуатын анықтау. Есептеулер пайдалану коэффициенті тәсілімен жүргізіледі.

Көрсетілген тәсіл бойынша 1 лампаның қажетті жарық ағыны келесі формуламен есептеледі:

$$\Phi_n = \frac{E_{\min} \times k \times S \times Z}{N \times n \times \eta}; \quad (4.1)$$

мұндағы E_{min} – минимальді қалыпты жарықтану, лк;

k – қор коэффициенті (қызу шамы үшін k=1,15, люминесцентті және ДРЛ, ДРИ, ДНаТk=1,3);

S – жарықтандырылуы тиіс аудан, м²;

Z – минимальді жарықтану (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, қызу лампалы шырақтар үшін Z=1,15, люминесцентті лампалар үшін Z=1,1);

N – шырақтардың саны;

n – шырақтағы лампалардың саны;

h – бірлік жүйесіндегі жарық ағынының пайдалану коэффициенті.

Жарықтандыру қондырғысының қуаты P келесі өрнекпен есептеледі:

$$P = nNP_i; \quad (4.2)$$

мұндағы P_i – бір лампаның тұтынатын қуаты, кВт.

Қазіргі кезде жұмыс орындарында жалпы және аралас жұмыс жарықтандаруы қарастырылады. Өндірістік орындарда тек қана жергілікті жарықтандыру жасау рұқсат етілмейді.

Қолданыстағы нормаларға сәйкес I - IV разрядтағы жұмыс орындарында аралас жарықтандыруды қолданған жөн.

Жасанды жарықтандырудың сандық және сапалық көрсеткіштері қолданыстағы нормаларға сәйкес анықталады. Сандық сипаттасы ретінде көру жұмыстарының разрядынан, фоннан және контрасттан тәуелді минимальді жарықтандыру E_{min} қабылданған.

E_{min} мәнін жоғары дәлдікті жұмыс III разряды үшін 300-500 лк, орташа жұмыс IV разряды үшін 150 -300 лк, төмен дәлдікті V разряды үшін 100 -150 лк деп қабылдаса болады. Бұл жұмыста қарастырылып отырған эскалатор орналасатын мекеме орташа дәлдікті, яғни IV разрядты деп, $E_{min} = 170$ лк деп қабылдаймыз.

Жарық көздерін таңдау экономикалық тиімділік жағынан, архитектуралық жоба берілгені бойынша жүргізіледі.

Қызу шамдары – үнемділігі аз, жарық беруі - 7 -26 лм/Вт, олардың шағылу спектрі – бұрмаланушы, жұмыс кезінде қаты қызып кетеді. Бірақ бағасы арзан, қолданылуы оңай, адамдар уақытша тұратын орындарда, тұрмыста қолданылады.

Люминесцентті шамдардың жарық беруі жоғары, 75 лм/Вт-қа дейін және қызмет ету уақыты 10000 сағатқа дейін, температурасы төмен. Бірақ олар қымбат тұрады, арнайы мамандарды қажет етеді, кіске қосу аппараты қиын, кейде дыбыс шығарады, жыпылықтайды. Биіктігі 6 м-ге дейінгі мекемелерде люминесцентті лампалары қолданған жөн, сондықтан да бұл жұмыста жарықтандыру шамы ретінде люминисцентті лампаларды қолданамыз.

Шырақты таңдау жарықтехникалық, экономикалық талаптарды, қоршаған орта шарттарын есептеу негізінде жүргізіледі. ГОСТ 14254-69 сәйкес шырақтар шаңнан, судан және жарылыстан қорғану дәрежесіне байланысты жіктеледі.

Қор коэффициенті k мекеменің шаңдануын, эксплуатация кезіндегі жарық ағының төмендеуін көрсетеді.

Минимальді жарық тандыру коэффициенті Z жарықтанудың біртектілігін сипаттайтын шама. Ол көптеген айнымалылардың функциясы болып табылады, дәлірек айтқанда оның есептелуі қиын, бірақ та ол көп мөлшерде шырақтардың арақашықтығының есептік биіктікке қатынасына тәуелді болады. (L / h). Биіктігі 6 м-ге дейінгі мекемелерде люминесцентті лампалары қолданған жөн, сондықтан да бұл жұмыста жарықтандыру шамы ретінде люминисцентті лампаларды қолданамыз. Эскалаторды іске қосуды тек кезекші машинист қана жүзеге асыра алады. Сонымен қатар ол жұмысшыларды эскалатордың қозғалу бағыты жайлы хабардар етуі қажет.

3 кесте – Қор коэффициентінің мәні k

Мекеме	Мекеме түрлері	Қор коэффициенті k	
		Газ разрядты лампалар	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 -нан аз	Аспап, жиналмалы цехтары	1,5	1,3
Қышқыл мен сілті буының жоғары концентрациясы	химических зауыт цехтары, гальваникалық цехтар.	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

Шырақтардың көзді ауыртатын әсерін азайту үшін, ілу биіктігін қуаты 200Вттан жоғары лампалар үшін еден деңгейінен 2,5-4 м-ге, ал үлкен қуаттығы лампаларды 3,-6 м-ден ақ емес болатындай етіп орналастырады. Шырақтардың қажетті саны:

$$n = S / L^2 (La = Lb); \quad (4.3)$$

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.

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті h анықтау үшін ғимарат индексін және болжалды ғимараттың беттерінің шағылу коэффициенттерін анықтайды: төбенің η_t , қабырғалардың $\eta_{\text{қ}}$, еденнің η_e .

Әдетте жарық әкімшілік-контор ғимараттары үшін: $\eta_t=70\%$, $\eta_{\text{қ}}=50\%$, $\eta_e = 30\%$.

Аз ғана шаң бөлінетін өндіріс ғимараттары үшін: $\eta_t=50\%$, $\eta_{\text{қ}}=30\%$, $\eta_e = 10\%$.

Шаңды өндірістік орындар үшін: $\eta_t=30\%$, $\eta_e=10\%$, $\eta_{\text{қ}} = 10\%$.

Ғимарат индексі келесі формуламен анықталады:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}; \quad (4.4)$$

мұндағы A, B, h – ғимараттың ұзындығы, ені және есептік биіктігі (жұмыс бетінен шырақты ілу биіктігі), м.

$$h = H - h_i - h_o; \quad (4.5)$$

мұндағы H – ғимараттың геометриялық биіктігі;

h_i – шырақты ілу биіктігі.
 Әдетте $h_i = 0,2 \dots 0,8$ м;
 h_6 – жұмыс бетінің биіктігі.
 $h_6 = 0,8 \dots 1,0$ м.

Жарық ағынын пайдалану коэффициенті h шырақ типінен, ғимарат индексінен, төбе, қабырға және еденнің шағылысу коэффициентінен тәуелді күрделі функция болып табылады. Көп кездесетін люминцентті лампалар үшін жарық ағынын пайдалану коэффициенті кестелер арқылы анықталады. Жарық ағынын пайдалану коэффициентінің аралық мәндері интерполяция әдісі арқылы анықталады.

Күрделі шырақтар үшін бұл коэффициент арнайы анықтамалықтардан табылуы мүмкін. Фл берілген кезде, яғни қандай лампа пайдаланылатынын анықтаған кезде N -ді, яғни қанша шырақ қолдану қажет екенін анықтаймыз. N немесе n берілсе, Φ -ді анықтаймыз. Табылған Φ бойынша жақын, стандартты, ауытқуы - 10, +20 % болатын лампалар таңдалады.

4 кесте – Ғимарат индексі мен шағылысу коэффициенттері

I	гт, % 70	50	30
	гқ, % 50	30	10
	гб, % 30	10	10
0,5	28	21	18
1,0	49	40	36
3,0	73	61	58
5,0	80	67	65

5 кесте – Көп таралған жарық көздерінің жарық ағынының есептік мәндері

Шам түрі	ФЛ, лм	Шам түрі	ФЛ, лм	Шам түрі	ФЛ, лм
ЛДЦ 40-4	1995	ЛДЦ 80-4	3380	ДРЛ 80	3200
ЛД 40-4	2225	ЛД 80-4	3865	ДРЛ 250	11000
ЛХБ 40-4	2470	ЛХБ 80-4	4220	ДРЛ 1000	50000

Өлшемдері $A=40$ м, $B=7$ м, $H=3$ м, $h_p=0,9$ м және төбенің шағылысу коэффициенті $гт=70$ %, қабырғаның $гқ=50$ %, есептік беттің $гб=30$ % болатын шаңдануы аз эскалатор орналасатын, яғни метрополитен мекемесіндегі люминцентті шамдары бар "Астра" шырағымен $E=170$ лк жарықтандыру үшін пайдалану коэффициенті тәсілімен есептеулер жүргіземіз.

Люминцентті шамдарды қолданатын бұл мекеме үшін қор коэффициентін $k=1,2$ деп аламыз. Шырақтардың арасындағы оптимальді салыстырмалы арақашықтықты $\lambda=1,5$ деп есептейміз. Шырақтарды ілу биіктігі $h_i=0,4$ м деп есептеп, есептік биіктікті табамыз:

$$h_e = 3 - 0,9 - 0,4 = 1,7 \text{ м};$$

және шырақтардың арақашықтығы

$$L=1,7 \times 1,5=2,55 \text{ м.}$$

Мекемедегі шырақтардың қатарының саны

$$N_b=7/2,55=2,74.$$

Қатардағы шырақтардың саны

$$N_a=40/2,55=15,68.$$

Бұл сандарды жақын жоғарғы мәнге дейін жуықтаймыз $N_a=16$ және $N_b=3$.

Шырақтардың жалпы саны

$$N= N_a \times N_b=16 \times 3=48.$$

Шырақтарды орналастырамыз.

Ені бойынша 3 шырақты орналастыру үшін $2,55 \times 2=5,1$ м арақашықтық қажет болады, яғни екі жақ шетінен шеткі шырақтарға дейінгі арақашықтық $(7-5,1)/2=0,95$ м болады. Ал ұзындығы бойынша 16 шырақты орналастыру үшін $2,55 \times 15=38,25$ м орын қажет болады, яғни екі жақ шетінен шеткі шырақтарға дейінгі арақашықтық $(40-38,25)/2=0,875$ м болады.

Мекеменің индексі

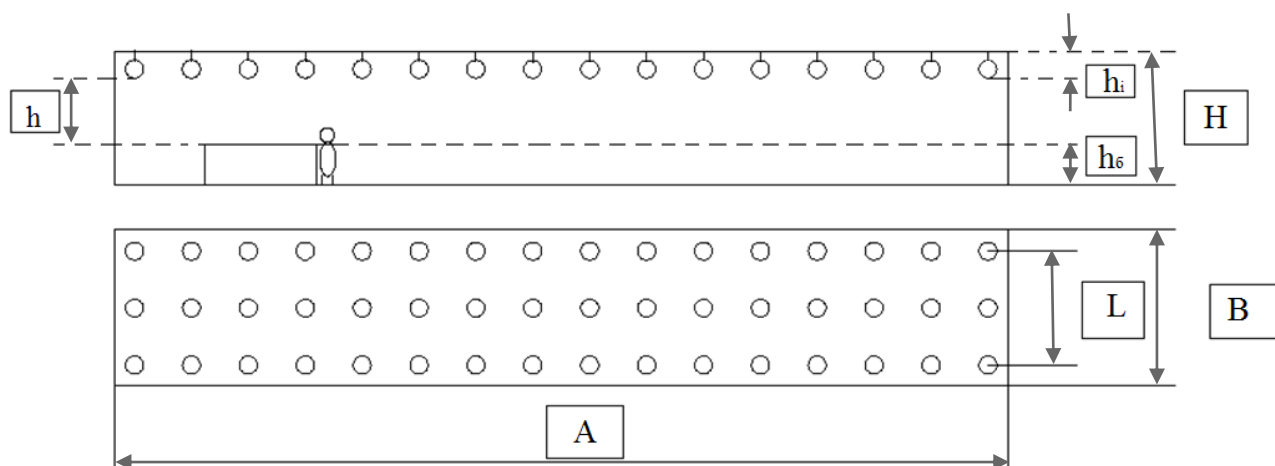
$$i=40 \times 7/[1,7(40+7)]=280/(1,7 \times 47)=3,5.$$

Анықтамалық бойынша жарық ағынының пайдалану коэффициенті $\eta=0,8$ деп таңдаймыз. Эскалатор орналасаты мекемеге люминисцентті лампалар қолданатын болғандықтан, минимальді жарықтану коэффициентін $z=1,1$ деп есептейміз. Лампаның қажетті жарық ағынын анықтаймыз:

$$\Phi_{л} = 170 \times 1,1 \times 280 \times 1,3/(48 \times 0,8) = 1772 \text{ лм.}$$

$$\Delta\Phi=(1995-1772)100/1772= 12 \text{ \%}.$$

Кестеден мәні бойынша ең жақын болатын ЛДЦ 40-4 люминисцентті лампасын таңдаймыз., оның ағыны $\Phi_{л}=1995$ лм және есептік мәннен ағыны 12% -ке жоғары.



19 сурет – Ғимаратта шырақтарды орналастыру сұлбасы

4.3 Аралас көмірқышқылды-хладонды құрамды өрт сөндіру қондырғысының есептеулері

СНиП 2.04.09-84 сәйкес эскалатор ғимараты өрт болу қаупінің дәрежесі бойынша, функционалдық тағайындалуы және жанғыш материалдардың өрт жүктемесі бойынша 1-ші топтың D категориясына жатады.

Өрттің пайда болу себептері болып табылады:

- аппаратура элементтерінің жануы;
- бүлінген ажыратқыштардың, розеткалардың өңдеу материалдарының жануы;
- қондырғылардың эксплуатация режимін сақтамауы, персоналдардың жұмыста қателік жіберуі.

Өрт пайда болуы кезінде ғимараттан басқа, қымбат аппаратураларға зиян келтіруіне, адам өліміне алып келуі мүмкін. Сондықтан да ертерек оның пайда болуы мен салдарын жою шаралары жүргізілуі қажет. Жанудың пайда болу көзі болып электр қондырғылары, жарықтандыру аспаптары, бүлінген саты төсеніші, сынған балюстрада болуы мүмкін. Барлық заттар жанбайтын, қиын жанатын, жанатын болып үшке бөлінеді. Жанбайтын заттар ауада балқуға және жануға қабілетсіз болып келеді. Бірақ та олардың кейбіреуі жанғыш заттармен әрекеттескенде немесе қызған кезде өртке қауіпті өнімдер немесе жылу бөлетіндіктен өртке қауіпті болып саналады. Қиын жанатын заттар тек қана жану көзінің әсерінен өртенеді.

Эскалатор өндірісінде келесі жанғыш заттар қолданылады: әртүрлі жақпалар, майлар, пасталар, сонымен қатар керосин, бензин, бояулар. Өртке қауіпті сұйықтықтардың өздері жанбайды, тек олардың бетінде пайда болатын булары жанады. Әртүрлі сұйықтықтар үшін бірдей температурада буларының мөлшері әртүрлі болады. Буларының жануға қабілетті концентрациясы пайда болатын температура неғұрлым аз болса, сұйықтық соғұрлым қауіпті болады. Метрополитен ғимаратының классификациясы үшін өрт қауіптілігінің негізгі көрсеткіші болып оның жану жүктемесі, яғни еденнің 1м^2 -на сәйкес келетін

жану материалдарының массасы болып табылады. Осы көрсеткіш бойынша метрополитен ғимараттары 4 классқа жіктеледі: аса өртке қауіпті (60 кг/м²-нан жоғары), өртке қауіпті (30-дан 60 кг/м²-ге дейін), аз мөлшерде өртке қауіпті (10-нан 30 кг/м²-ге дейін), өте аз мөлшерде өртке қауіпті (10 кг/м²-тан төмен).

Эскалаторды қоқыстан тазарту – өрт қауіпсіздігі шараларының бір түрі. Балюстараданың металл конструкциясын эскалатордың қозғалатын бөліктерін, кабельдік каналдарды жүйелі түрде, әсіресе дәнекерлеу (сварка) ремонттары жүргізілетін кезде, шаңдардан және май қалдықтарының тазалап тұру қажет. Күнделікте тарту және жетектік станцияларда бункерлердің және тұғырықтарының тазарту жұмыстары жүргізілуі қажет. Майлау материалдарын арнайы оқшауланған, жанбайтын, желдету жүйесі бар ғимараттарда метадық геметикалық жабық тарда сақталуы қажет.

Өртенудің тағы бір себебі болып элект тізбегі ажыратылған кезде, контакттар дұрыс бекітілмеген кезде, контактлік сақинада оқшауланбаған сымдармен әсерлескен кезде, оқшауламаның бұзылуы кезінде пайда болатын электрлік дуга саналады. Айрықша қауіпті болып электрлік дәнекерлеу әне металдарды кесу процесстері саналады. Бұндай жағдайлар халық шаруашылығы объектілерінде дәнекерлеу әне басқа да оттық жұмыстар кезіндегі қауіпсіздік техникасын сақтау ережесінің талаптары бойынша жүргізілуі қажет. Барлық оттық жұмыстар техникалық жетекші және объекттің өрт күзетшісінің жазбаша рұхсатынан кейін ғана жүргізіледі.

Электрлік лампалардың ішінде 3-8%-ы энергиясын сәулелену энергиясына, ал 92-97%-ы жылуға түрленетін қызу шамдары үлкен қауіптіліктер тудырады. Қуатына бойланысты лампа беті 300-500°С –қа дейін қызады. Сондықтан да машина залында, көлбеу аудандарда және тарту станцияларында шырақтар жабық түрде орналасады немесе люминисцентті лампалар қолданылады.

Машина залдарында көрінетін орындарда өрт қауіпсіздігіне жауапты адамды, өрт қауіпсіздігінің инструкциясы, өрт күзетінің шақыру телефоны және өрт кезінде сигналдарды беру реті көрсетілетін кестелер ілінуі қажет. Шылым шегу тек арнайы орындарда ғана рұхсат етіледі.

Эскалаторларда жолаушылар баспалдақ төсемімен қозғалыс барысында жанатын және тез жанатын сұйықтықтарды, газ толтырылған баллондарды тасымалдауға рұхсат етілмейді.

Өрт қауіпсіздігі ережелерінің талаптарына сәйкес эскалатор ғимараты көмірқышқыл өрт сөндіргіштермен жабдықталған – бір өрт сөндіргіш 100 м² жерге деп есептелген. Ғимараттың жалпы ауданы 280 м² құрайды, яғни ғимаратқа 3 өрт сөндіргіш құрылғы орналастырылады. Өрт сөндіргіші зат ретінде аралас көмірқышқылды-салқындатқыш құрам қолданылады. Көлемдік өрт сөндіргіш үшін аралас көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның есептік массасы келесі формуламен анықталады:

$$m_d = k_6 q_n V; \quad (4.6)$$

мұндағы $k_6 =$ көмірқышқыл-салқындатқыш құрамның шығынын есептемейтін компенсация коэффициенті. Ол есік-терезелі ғимараттар үшін 1,13-1,25 аралығында, терезесі жоқ ғимараттар үшін 1,07-1,15 аралығында болады, яғни эскалатор үшін компенсация коэффициенті 1,09-ға тең деп есептейміз;

$q_n = 0,04$ – көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның массалық өрт сөндіру нормативтік концентрациясы, ол ғимараттың толтыру уақыты 30 с болатын ғимараттар үшін $0,27 \text{ кг/м}^2$ -қа, ал толтыру уақыты 60 с болатын ғимараттар үшін $0,4 \text{ кг/м}^2$ -ға тең деп есептілінеді, яғни эскалатор ғимараты үшін $0,27 \text{ кг/м}^2$ -қа тең деп аламыз;

V – ғимараттың ауданы.

$$V = A \cdot B \cdot H; \quad (4.7)$$

мұндағы, $A = 40$ м – ғимараттың ұзындығы,

$B = 7$ м – ғимараттың ұзындығы,

$H = 3$ м – ғимараттың биіктігі.

Сонда:

$$V = 40 \cdot 7 \cdot 3 = 840 \text{ м}^2.$$

Содан соң:

$$m_d = 0.27 \cdot 1.09 \cdot 840 = 247.21 \text{ кг}.$$

Баллондардың есептік саны ξ 40 литрлік баллонға 25 кг көмірқышқылды салқындатқыш құрам сыйады деп есептеп, табамыз. Яғни ξ 10-ға тең.

Магистральді құбырдың ішкі диаметрі d_i , мм, келесі формуламен анықталады:

$$d_i = d_1 * \sqrt{\xi} = 10 * \sqrt{10} = 32 \text{ мм}.$$

Магистральді құбырдың эквивалентті ұзындығы l_2 келесі формуламен анықталады:

$$l_2 = k_3 * l; \quad (4.8)$$

мұндағы k_3 – жергілікті шығындарды есептемейтін компенсация үшін құбыр ұзындығының ұлғаю коэффициенті, ол 5 кесте бойынша анықталады. Яғни, бұл есептеулер үшін $k_3=1,2$ болады.

l – құбырдың жоба бойынша ұзындығы.

$$l_2 = 1.2 \cdot 20 = 24 \text{ м}.$$

5 кесте – Жергілікті шығындарды есептемейтін компенсация үшін құбыр ұзындығының ұлғаю коэффициенті

Магистральді құбырдың ұзындығы, мм	Коэффициент k_3
35-ке дейінгі	1,2
35 пен 50-дің аралығы	1,1
50-ден жоғары	1,05

Көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның Q , кг/с эквивалентті ұзындығы мен құбырдың диаметріне сәйкес 5,8 кг/с тең болады. Көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның берілісінің есептік уақыты t , мин, келесі формуламен анықталады:

$$t = \frac{m_d}{60Q} = \frac{247.21}{60 \cdot 5.8} = 0.71 \text{ мин.}$$

Көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның негізгі қорының массасы келесі формуламен анықталады:

$$m = 1.1m_d \left(1 + \frac{k_8}{k_6}\right);$$

(4.9)

$$m = 1.1 \cdot 247.21 \left(1 + \frac{0.2}{1.09}\right) = 331.21 \text{ кг,}$$

мұндағы $k_8=0,2$ – баллондағы және құбырдағы қалған көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның қалдығын есептейтін коэффициент. Ол келесі кесте бойынша анықталады.

6 кесте – k_8 коэффициентінің мәні

Құбырдың диаметрі, мм	k_8 коэффициентінің жоба ұзындығына байланысты мәні, м		
	100-ге дейін	101-ден 200-ге дейін	200-ден жоғары
10	0,2	0,23-0,25	0,25
12	0,2		0,28

Сонымен алынған нәтижелерге қарап автоматты өрт сөндірудің функцияланған қалыпты жүйесі үшін көмірқышқылды-салқындатқыш құрамның сыйымдылығы 25 литр, қоспа масса 331,21 кг болатын 10 баллоны қажет болады деген қорытындығы келеміз. Ал жасанды жарықтандыруды пайдалану коэффициенті әдісі арқылы есептеу нәтижесінде 48 лампа орналастыру қажет деген тұжырымға келеміз және де оған сәйкес лампалар, шамдар таңдалынып қызып кетуге тексеріс жасалды. Барлық есептеулер эскалаторда қауіпсіздік сақтау шараларына сәйкес орындалды.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Техникалық экономикалық есептеулердің мақсаты

Эскалаторларда қозғалтқышты жетектің басқару жүйесін пайдалану өнімділікті арттыруға, өндірістің артуына және жоғарғы техникo – экономикалық тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Эскалаторды пайдалану тәжірибелері мен техникo-экономикалық зерттеулер нәтижесі басқару жүйесінің параметрлері дұрыс таңдалған жағдайда, экономикалық тиімділіктің көрсеткіштері едәуір артатын көрсетті. Жоғарғы сапалық сипаттамалар кезінде өндіріске кететін шығындар 8-10 есе, еңбек өнімділігі 2-6 есе азаяды, еңбек сыйымдылығы төмендейді.

Дипломдық жұмыста эскалатордың фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыш туралы қарастырылған. Асинхронды қозғалтқыштың басқару жүйесінің қозғалтқыш білігінің айналу жиілігін реттеуі үлкен диапазонды қамтиды, ал бұл өз кезегінде электр энергиясын үнемдеуге және жұмыс сапасын арттыруға септігін тигізеді.

Экономикалық тиімділікте есептеуге қажетті берілетін мағлұматтар дипломдық жұмыстың тапсырмасында көрсетілген және технологиялық бөлігінде есептелген.

5.2 Жобаның экономикалық негіздері

Эскалаторға асинхронды қозғалтқышты жетектің басқару жүйесін оңтайландыру электр энергиясының шығынын азайтуға, электр қозғалтқышының жұмыс ресурстарын арттыруға және асинхронды қозғалтқыштың қызмет ету уақытын арттыруға, орнатылған жұмыс режиміне сыртқы факторлардың әсерін азайтуға мүмкіндік береді.

Энергия шығыны жобалау кезінде қарастырылатын, бас қозғалтқыштың қуатын және барлық беріліс қондырғыларына берілетін қуатты анықтайтын маңызды шама болып саналады.

Эксплуатация кезінде болжамды жұмыс режимін қозғалтқыштың жүктемесі мен жетектің бөлек бөліктерінің арақатынасы арқылы тексереді. Эскалатордың жұмыс істеу режимін, жұмыс қуатын анықтау үшін әртүрлі практикаға сүйенген әдістерді қолданады. Бірақ көп жағдайларда теориялық есептеулер арқылы анықтайды.

Есептеулер экономикалық тиімділікті анықтауға арналған методикаларға сәйкес орындалады.

5.3 Капиталдық салымдарды есептеу

Бұл дипломдық жұмыста 4АНК315М8У3 типті фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың экономикалық тиімділігі қарастырылады. Бұл қозғалтқыштың номинал қуаты 75кВт-қа тең, айналу жиілігі 600 айн/мин, ал пайдалы әсер коэффициенті $\eta=90\%$ болады. Сонымен қатар ЯС-100 типті

кедергілер жәшігі қолданылған. Капиталдық салымдардың қосындысы(асинхронды қозғалтқыш, кедергілер жәшігі):

$$\sum K = K_{\text{козг}} + K_{\text{м}}, \quad (5.1)$$

мұндағы, $K_{\text{козг}}$ – қондырғыларды сатып алуға, тасымалдауға кеткен шығындар, теңге;

$K_{\text{м}}$ – монтажға кететін шығындар, теңге.

$$B = B_{\text{ак}} + B_{\text{кж}}, \quad (5.2)$$

мұндағы, $B_{\text{ак}}$ – асинхронды қозғалтқыштың бағасы;

$B_{\text{кж}}$ – кедергілер жәшігінің бағасы.

$$B = 924\,000 + 312\,000 = 1,236 \text{ млн. теңге.}$$

Асинхронды қозғалтқышты тасымалдауға кететін шығындарды оның бағасының 10%-ын құрайды деп есептеледі:

$$K_{\text{к}} = 0,1B + B = 0,1 * 1,236 + 1,236 = 1,3596 \text{ млн. теңге.}$$

Монтаждық шығындарды оның бағасының 7 %-ын құрайды деп есептейді:

$$K_{\text{м}} = 0,07B = 0,07 * 1\,236\,000 = 72520 \text{ теңге.}$$

Осыдан барлық капиталдық салымдардың қосындысы:

$$\sum K = 1\,359\,600 + 72520 = 1\,446\,120 \text{ теңге.}$$

5.4 БТҮ нұсқасы бойынша жылдық эксплуатациялық ұсталған шығындарды есептеу

Эксплуатацияның жылдық ұсталған шығындары:

$$И = И_{\text{етк}} + И_{\text{эс}} + И_{\text{м}} + И_{\text{э}} + И_{\text{а}} + И_{\text{і}}, \quad (5.3)$$

$И_{\text{етк}}$ – еңбек төлем қоры (негізгі және қосымша жалақы);

$И_{\text{эс}}$ – элеуметтік салықтар (11%);

$И_{\text{м}}$ – материалдық шығындар және қор бөлігі (капиталдық салымның 0,5%-ы);

$И_{\text{э}}$ – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергиясының шығындары;

I_a – амортизациялық аударымдар (сала үшін амортизациялық аударымдардың нормасы 5-10 %);

I_i – қосымша шығындары (жанама шығындар, бұған барлық есептелмеген шығындарды – басқару, шаруашылық, кадрларды дайындауға кеткен шығындарды, транспорттық шығындарды жатқызуға болады) Бұл барлық шығындардың 15% - ын құрайды. Қызмет етуші мамандардың жалақысын есептеу үшін орташа айлық еңбекақысын кестеде көрсетейік.

7 кесте – Орташа айлық еңбекақы

Жұмысшылар тізімі	Саны	Міндетті еңбекақысы, мың.теңге	Жұмысшылардың жылдық еңбекақысы, мың.теңге
Машинист	2	80000	960 000
Машинист көмекшісі	2	60000	720 000
Электрик	2	65000	780 000
Қорытынды	6		4 920 000

Бір жылдағы еңбек төлем қоры:

$$I_{\text{етк}} = 4\,920\,000 \text{ мың.теңге.}$$

Әлеуметтік салықтардың ұсталатын шығыны:

$$I_{\text{эк}} = (I_{\text{етк}} - 10\% I_{\text{етк}}) * 11\%;$$

мұндағы - 10 % - зейнетақылық аударымдар;

$$I_{\text{эк}} = (4\,920\,000 - 0,1 \times 4\,920\,000) \times 0,11 = 487\,080 \text{ теңге.}$$

Материалдық шығындар және қор бөлігі (капиталдық салымның 0,5%-ы)

$$I_M = K * 0,005 = 1\,446\,120\,000 * 0,005 = 72306 \text{ теңге.}$$

Шығынмен есептеген кездегі жылдық электрэнергиясына кететін шығындарды есептеу:

$$I_{\text{э}} = W * I_{\text{эт}} * N, \quad (5.4)$$

мұндағы W – жылдық электрэнергиясын тұтыну;

$I_{\text{эт}}$ – электроэнергиясының тарифі, 16,02 теңге/ кВт*сағ;

N – электр қозғалтқыштарының саны .

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз, ол үшін пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштардың номинал шығындарын есептеуіміз қажет:

$$\Delta P_n = P_k \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 75 \left(\frac{1}{0,92} - 1 \right) = 8,33 \text{ кВт}.$$

$P_k = 75 \text{ кВт}$, қозғалтқыштың паспорттық берілгені.
Ары қарай бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta P_{xx} = 0,55 * \Delta P_n;$$

$$\Delta P_{xx} = 0,55 * 8,33 = 4,58 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{nn} = 0,67 * \Delta P_n;$$

$$\Delta P_{nn} = 0,67 * 8,33 = 5,58.$$

Ендігі кезекті активті қуаттың максималдық шығынын анықтаймыз, ол төмендегдей формуламен анықталады:

$$\Delta P_m = \Delta P_{xx} + \Delta P_{nn} * K_{ж}^2;$$

$$\Delta P_m = 4,58 + 5,58 * 0,8^2 = 8,15 \text{ кВт}.$$

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

Активті қуаттың орташа шығынын анықтау үшін, келесі формуланы қолданамыз:

$$\Delta P_c = \Delta P_m * \tau,$$

мұндағы τ - шығын максимумын пайдаланудың салыстырмалы уақыты.

$$\tau = 0,7 \frac{T_m}{T_{жс}};$$

$$T_{жс} = T_m - 0,1 * T_m.$$

мұндағы, T_m – жылдық шығын максимумын пайдаланудың сағат саны, 365 күнде 17 сағаттан.

$$T_m = 365 * 17 = 6205 \text{ сағат};$$

$$\tau = 0,7 \frac{6205}{6205 - 0,1 * 6205} = 0,78;$$

$$\Delta P_c = 8,15 * 0,78 = 6,36 \text{ кВт}.$$

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\Delta W = \Delta P_c * T_{жс} = 6,36 * 5584,5 = 35508,96 \text{ кВт};$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуы:

$$W = T_m * P_k = 6205 * 75 = 465375 \text{ кВт} * \frac{\text{сағ}}{\text{жыл}}$$

Шығынды есептеген кездегі электрэнергиясының тұтынуы:

$$W_m = W + \Delta W = 465375 + 35508,96 = 500883,96 \text{ кВт} * \frac{\text{сағ}}{\text{жыл}}$$

Электр энергиясының жылдық шығынын есептейміз:

$$I_э = W * I_{эТ} * N = 501\,529.053 * 16.02 = 8\,024\,161 \text{ теңге.}$$

Амортизациялық ұсталатын шығындар:

$$I_a = \Sigma K * 0,05 = 1\,446\,120 * 0,05 = 72\,306 \text{ теңге.}$$

Іс-қағаздар шығыны:

$$I_i = 0,15 * (I_{ж} + I_{эс} + I_m + I_a + I_э);$$

$$I_i = 0,15 (4\,920\,000 + 487\,080 + 7230,6 + 8\,024\,161 + 72\,306) = \\ = 13\,510\,777,6 * 0,15 = 2\,026\,616 \text{ млн.теңге;}$$

$$\Sigma И = I_{ж} + I_{эс} + I_m + I_a + I_э + I_i = 4\,920\,000 + 487\,080 + 7230,6 + \\ + 72306 + 8\,024\,161 + 2\,026\,616 = 15\,537\,394,24 \text{ теңге.}$$

5.5 Екінші нұсқаның экономикалық сипаттамаларын есептеу

Ендігі жерде қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштың өтелімділік уақыты мен ұсталатын шығындарын, капиталдық салымдарын есептеп, фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыштың мүмкіншіліктерімен, экономикалық тиімділігі жағынан салыстырамыз. Салыстыратын қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыш типі – АИР315М8, номинал қуаты – 75кВт, айналу жиілігі – 600айн/мин, пайдалы әсер коэффициенті $\eta=88\%$.

$$B = B_{АҚ} + B_{ЖТ};$$

$$B = 868\,000 + 128\,000 = 996\,000 \text{ теңге;}$$

$$K_k = 0,1B + B = 0,1 * 996\,000 + 996\,000 = 1,0956 \text{ млн.теңге;}$$

$$K_m = 0,07B = 0,07 * 996\,000 = 69\,720 \text{ теңге.}$$

Осыдан барлық капиталдық салымдардың қосындысы:

$$\Sigma K = 1\,095\,600 + 69\,720 = 1\,165\,320 \text{ теңге.}$$

Материалдық шығындар және қор бөлігі:

$$И_m = K * 0,005 = 1\,165\,320 * 0,005 = 5826,6 \text{ теңге.}$$

Шығынмен есептеген кездегі жылдық электрэнергиясына кететін шығындарды есептеу.

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз, ол үшін пайдалы әсер коэффициенті арқылы қозғалтқыштардың номинал шығындарын есептеуіміз қажет:

$$\Delta P_H = P_K \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) = 75 \left(\frac{1}{0,88} - 1 \right) = 10,23 \text{ кВт.}$$

$P_K = 75 \text{ кВт}$, қозғалтқыштың паспорттық берілгені.

Ары қарай бос жүріс шығыны мен жүктелген номинал шығындарды анықтаймыз:

$$\Delta P_{б.ж} = 0,55 * \Delta P_H;$$

$$\Delta P_{б.ж} = 0,55 * 10,23 = 5,63 \text{ кВт;}$$

$$\Delta P_{ж.н} = 0,67 * \Delta P_H;$$

$$\Delta P_{ж.н} = 0,67 * 10,23 = 6,85 \text{ кВт.}$$

Ендігі кезекті активті қуаттың максималдық шығынын анықтаймыз, ол төмендегідей формуламен анықталады:

$$\Delta P_M = \Delta P_{б.ж} + \Delta P_{ж.н} * K_{ж}^2$$

$$\Delta P_M = 5,63 + 6,85 * 0,8^2 = 10,01 \text{ кВт}$$

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

Активті қуаттың орташа шығынын анықтау үшін, келесі формуланы қолданамыз:

$$\Delta P_c = \Delta P_m * \tau;$$

$$\Delta P_c = 10,01 * 0,78 = 7,81 \text{ кВт.}$$

* τ -ның мәні алдыңғы есептеулерде анықталды.

Электр энергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\Delta W = \Delta P_c * T_{ж} = 7,81 * 5584,5 = 43\ 631,51 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясының жылдық тұтынуы:

$$W = T_m * P_k = 6205 * 75 = 465\ 375 \text{ кВт} * \frac{\text{сағ}}{\text{жыл}}.$$

Шығынды есептеген кездегі электрэнергиясының тұтынуы:

$$W_T = W + \Delta W = 465\ 375 + 43\ 631,51 = 509\ 006,51 \text{ кВт} * \frac{\text{сағ}}{\text{жыл}};$$

Электр энергиясының жылдық шығынын есептейміз:

$$I_э = W * I_{эТ} * N = 509\ 006,51 * 16,02 = 8\ 154\ 284,3 \text{ теңге.}$$

Амортизациялық ұсталатын шығындар:

$$I_a = \Sigma K * 0,05 = 1\ 095\ 600 * 0,05 = 58\ 266 \text{ теңге.}$$

Қосымша шығыны:

$$I_i = 0,15 * (I_{ж} + I_{эс} + I_m + I_a + I_э);$$

$$I_i = 0,15 (4\ 920\ 000 + 487\ 080 + 5\ 826,6 + 8\ 154\ 284,3 + 58\ 266) = \\ = 13\ 625\ 456,9 * 0,15 = 2\ 043\ 818 \text{ млн.теңге;}$$

$$\Sigma И = I_{ж} + I_{эс} + I_m + I_a + I_э + I_i = 4\ 920\ 000 + 487\ 080 + 5\ 826,6 + \\ + 58\ 266 + 8\ 154\ 284,3 + 2\ 043\ 818 = 15\ 669\ 927,75 \text{ теңге.}$$

Капиталдық салымдардың салыстырмалылық тиімділігін анықтау үшін әртүрлі әдістері бар. Олар:

1-әдіс: Тиімділікті бағалаудың бір белгісі ең аз шығындар кететін жоба болып табылады. Әрбір нұсқа үшін кететін шығындарды салыстырмалы тиімділіктің нормативтік коэффициентіне E_n сәйкес келетін жылдық пайдаланатын шығындар мен капиталдық салымдарды құрайды:

$$Z_i = I_i + E_n * K_i \rightarrow \text{минимум}$$

мұндағы, $E_n = 0,15$.

Яғни, бірінші 4АНК315М8У3 қозғалтқышы үшін:

$$Z_1 = 1\ 446\ 120 * 0,15 + 15\ 537\ 394,24 = 15\ 754\ 312,24 \text{ теңге.}$$

Ал екінші АИР315М8 қозғалтқышы үшін:

$$З_2 = 1\,165\,320 * 0,15 + 15\,669\,275 = 15\,844\,073 \text{ теңге.}$$

2-әдіс. Капиталдық салымдардың өтелімдік мерзімін есептеу.
Яғни:

$$T_{om} = \frac{K_2 - K_1}{I_1 - I_2} = \frac{1165320 - 1446120}{15537394,24 - 15669275} = 2,13 \text{ жыл.}$$

3-әдіс. Салыстырмалы тиімділік коэффициентін анықтау:

$$E_m = \frac{I_1 - I_2}{K_2 - K_1} = \frac{15537394,24 - 15669275}{1165320 - 1446120} = 0,47.$$

Келесі шарттар орындалса, таңдаған қозғалтқышымыз тиімді:

$$T_{от} \leq T_n, E_T \geq E_n,$$

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

$$2,13 \text{ жыл} > 6,7 \text{ жыл}; 0,47 > 0,15.$$

8 кесте – Екі қозғалтқышты салыстыру нәтижелері

Қозғалтқыштың атауы	4АНК315М8У3	АИР315М8
$\eta, \%$	90	88
$P_n, \text{кВт}$	75	75
$\Delta P_n, \text{кВт}$	8,33	10,23
$\Delta P_{nn}, \text{кВт}$	5,58	6,85
$\Delta P_{xx}, \text{кВт}$	4,58	5,63
$\Delta P_m, \text{кВт}$	8,15	10,01
$\Delta P_c, \text{кВт}$	6,36	7,81
$T_j, \text{сағат}$	6205	6205
$\Delta W, \text{кВт*сағат}$	35 508,96	43 631,51
$\Sigma И, \text{теңге}$	15 537 394,24	15 669 275
айырмашылығы	131 880,76 теңге	

Есептеулер нәтижесінде 4АНК315М8У3 фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышты эскалаторларда пайдалану тиімді екенін көреміз, соған қарамастан АИР315М8 қысқаша тұйықталған асинхронды қозғалтқышты қолдану да салыстырмалы түрде тиімсіз болмайды, себебі екі қозғалтқыш көптеген көрсеткіштері жағынан бір-біріне ұқсайды, сондықтан да экономикалық есептеулері де бірдей.

Қорытынды

Қазіргі заманда электр энергияның көп бөлігін тұтынатындар электр жетекті қондырғылар болып саналады. Әсіресе, автоматтандырылған электр жетектерінің өнімділіктеін арттырумен қатар, энергияны үнемдеуде рөлі ерекше.

Осы дипломдық жобада метрополитендерде орналасатын эскалатордың автоматтандырылған электр жетегін қарастырылды. Электр жетегіне қойылатын талаптар бойынша ЛТ –1 типті эскалаторды таңдалынып, осыған орай электрқозғалтқыштың параметрлік мәндері есептеле отырып, 4АНК315М12У3 типті болатын фазалы роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдалынды. Асинхронды қозғалтқыштың электромеханикалық және табиғи механикалық сипаттамалары алынды. Жылдамдықты біртіндеп көбейту үшін ротор орамына қосылатын іске қосукедергілерінің мәні анықталып, кедергі жәшіктері таңдалды. Бұрыштық жылдамдықтың, момент мәнінің, ротор тогының уақыт өзгерісіне тәуелділігінің графиктері тұрғызылды. Алынған графикті талдау қозғалтқышты төрт сатылы жүргізіп жіберу кезінде бұрыштық жылдамдықтың бірқалыпты жайлап өзгертіндігін көрсетеді, яғни эскалатордың электр жетегіне қойылатын талаптардың орындалатындығына көз жеткізілді. Бұдан кейін электроэнергиясының жылдық және тәуліктік шығындары, орташа тәуліктік ПӘК-і және қуат коэффициенті есептелінді.

Matlab 6.5 бағдарламасында қарастырылған эскалатордың виртуалды моделі құрастырылды және өтпелі процесстер зерттелінді.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде метрополитен эскалаторын пайдалану және жөндеу жұмыстары кезінде техника қауіпсіздігін сақтау Ережелері қарастырылып, пайдалану коэффициенті тәсілімен эскалатор орналасқан ғимаратта жасанды жарықтандыру мен аралас көмірқышқылды-хладонды құрамды өрт сөндіру қондырғысы есептелінді.

Экономикалық бөлімінде дипломдық жобада қарастырылған қозғалтқыштың шығындарын және тиімділігін есептеу жұмыстары жүргізілді.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010.-352с.:ил
2. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. М.: 1986. - 416 с.
3. Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,-Алматы,2009, - 178 бет.
4. М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В. М. Терехов, А.В. Шинянский Основы автоматизированного электропривода. Учеб. пособие для вузов. М., «Энергия», 1974. – 568 с.
5. Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы - Алматы, 2007.
6. А.М. Олейник, И.Н. Поминов Эскалаторы. М.:Машиностроение, 1973. – 22
7. Хакімжанов Т.Е. Еңбек қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 б.
8. Чилинин М.Г. «Общий курс электропривода» — М. Энергия 1971. – 202 с.
- 9.Чилинин М.Г., Ключев В.И., Санднер А.С. «Теория автоматизированного электропривода» — М. Энергия 1979. – 178 с.
10. Абикенова А.А., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Методическое указания к выполнению раздела “Пожарная профилактика” в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат – Алматы: АУЭС, 2009.
11. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности./Учеб.пособие для дипломников/ В.А.Дубовцев. М.: изд.КирПИ, 2007. -245с.