

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

к.т.н., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« _____ » 20 ____ ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Ленталы конвейердің автоматтандырылған электр жетегі

бойынша

5B071800 - «Электроэнергетика» мамандығы

Орындаған Өмірзақов Жәнібек Жәнісұлы ЭАТҚ-16-4

(аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Сағитов Пулат Исмаилович, т.ғ.д, профессор

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Техникалық бөлімі бойынша:

Бестерекова Алтын Нұрмолдаевна, аға оқытушы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20 ____ ж.

(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша:

Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, PhD докторы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20 ____ ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20 ____ ж.

(қолы)

Пікір жазушы:

Хидолда Еркін, т.ғ.к

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« _____ » 20 ____ ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электр техника

институты

5B071800 - «Электрэнергетика» мамандығы

Электр машиналары және электр жетегі

кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Өмірзақов Жәнібек Жеңісұлы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Ленталы конвейердің автоматтандырылған электр жетегі

Ректордың « 11 » 112019 № 147 бұйрығы бойынша бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 28 » мамыр 2020 ж.
Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Ленталы конвейердің техникалық параметрлері: Тасымалданатын заттардың мөлшері $Q = 126$ т/сағ, тасымалданатын ұзындық $L = 50$ м, көтеру биіктігі $H = 20$ м, қозғалу жылдамдығы $v = 1,3$ м/с. Ленталы конвейердің негізгі көрсеткіштері: ұзындығы (L_k) 50 м-ге дейін; қозғалудың жылдамдығы $v = 1,4$ м/с; лентаның ені $B = 800$ мм; барабанының диаметрі $D_6 = 0,6$ м; бұрышы $\beta = 35^\circ$ ке дейін; редуктордың беріліс коэффициенті келесідей $i_6 = 17$.

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе қысқаша мазмұны:

1. Негізгі бөлім
2. Конвейерлер туралы жалпы мағлұматтар
3. Конвейерлердің тағайындалуы, түрлері және құрылыстары
4. Конвейердің электр жетегінің қозғалтқышын таңдау және оның параметрлерін есептеу
5. Есептеудің бастапқы деректері және конвейердің типін таңдау
6. Фазалық роторлы қозғалтқышы бар электр жетегіндегі механикалық өтпелі үрдістерін есептеу

7. Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеу және жетекті басқару сұлбасын құрастыру

8. Электр энергиясының шығынын, орташа тәуліктік ПӘК-і мен қуат коэффициентін есептеу

9. Ленталы конвейердің электр жетегін контроллер арқылы басқару

10. Электр жетегінің үлгісін тұрғызу және өтпелі үрдістерін зерттеу

11. Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі

12. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Конвейердің жалпы көрінісі

2. Жетектерді орналасытру сұлбалары

3. Ленталы конвейердің есептік сұлбасы

4. 4AK200M7U3 типті АҚ техникалық параметрлері

5. Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

6. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың виртуальды үлгісі

7. Электрқозғалтқыштың бір сатысын іске қосқан кезіндегі өтпелі процесі

8. Өмір тіршілік қауіпсіздігі

9. Экономикалық тиімділік бөлімі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Костюк В.С., Волкова Л.П., Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод шахтных подъемных установок: Учебное пособие. – М.: МГИ, 1984. – 65 с.

2. Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Автоматизированный электропривод горных. Часть 1: Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: Учебное пособие. – Издательство «Горная книга», 2014. – 476 С.

3. Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н., Управление электромеханическими системами горных машин. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 296 с.

4. Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок ПМ / М.: ФОРУМ, 2010-352с.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімдері	Қолдары
Негізгі бөлім	Сагитов П.И.		
Өмір тіршілік қауіпсіздік	Мусаева Ж.К.		
Экономикалық бөлім	Тузелбаев Б.И.		

Диплом жұмысын дайындау
К Е С Т Е С І

p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	<i>Негізгі бөлім</i>	<i>18.11.2019</i>	
2.	<i>Конвейерлер туралы мағлұмат</i>	<i>19.12.2019</i>	
	<i>Жетектің жүйесін таңдау</i>	<i>18.02.2020</i>	
4.	<i>Асинхронды электр қозғалтқышының параметрлерін анықтау</i>	<i>25.03.2020</i>	
5.	<i>Асинхронды қозғалтқыштың күштік сұлбасын қарастыру</i>	<i>13.04.2020</i>	
6.	<i>Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың бағдарламада үлгісін тұрғызу</i>	<i>27.04.2020</i>	
7.	<i>Сатылар бойыша өтпелі процестерін тұрғызу</i>	<i>30.04.2020</i>	
8.	<i>Өтпелі процестерін зерттеу</i>	<i>05.05.2020</i>	
9.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>13.05.2020</i>	
10.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>08.05.2020</i>	

Тапсырманың берілген мерзімі « 18 » қараша 2019 ж.
Кафедраның меңгерушісі Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыстың жетекшісі Сағитов П.И., т.ғ.д., профессор
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
Қабылдап алған студент Өмірзақов Ж.Ж (қолы)
(аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жобада ұсақ жүктерге арналған ленталы конвейердің электр жетегін жаңартуы қарастырылған.

Жобада берілген тапсырмаға сәйкес, ленталы конвейердің типі таңдалып, оның жетегіне қажетті тарту күші мен қуаты анықталды. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде қуаты есептік қуатқа сәйкес келетін фазалық роторлы электр қозғалтқышы таңдалып алынды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталып, табиғи механикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Фазалық роторлы қозғалтқыштың, үшсатылы жүргізіп іске қосу сұлбасы қарастырылып, әр сатының кедергілері таңдалды. Қозғалтқышты іске қосу кезіндегі механикалық өтпелі үрдістері есептелді.

Ұсынылған электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштерінде есептелді. Фазалық роторлы қозғалтқыш электр жетегінің басқару сұлбасы құрастырылды.

MatLab бағдарламасында, фазалық роторлы қозғалтқыштың үлгісі тұрғызылып, оның әр түрлі режим кезіндегі өтпелі процестері қарастырылды.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде шудың адамға тигізетін әсері, нөлдеуге есептеу жүргіздім, сонымен қатар ауаны тазартатын циклондарға есептеу жасадым. Экономикалық бөлімде эксплуатациялық шығындар есептеліп, ұсынылған электр жетегінің экономикалық тиімділігі анықталды.

Аннотация

В дипломном проекте предусмотрена модернизация электропривода ленточного конвейера для мелких грузов.

В соответствии с заданием, заданным проектом, выбран тип ленточного конвейера, определены необходимые тяга и мощность его привода. В качестве двигателя выбранного конвейера выбран электродвигатель с фазным ротором, мощность которого соответствует расчетной мощности. На рисунке 2.7 показана схема замещения и установлены естественные механические характеристики.

В данном дипломном проекте рассматриваются схемы трехфазного пуска роторного двигателя, выбраны препятствия каждой ступени. Рассчитаны механические переходные процессы при пуске двигателя.

Рассчитаны энергетические показатели предлагаемого электропривода. Составлена схема управления электроприводом фазового роторного двигателя.

В программе MatLab была построена модель фазного роторного двигателя, рассмотрена его переходные процессы при различных режимах.

В разделе безопасность жизнедеятельности произведен расчет шума на человека, а также расчет на циклоны очистки воздуха. В экономической части рассчитаны эксплуатационные расходы, а также определена экономическая эффективность предлагаемого электропривода.

Abstract

The diploma project provides for the modernization of the electric drive of the belt conveyor for small loads.

In accordance with the task set by the project, the type of belt conveyor is selected, the necessary thrust and power of its drive are determined. As the motor of the selected conveyor, an electric motor with a phase rotor is selected, the power of which corresponds to the calculated power. Figure 2.7 shows the substitution scheme and sets the natural mechanical characteristics.

This diploma project examines the three-phase start-up of a rotary engine, selected obstacles for each stage. Mechanical transients are calculated when starting the engine.

The energy indicators of the proposed electric drive are calculated. The scheme of control of the electric drive of the phase rotary engine is made.

In the MatLab program, a model of a phase rotary engine was built, and its transients under various modes were considered.

In the section safety of life, the calculation of noise per person, as well as the calculation of air purification cyclones. In the economic part, the operating costs are calculated, and the economic efficiency of the proposed electric drive

Мазмұны

	Кіріспе	9
1	Конвейерлер туралы жалпы мағлұматтар	10
1.1	Конвейерлердің тағайындалуы, түрлері және құрылысы	
1.2	Технологиялық процестің сипаттамасы	10
1.3	Ленталы конвейердің құрылысы және жұмысы	11
1.4	Конвейерлердің элементтері	11
1.5	Конвейерлердің электр жетектері	13
2	Конвейердің электр жетегінің қозғалтқышын таңдау және оның параметрлерін есептеу	14
2.1	Есептеудің бастапқы деректері және конвейердің типін таңдау	16
2.2	Жүктемелерді, инерция моменттерін есептеу және конвейердің электрқозғалтқышын таңдау	16
2.3	Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу	20
2.4	Іске қосу кедергілерін есептеу және олардың сыртқы қосылу сұлбасын тұрғызу	25
3	Фазалық роторлы қозғалтқыштың электр жетегіндегі механикалық өтпелі процестері	29
4	Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеп және жетекті басқару сұлбасын құрастырамыз	39
4.1	Электр энергиясының шығынын, орташа тәуліктік ПӘК-і мен қуат коэффициентін анықтау	39
4.2	Ленталы конвейердің электр жетегін контроллердің көмегімен басқаруды қарастыру	41
4.3	Электр жетегінің бағдарламалық үлгісін тұрғызу және өтпелі процестерін зерттеу	43
5	Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	49
5.1	Ленталы конвейер туралы мағлұмат	50
5.2	Шудың адамға тигізетін әсері	51
5.3	Электр қауіпсіздігі және нөлдеуге есептеу жүргізу	52
5.4	Нөлдеуді есептеу	55
5.5	Газ-шаңды бөлшектерден ауаны тазартатын аппаратқа есептеу жүргізу	60
6	Техника- экономикалық бөлімі	60
6.1	Ленталы конвейерлерлі қондырғылардың электр жетек жүйесін таңдау нұсқаларының техника-экономикалық салыстыру	61
6.2	Электржетекті жетілдіру үшін қажетті капиталды шығындар	62
6.3	Эксплуатациялық шығындар	63
6.4	Еңбек сыймдылығы	
6.5	Жобаны ұйымдастыру техника-экономикалық шаралар тиімділігі	
	Қорытынды	66
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	69

Кіріспе

Ленталы конвейерлер - өндірістің барлық саласында кеңінен қолданылатын құрылғы. Олар құю цехтарында, электр станцияларында, көмір мен кен өндірістерінде жер асты және жер үстінде көмір, кен, кокс тасым қолданылады, агроөнеркәсіпте астық тасымалдау үшін, негізгі транспорт болып есептеледі.

Конвейерлердің кең тарауына олардың өнімділігі жоғары болуы, тасымалдау қашықтығының ұзын (бір конвейердің ұзындығы 3-4 км, ал бірнеше конвейерлердікі 100 км дейін) болуы, сонымен қатар, конструкциясының қарапайымдығы мен жұмыс істеу сенімділігінің жоғары болуы.

Конвейер қондырғыларының жұмыс режимдері олардың ұзақ уақыт бойы үздіксіз жұмыс жасауына байланысты болады. Бұл жағдайда тартушы электр жетектің электрқозғалтқышын таңдауға әсерін тигізеді.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін, әске қосу процесі өте ауыр үрдіс болып есептеледі. Осыған орай, конвейерлерде артық жүктелу қабілеті үлкен, іске қосу тогы айтарлықтай жоғары болатын жетектік электрқозғалтқыштарды қолдану қажеттігі туындайды.

Конвейердің жұмысын қарастырғанда, оның қатаң тартушы органы және параметрлері оның өбетімен таратылған электромеханикалық жүйе деп қарастыру керек. Динамикалық жүктемені шектеу және лентаның барабанмен жақсы байланыста болуын қамтамасыз ету үшін, электр жетегін іске қосу кезінде үдеуді белгілі деңгейде шектеп және тербелмелі динамикалық жүктемесін жою керек.

Әдетте, өнімділігі аз қысқа конвейерлерде іске қосу моменті үлкейтілген, қысқаша тұйықталған роторлы немесе роторы қосталған «ақтиін» тор тәріздес болатын асинхрондық қозғалтқыштарда қолданылады.

Дипломдық жобада берілген тапсырмаға сәйкес ленталы конвейердің типі таңдалып, оның жетегіне керек тарту күші және қуаты анықталған. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде қуаты есептік қуатқа сәйкес болатын фазалық роторлы электрқозғалтқышы таңдалды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері есептелініп, табиғи механикалық сипаттамасы тұрғызылды. Фазалық роторлы қозғалтқышты, үшсатылы іске қосуды қарастырып, әр сатының кедергілері анықталды. Іске қосу кезіндегі механикалық өтпелі процестері есептелінді. MatLab бағдарламасында фазалық роторлы қозғалтқыштың үлгісі құрастырылып, оның өтпелі процестері зерттелді.

Жобада өмір тіршілік бөлімінде қауіпсіздігі шаралары мен электр жетегінің экономикалық көрсеткіштеріне жасалған есептемелер қарастырылған.

1 Конвейерлер туралы жалпы мағлұматтар

1.1 Конвейерлердің тағайындалуы, түрлері және құрылысы

Конвейерлік – ұсақ және бөлшек заттарды тасымалдауға арналған машина. Конвейердің конструкциясына байланысты конвейерлерді әрекет ету принципі бойынша және конструкциялық белгілері бойынша топтастыруға болады. Конвейерлердің керілу органдарына байланысты таспалы, арқан және шынжырлы болып бөлінеді. Жүкті тасымалдау түрі бойынша: таспалы, пластикалық, аспалы, итеретін, шөмішті, ағынды, инерциялық, роликті болып бөлінеді. Іс-әрекет принципі бойынша жүк үздіксіз шөміштерде, арбашаларда, платформаларда тасымалданатын таспалы бет бойынша жүреді. Конвейерлер мақсаты бойынша стационарлық және жүктерді, адамдарды, ал бағыт бойынша тік тұйық, көлденең тұйық тасымалдайды. (элеваторлар, эскалаторлар, жылжымалы тротуарлар).

Конвейер мен таспаның өнімділігіне байланысты бөлінетін үздіксіз көлікті ленталық конвейерлер дейміз. Конвейердегі ленталарының қашықтығы бірнеше километрге дейін, оның трассасы әртүрлі конвейерлердің ленталы фигурасын пайдалану болады: ыстық және ашық аландарда да, минус температурасына дейін пайдалануға болады. Таспалы конвейерлерді үш негізгі топқа бөлуге болады: бастапқы, орташа және соңғы. Тартқыш және тартқыш орган бойынша беті тегіс резеңке қолданылады. Конвейердің бетінде жүкті түсіру барабанның көмегімен жүргізіледі. Конвейерлік қозғалысқа фрикциялық жетекті жүзеге асырады. Жетек барабаны және конвейер жетегінің жетек механизмі өзара баяу жүретін муфтамен жалғанған.

1. Жетек механизмі қозғалтқыштан, редуктордан және жалғастырушы муфтадан тұрады. Конвейерлік таспа роликті тіректердің үстінде орналасады. Таспа мен жетекті барабанның фрикциялық байланысы лентаның тарту құрылғысымен жүзеге асырылады. Созылатын құрылғылардың бұрандалы, арбашалары және тік болуы тиіс. Қазіргі өндірістерде конвейерлер келесі орындарда қолданылады:

2. Зауыт ішіндегі учаскелерден бір пункттен екінші пунктке көлік ретінде жүк таситын агрегат ретінде.

3. Технологиялық процесі бойынша жүктерді-бұйымдарды бір жұмыс орнынан екіншісіне, бір технологиялық операциядан екіншісіне жылжытуға арналған машиналар мен жабдықтарды пайдалана отырып, өндіріс қарқынын белгілей, ұйымдастырып және реттей отырып және бірқатар жағдайларда жекелеген технологиялық желілер бойынша жүк-бұйымдарды жинақтаушылардың (жылжымалы қоймалардың) және таратқыштардың функцияларын біріктіре отырып. Бұйымдардың бөлшектері мен тораптарын жасау және өңдеудің технологиялық Автоматты желілеріндегі машиналар мен беріліс құрылғыларын. Тасымалдау машиналарының өндірістің жалпы технологиялық процесімен тығыз байланысы олардың жұмысы мен тағайындауының жоғары жауапкершілігіне негізделеді. Сондықтан

конвейерлер сенімді (тоқтаусыз), берік, пайдалануға ыңғайлы және автоматты режимде жұмыс істеуге қабілетті болуы тиіс.

Өнеркәсіптің барлық салаларының қазіргі дамуы конвейерлік машиналарды дамытудың келесі негізгі бағыттарын негіздейді:

Ұзындығы үлкен тік сызықты және күрделі кеңістіктік трассалар бойынша бастапқы пункттен соңғы пункттерге дейін жүктерді артық тиеусіз тасымалдауға арналған машиналар құру. Машиналар мен машиналар кешенін басқаруды толық автоматтандыруға көшу үшін, негізгі алғышарттар машиналардың сенімділігін арттыру және оларды пайдаланудың ауыр жағдайларында қызмет көрсетуді оңайлату болып табылады.

4. Кешенді конвейерлік жүйе және ЭЕМ қолданылатын машиналар

5. Конвейерлер массасын төмендету және машиналар мен олардың тораптарының принципті жаңа, жеңілдетілген конструкциялары, пластмасса мен жеңіл қорытпаларды кеңінен қолдану, илектеудің орнына металдың иілгіш профильдері және т. б. есебінен габаритті өлшемдерді төмендету.

6. Қызмет көрсетуші персонал мен өндірістік жұмысшылардың еңбек жағдайларын жақсарту, тасымалданатын жүкті жоғалту мүмкіндігін болдырмау, шаң тәрізді, ыстық, газдалған және химиялық агрессивті жүктерді қоршаған ортадан оқшаулау. 3.жабдықты бір уақытта оның типтік өлшемдерінің санын арттыра отырып біріздендіру және баптау. 4.техникалық эстетиканың озық технологиялары мен әдістерін кеңінен қолдану есебінен машина өндірісінің сапасы мен мәдениетін арттыру.

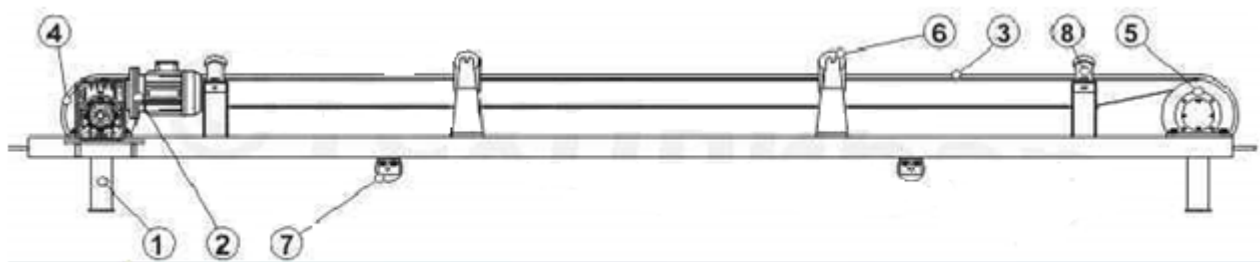
1.2 Технологиялық процестің сипаттамасы

Заттарды тиеуге және түсіруге арналған үздіксіз жұмыс істейтін машиналар тоқтаусыз берілген трасса бойынша көлбеу немесе даналы жүктердің үздіксіз орын ауыстыруымен сипатталады. Тасымалданатын жүк бір-бірінен аз қашықтықта болады. Уақ немесе даналы жүктер, сондай-ақ берілген бір-бірінен кейін үздіксіз қозғалады. Бұл ретте конвейер элементінің жұмысы және бос (кері) қозғалысы бір уақытта жүреді. Жүкті үздіксіз тасымалдау, тиеу және түсіру үздіксіз болуы тиіс, мысалы, көмірді қайта өңдеу кезінде қазіргі заманғы таспалы конвейерлер бойынша алты темір жол вагонының бір минутына тиелуін қамтамасыз ете отырып, кенді 20000 т/с дейін тасымалдауға болады. Таспалы конвейерлер, таспа конвейерлік транспортер таспалары шексіз (тұйық) тартқыштар таспа элементі болып табылады. Әкті, бор мен тас көмірді тасымалдауға арналған таспа, қозғалтқыш барабан, мотор-редуктор арқылы қозғалысқа келтірілтіріледі.

1.3 Ленталы конвейердің құрылысы және жұмысы

Таспалы конвейердің негізгі элементі резеңкеленген тік тұйық таспа болып табылады Лентаның жоғарғы бөлігінде жүк алушы (жұмысшы) болып табылатын жүк тасымалданады, төменгі бөлігі, бос бөлігі (жұмыс істемейтін)

болып табылады. 1.3 таспалы конвейердің құрылысы мен жұмысы таспа конструкциясына байланысты жоғарғы және төменгі тармақтарда роликті тіректермен ұсталады. Конвейердің үдемелі қозғалысы фрикциялық жетекпен жүзеге асырылады бөлшектерінен тазар. Жүк лентаға бір немесе бірнеше тиеу құрылғылары арқылы, шеткі барабаннан қабылдау бункерге (шеткі) дейін түсіру кезінде немесе барабанды түсіргіштердің (аралық) көмегімен конвейер трассасының бойындағы кез келген пунктте түседі.



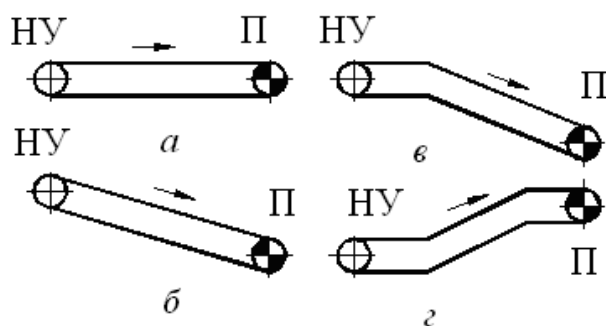
1-конвейердің рамасы, 2-редуктордың моторы, 3- тасымалдаушы лента, 4- жетекті тартатын барабан, 5 –жетексіз барабан, 6 –жоғарғы тасымалдаушы науасының роликтерінің тірегіштері, 7-жоғары қайтарылымдық роликті тірегіштері, 8- дефректорлы роликтер

1.1 сурет – Ленталы конвейердің көрінісі

Лентадағы жүк тұрақты болуын қамтамасыз ету керек, өйткені лента көлбеу бұрыштан өткен кезде, лента үстіндегі жүк құлап кетуі мүмкін. Көлбеу учаскісі бар конвейерлерде тежегіш орнатылады.

Ленталы конвейерлердің артықшылықтары келесідей болады: құрылысы қарапайым, лентаның жоғары жылдамдығы кезінде жоғары өнімділік бере алады, трассаның қозғалысы күрделі, жоғары сенімділікті. Кемшіліктерге мыналар жатады: таспа мен роликтердің қымбат болуы, трассаның еңіс бұрыштарындағы қозғалыс шектілігінің градусы 18-20°, ыстық және ауыр дара жүктерді тасымалдау кезінде шектеулі ғана пайдалану. Конструкциясы мен мақсаты бойынша ленталы конвейерлердің жалпы мақсаттағы және арнайы (өнеркәсіптің әртүрлі салалары үшін) болып екіге бөлінеді.

Лента түрі бойынша ленталы конвейерлер: резеңкелі таспалы; тұтас иленген болатты таспалы; сым таспалы. Ең көп тараған конвейерлер түрі ол резеңкеленген ленталы. Орналасуы бойынша ленталы конвейерлер стационарлық және жылжымалы; жылжымалы және тасымалдаушы; ауыстырғыш; су үсті, понтондарда жүзетін деп бөлінеді. Ленталы конвейерлері (сурет 1.2) көлденең; көлбеу; қиыстырылған: бір немесе бірнеше иіспен және күрделі трассамен көлбеу-көлбеу деп бөлінеді.



а - горизанталды; б - еңісті; в - горизантал-еңісті; г - күрделі

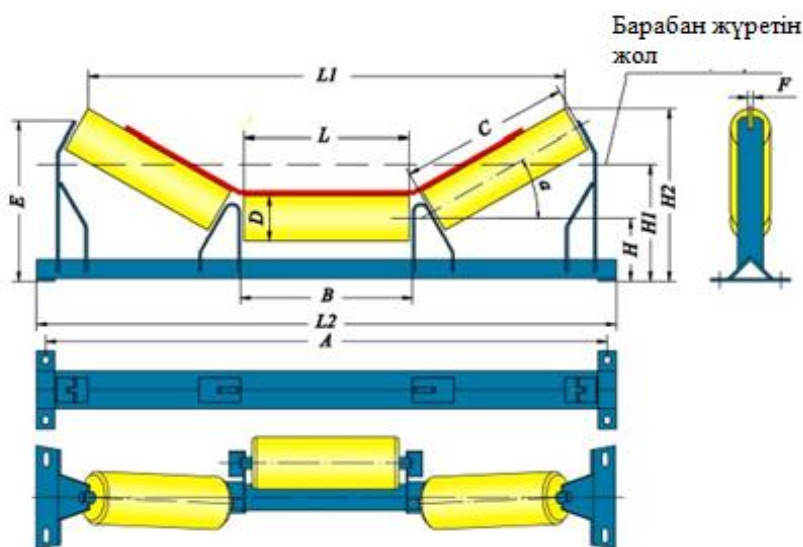
1.2 сурет – Ленталы конвейерлердің трасса сұлбаларының түрі

1.4 Конвейерлердің элементтерінің түрлері

Таспалы конвейер келесідей элементтерден тұрады

1. Ленталы конвейердің жүк тасушы, тартушы элементі және тұйық икемді резеңкеленген лентасы болады, бұл элементтер конвейердің ең қымбат элементтері. Тартушы элементі лентаның қажетті қаттылығын қамтамасыз етеді. Ленталы конвейерлік таспалардың орындалуы: резеңкеленген (резиноматалы, резинотросты); лента типінің өлшемі бойынша беріктігі мен өнімділігі байланысты таңдалады.

2. Тіректі құрылғылары. Лентаны тіреу үшін, роликті тіректер немесе төсеніштер орнатылады (ағаштан, болаттан, пластмассадан жасалған). Роликті тіреуіштерге келесі талаптар қойылады: орнату және пайдалану кезіндегі қолайлылық; арзан; ұзақ мерзімділік; айнарудың аз кедергісі; қозғалыс кезінде лентаның қажетті орнықтылығын қамтамасыз ету.



1.3 сурет – Ленталы конвейерлердің роликті тіректері

Роликті тіректердің негізгі мақсаты, лентаны қажетті деңгейде ұстап тұруы керек. Роликті тіреуіштер конвейерлердің массалық элементіне жатады.

Оларды техникалық қызметін қамтамасыз ету керек, яғни қарау, реттеу және майлау.

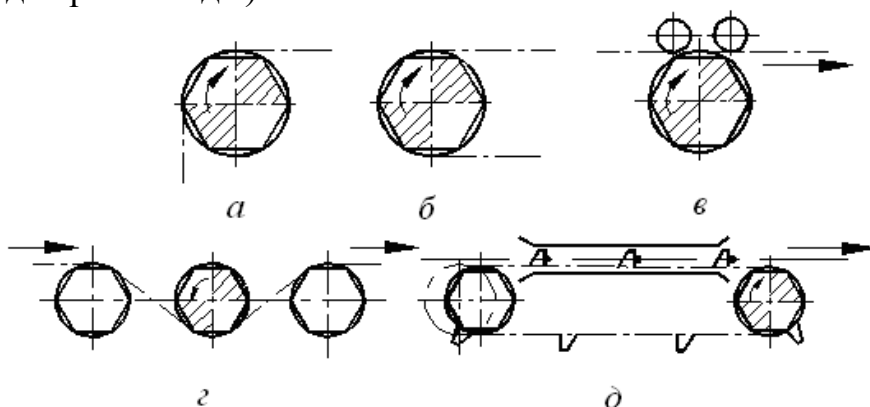
Ұзақ мерзімділік жұмыс роликтар ғана байланысты емес күштік жүктемені және оның айналу жиілігін, бірақ сындарлы орналасу тәсіліне және қосалқы элементтеріне байланысты. Тығыздау роликтің маңызды элементтерінің бірі болып табылады, өйткені мойынтіректің беріктігін анықтайды. Тығыздама конструкциясына роликті жөндеусіз пайдалану кезеңіне байланысты.

Роликтердің подшипниктері сыртқы және ішкі жағынан тығыздалады. Роликтердің подшипникті тораптарының қазіргі заманғы конструктивтік орындалуы, роликті пайдаланудың барлық мерзімде майлау қорын қамтамасыз ете отырып, жеткілікті сенімді жұмысын арттыру керек.

1.5 Конвейерлердің электр жетектері

Жетек механизмі конвейердің тарту және жүк көтергіш элементтерін қозғалысқа келтіру үшін қызмет етеді. Күштің беріліс тәсілі бойынша жетектер ажыратылады: күштің беріліс арқылы; фрикциялық: бірбарабанды (бір блокты), екі-, үш барабанды және арнайы аралық.

Тартымдық күштерді ілу арқылы беретін жетектер (1.15 суретті қараңыз)): Жұлдызшамен немесе жұдырықша блогы бар бұрыштық бұрылыстар трассаның 90° немесе 180° бұрылысында орнатылады; жетек тізбегі және жұдырықтары бар тік сызықты (шынжыр табанды) (тік сызықты учаскеде орнатылады).



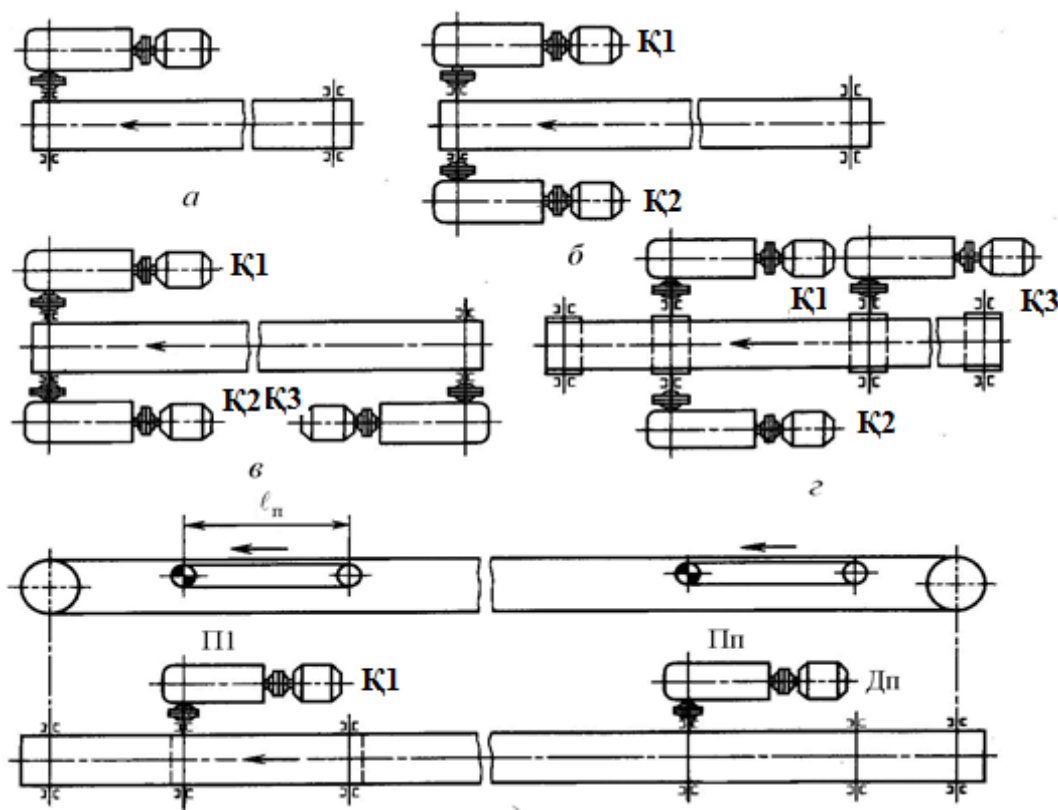
а, б, в – бұрыштық жұлдызшалы жетек (айналу бұрышы 90° тен 180°);
г – шынжырдың ауытқуы бойынша; д - тура

Рисунок 1.4 – Ілу тартылу күшімен берілетін жетектердің түрлері

Шынжыр табанды жетектің артықшылықтары келесідей: жетек жұлдызшасының кіші диаметрі (бұрышпен салыстырғанда); аз айналу сәті және механизмдердің өлшемдері; конвейер трассасының кез келген көлденең учаскесінде орнату мүмкіндігі болады. Шынжыр табанды жетектің кемшіліктері: құрылғының күрделілігі; жоғары құнды. Конвейерлерде тегіс электромагнитті шынжыр табанды жетектер және фрикциялық тік сызықты

жетектер қолданылады. Конвейерлер, жетектер саны бойынша біржетекті және көпжетекті болады (1.16 суретті қараңыз). Көпжетекті конвейерлерде жеке электр қозғалтқыштары бар 12 аралық жетекті механизмдерге дейін орналастырылады. Аралық жетектерді пайдалану тарту элементінің керілуін азайтуға мүмкіндік береді.

Жетектің орналасуына тартқыш элементтің трасса контурының әртүрлі учаскелерінде керілуіне байланысты, сондықтан жетекті тартқыш элементтің барынша керілуін азайтатындай етіп орналастыру қажет. Бірнеше жетектерді қолдану иілгіш тартқыш элементтің барынша тартылуын төмендетуге мүмкіндік береді, яғни беріктігі аз иілгіш тартқыш элементті пайдалану; көп жетекті конвейерлер жетектердің дұрыс таңдалған жүйесінде үлкен ұзындықта болуы мүмкін. Конвейер трассасында жетекті орнатудың тиімді орнын анықтағанда, негізгі фактор тартымдық элементтің ең аз тартылуына қол жеткізуі, бұрылыс және қисық сызықты учаскелерде керуді азайту болып табылады, сондықтан трасса контурының бұрылу пункттерінде, жетекті орнату тиімді болып табылады.



а – бір жетекті; б – екі қозғалтқышты; в, г - үш қозғалтқышты; д – аралық жетектері бар көп қозғалтқышты жетек
1.5 сурет – Жетектерді орналасытру сұлбалары

2 Конвейердің электр жетегінің қозғалтқышын таңдау және оның параметрлерін есептеу

2.1 Есептеудің бастапқы деректері және конвейердің типін таңдау

Тасымалданатын заттардың мөлшері $Q=126$ т/сағ.

Тасымалдаудың ұзындығы $L=50$ м

Көтерілу биіктігі $H=20$ м.

Қозғалыс жылдамдығы $v=1,3$ м/с.

Ленталы конвейердің көрсеткіштері:

- ұзындығы (L_k) 50 м-ге дейін;

- қозғалыстың жылдамдығы $v=1,4$ м/с;

- лентасының ені $B=800$ мм;

- барабан диаметрі $D_6=0,6$ м;

- бұрыш β 35° ке дейін;

- редуктордың беріліс коэффициенті келесідей $i_6=17$.

Ленталы конвейер бір қозғалтқышты, бір барабанды жетекпен жабдықталған.

2.2 Жүктемелерді, инерция моменттерін есептеу және конвейердің электрқозғалтқышын таңдау

Конвейерге қажетті қуат P_k төмендегі өрнек бойынша анықталады:

$$P_k = K(\Delta P_l + P_{\text{коз}} + P_{\text{кот}}), \text{ кВт} \quad (2.1)$$

мұндағы K - қосымша шығындар коэффициенті, $L_k=50$ м болғандықтан $K=1,05$;

ΔP_l - лента қозғалған кездегі қуаттың шығыны, кВт;

$P_{\text{коз}}$ – жүкті қозғалту қуаты, кВт;

$P_{\text{кот}}$ – жүкті көтеру қуаты, кВт.

Лента қозғалған кездегі қуат шығыны мына формула бойынша анықталады [6]:

$$\Delta P_l = C_{\text{үй}} \cdot L_{\text{гор}} \cdot v_l, \quad (2.2)$$

мұндағы $C_{\text{үй}}$ – лентаның тіреуішке үйкеліс коэффициенті;

$L_{\text{гор}}$ – конвейердің горизонталь проекциясы, м (6 сурет);

v_l – лентаның қозғалысының сызықты жылдамдығы, $v_l=1,4$ м/с.

Лентаның тірекке үйкелу коэффициенті $C_{\text{үй}}$ лентаның еніне, B және тіреуіштер түріне тәуелді. $B=800$ мм және тірек ретінде роликтерді пайдаланған кезде $C_{\text{үй}}=0,028$ тең.

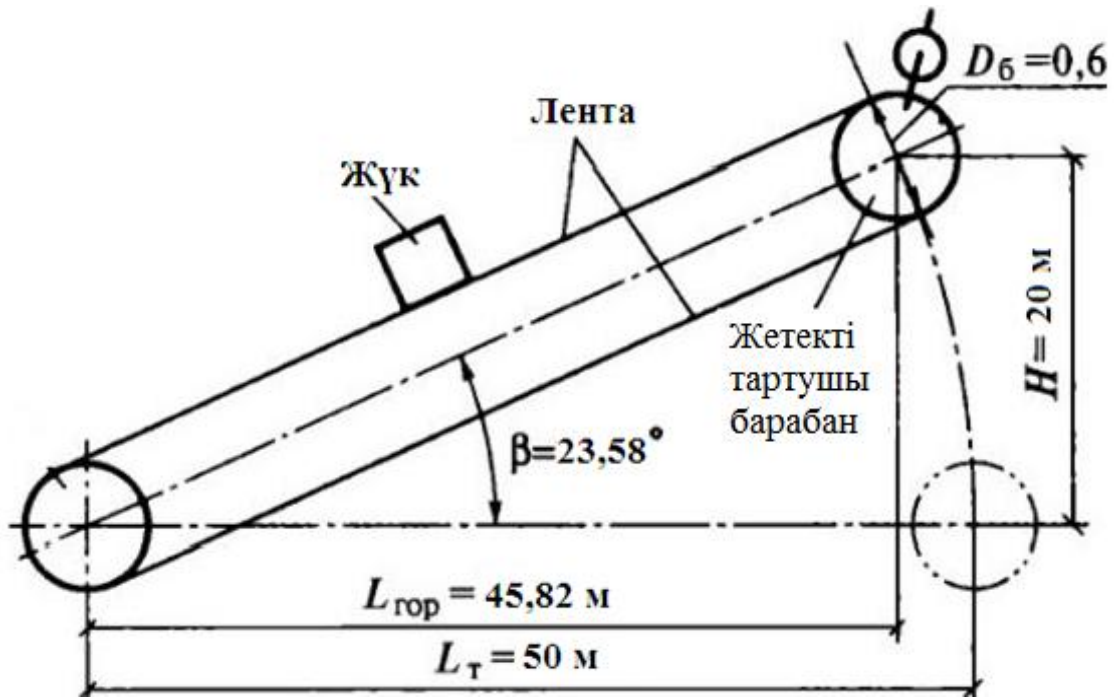
Конвейердің көлбеу бұрышын анықтаймыз (6 сурет)

$$\beta = \arcsin \frac{H}{L_K} = \arcsin \frac{20}{50} = 23,58^\circ. \quad (2.3)$$

Бұл бұрыш $\beta=23,58^\circ < \beta_{\max}=35^\circ$, яғни конвейердің көлбеулігі рұқсат етілген аймақта болады.

Конвейерлердің горизонтал проекциясын келесідей $L_{гор}$ анықтаймыз:

$$L_{гор}=L_K \cdot \cos\beta=50 \cdot \cos 23,58^\circ = 45,82 \text{ м}. \quad (2.4)$$



2.1 сурет – Ленталы конвейердің есептік сұлбасы

Таспа қозғалысы кезіндегі қуат шығыны:

$$\Delta P_L = 0,027 \cdot 45,81 \cdot 1,4 = 1,81 \text{ кВт}.$$

Жүк қозғалысының қуаты $P_{коз}$ есептейміз:

$$P_{коз} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot L_{гор} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot 44,82 = 0,0067 \text{ кВт}. \quad (2.5)$$

Жүкті көтеру қуаты $P_{кот}$ келесі формула арқылы анықтаймыз

$$P_{кот} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot Q \cdot H = 271 \cdot 10^{-5} \cdot 126 \cdot 20 = 6,7 \text{ кВт}. \quad (2.6)$$

Конвейерге қажетті қуат P_K (2.1) өрнегі бойынша анықталады :

$$P_K = K(\Delta P_L + P_{коз} + P_{кот}) = 1,05 \cdot (1,7 + 0,0069 + 6,8) = 9,02 \text{ кВт}$$

Конвейердің қозғалтқышының қуатын төмендегідей өрнек бойынша анықтаймыз:

$$P_{\text{ес.к}} = K_k \cdot \frac{P_k}{\eta_6} = 1,23 \cdot \frac{9,02}{0,75} = 14,82 \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

мұндағы K_k – қор коэффициенті, $K_k=1,23$ деп қабылдаймыз;
 η_6 – беріліс ПӘК-і, $\eta_6=0,75$.

Жетекті электр қозғалтқышының синхрондық жылдамдығын ($n_{\text{се}}$) анықтаймыз:

$$n_{\text{се}} = \frac{60 \cdot v_d \cdot i_6}{\pi \cdot D_6} = \frac{60 \cdot 1,3 \cdot 17}{3,14 \cdot 0,6} = 757 \text{ айн/мин}, \quad (2.8)$$

мұндағы i_6 – редуктор берілістер саны;

$D_6=0,6$ м - барабанның диаметрі.

Синхронды жылдамдықтар шкаласы бойынша келесі мәнді аламыз:
 $n_c=750$ об / мин.

Есептеу нәтижесі бойынша таңдаймыз фазалы роторлық асинхронды қозғалтқыш типті 4АК200М8У3, техникалық параметрлері 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - 4АК200М7У3 типті АҚ техникалық параметрлері келесідей

Қозғалтқыш түрі	4АК200М7У3
Номиналдық қуаты P_n , кВт	15
ПӘК, %	0,86
Номиналдық сырғанау S_n , %	3,5
Шектік сырғанау $S_{\text{ш}}$, %	
Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$	0,7
Ротордың номинальдық тогы, $I_{2\text{ном}}$, А	28
Ротор кернеуі, U_2 , В	360
Іске қосу моментінің номинал моментке қатынасы	3,5
Іске қосу номинал токқа қатынасы	1,8
Максимал моменттің номинал моментке қатынасы	3,0
Ротордың инерциясының динамикалық моменті, кг*м ²	0,4
Сервис-фактор	1,1
Синхрондық жылдамдық, айн/мин	750

Жүктің 1 метр лентаға қажетті, массасын анықтаймыз:

$$q_{ж} = \frac{Q}{3,6 \cdot v_{л}} = \frac{124}{3,6 \cdot 1,3} = 24,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (2.9)$$

мұндағы $Q=124$ т/сағ – конвейердің негізгі тұтынатын өнімділігі;
 $v_{л}$ – лентасының жылдамдығы.

ЛК-800 типті конвейерде 2штк-200–4,5х3,5 типті төрт қабатты резеңке лента қолданылады. Мұндай лентаның үлес салмағы келесідей болады $m_{л}=18,4$ кг/м². Содан кейін 1 метр лентаның массасы келесідей:

$$q_{л} = B \cdot m_{л} = 0,8 \cdot 18,3 = 14,71 \text{ кг/м}, \quad (2.10)$$

Бұл жердегі $B=0,8$ м (800 мм) – конвейер лентасының ені.

Конвейерде диаметрі 127 мм, салмағы 22 кг артық роликті тіректер қолданылады.

Жүк тармақтарындағы роликтердің айналмалы бөліктерінің меншікті салмағы келесідей:

$$q'_{р} = \frac{m'_{р}}{l'_{р}} = \frac{21}{1,4} = 15,72 \frac{\text{кг}}{\text{м}}, \quad (2.11)$$

мұндағы $l'_{р}$ – роликтердің арасындағы ара-қашықтығы, м.

Жүк роликтері жоқ айналмалы бөліктердің үлес салмағы:

$$q''_{р} = \frac{m''_{р}}{l''_{р}} = \frac{19}{2,4} = 7,92 \frac{\text{кг}}{\text{м}}. \quad (2.12)$$

Қорытынды тартымның күшін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= 9,81 \cdot K_{\text{кос}} \cdot (q_{ж} + 2q_{л} + q'_{р} + q''_{р}) \cdot L \cdot w' \cdot \cos\beta + 9,81 \cdot q_{л} \cdot L \cdot \sin\beta = \\ &= 9,81 \cdot 2,0 \cdot (24,2 + 2 \cdot 14,72 + 15,61 + 7,91) \cdot 50 \cdot 0,03 \cdot 0,916 + \\ &\quad + 9,81 \cdot 14,71 \cdot 50 \cdot 0,3 = 4141,51 \text{ Н}, \end{aligned} \quad (2.13)$$

мұндағы $K_{\text{кос}}$ – қосымша кедергілер коэффициенті конвейер таспасының ұзындығы $L=50$ м болса, онда жетегі $\approx 2,0$.

Қозғалтқыш жылдамдығының келтірілген статикалық кедергісін анықтаймыз:

$$M_{к} = \frac{F_{\Sigma} \cdot R_{б}}{i_{б} \cdot \eta_{б}} = \frac{4141,51 \cdot 0,3}{17 \cdot 0,74} = 100,02 \text{ Нм} \quad (2.14)$$

Барабанның бұрыштық жылдамдығын анықтаймыз:

$$\omega_6 = \frac{v_l}{R_6} = \frac{1,2}{0,3} = 4,57 \text{ c}^{-1} \quad (2.15)$$

Қозғалтқыш жылдамдығына келтірілген барабанның бұрыштық жылдамдығы келесідей:

$$\omega_{\text{қоз}} = \omega_6 \cdot i_6 = 4,57 \cdot 17 = 78,32 \text{ c}^{-1} \quad (2.16)$$

Қозғалтқыштың қуатын анықтағаннан кейін, оны таңдалған қозғалтқыштың қуатымен салыстыра отырып қарастырайық:

$$P_{ec} = \kappa_k \cdot M_k \cdot \omega_{\text{қоз}} \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 100,03 \cdot 78,32 \cdot 10^{-3} = 9,71 \text{ кВт} < 15 \text{ кВт}. \quad (2.17)$$

Есептеу нәтижелері бойынша есептік қуат қозғалтқыштың қуатына сәйкес келеді.

Электржетектің инерция моментін табамыз:

$$J_1 = 1,2 \cdot J_{\text{қоз}} = 1,2 \cdot 0,2 = 0,47 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.18)$$

Қозғалтқыш жылдамдығына келтірілген конвейердің механикалық бөлігінің, инерция моментін анықтаймыз:

$$J_2 = (q_{\text{жк}} + 2q_l + q'_p + q''_p) \cdot L \cdot (v/\omega_{\text{қоз}})^2 = (24,3 + 2 \cdot 12,72 + 14,71 + 7,81) \cdot 50 \cdot (1,4/68,33)^2 = 1,56 \text{ кгм}^2. \quad (2.19)$$

Жүйенің толық инерция моментін келесідей табамыз:

$$J_{\Sigma} = J_1 + J_2 = 0,47 + 1,56 = 2,04 \text{ кгм}^2. \quad (2.20)$$

2.3 Электрқозғалтқыштың және оның орынбасу сұлбасының параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың синхрондық жылдамдығы келесідей:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{4} = 78,4 \text{ c}^{-1}, \quad (2.21)$$

$$n_c = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{4} = 750 \text{ айн/мин}, \quad (2.22)$$

мұндағы $p = 4$ — қозғалтқыштың полюстар саны.

4.4.2-кестеде 4АК200М8У3 типті фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың параметрлері көрсетілген, алмастыру сұлбасының салыстырмалы бірлігінде көрсетілген.

2.2 кесте - 4АК200М8У3 типті фазалық роторлы асинхрондық қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері келесідей

Параметрлері	Мәндерді, салыстырмалы бірлікте аламыз (с.б.)
Статор орамаларының белсенді кедергісі, R_1'	0,04
Статор орамаларының шашыраңқы индуктивті кедергісі, X_1'	0,081
Ротордың орамаларының белсенді кедергісі, R_2''	0,048
Ротордың орамаларының шашыраңқы индуктивті кедергісі, X_2''	0,12
Магниттік тізбектің негізгі индуктивті кедергісі, X_μ	1,8

Қозғалтқыштың номиналды айналу жылдамдығын анықтаймыз:

$$\omega_H = \omega_C * (1 - S_H) = 78,5(1 - 0,035) = 75,8 \text{ с}^{-1}. \quad (2.23)$$

Номиналды моментті төмендегі формуламен есептейміз:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{15000}{75,8} = 197,88 \text{ Нм}. \quad (2.24)$$

Қозғалтқыштың шекті моментінің мәні мынадай мәнге ие:

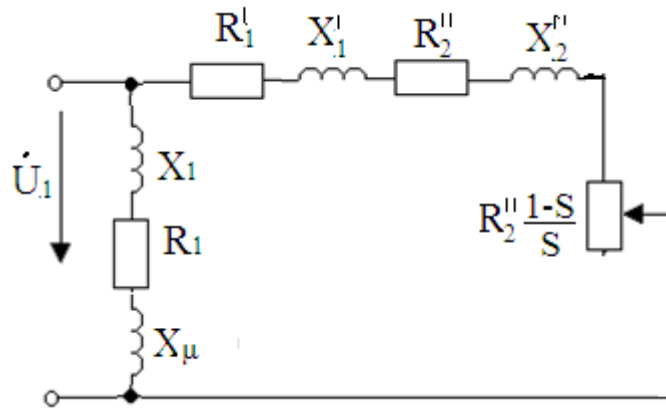
$$M_{ш} = M_{макс} = \lambda_m \cdot M_H = 3 \cdot 197,88 = 573,67 \text{ Нм}. \quad (2.25)$$

Статордағы номиналды фазалық кернеу мен токтың мәнін есептейміз:

$$U_{1\phi} = U_{ж} / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 \text{ В}; \quad (2.26)$$

$$I_{1н} = \frac{P_H}{3U_{1\phi} \cos\varphi \eta_H} = \frac{15000}{3 * 220 * 0,7 * 0,86} = 36,74 \text{ А}. \quad (2.27)$$

Төмендегі суретте асинхронды қозғалтқыштың Г-тәрізді алмастыру сұлбасы келтірілген.



2.2 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың Г- тәріздес алмастыру сұлбасы
Статордағы толық кедергіні анықтап табамыз:

$$Z_H = \frac{U_{1\phi}}{I_{1\phi}} = \frac{220}{37,75} = 5,64 \text{ Ом.} \quad (2.28)$$

Магниттейтін контурдағы негізгі индуктивті кедергілерді есептеу:

$$X_M = \bar{X}_M * Z_M = 1,8 * 5,83 = 10,48 \text{ Ом.} \quad (2.29)$$

Г-тәрізді алмастыру сұлбасының жұмыс контурындағы статор орамаларының белсенді және шашыраңқы индуктивті кедергілері (абсолюттік мәндер):

$$R_1' = R_1'(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,04 * 5,64 = 0,23 \text{ Ом ;} \quad (2.30)$$

$$X_1' = X_1'(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,081 * 5,64 = 0,47 \text{ Ом.} \quad (2.31)$$

Ротор орамындағы келтірілген шашыраңқы және белсенді индуктивті кедергілер (абсолюттік мәндер):

$$R_2'' = R_2''(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,048 * 5,64 = 0,27 \text{ Ом;} \quad (2.32)$$

$$X_2'' = X_2''(\text{с.б.}) \cdot Z_H = 0,12 * 5,64 = 0,7 \text{ Ом.} \quad (2.33)$$

Г-тәрізді алмастыру сұлбасындағы магниттеу контурында статор орамындағы шашыраңқы индуктивті және белсенді кедергілер (абсолюттік мәндер):

$$X_1 = \frac{2 \cdot X'_1 \cdot X_M}{X_M + \sqrt{X_M^2 + 4X'_1 \cdot X_M}} = \frac{2 \cdot 0,47 \cdot 10,59}{10,49 + \sqrt{(10,49)^2 + 4 \cdot 0,47 \cdot 10,49}} = 0,44 \text{ Ом}; \quad (2.34)$$

$$R_1 = \frac{R'_1 \cdot X_1}{X'_1} = \frac{0,23 \cdot 0,45}{0,47} = 0,22 \text{ Ом}. \quad (2.35)$$

Ротор орамындағы фаза тогының мәні:

$$I_2 = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2''}{S}\right)^2 + (x'_1 + x''_2)^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,23 + \frac{0,28}{0,035}\right)^2 + (0,47 + 0,7)^2}} = 27,46 \text{ А}; \quad (2.36)$$

Іске қосу кезінде сырғудың мәні $S_{ж}=1$ болады.

Іске қосу кезіндегі ротордағы токтың мәні:

$$I'_{2ж} = \frac{220}{\sqrt{(0,23 + 0,28)^2 + (0,45 + 0,7)^2}} = 172,42 \text{ А},$$

Іске қосу моментінің мәні келесідей болады:

$$M_{жс} = \frac{3 \cdot (I'_2)^2 \cdot R_2''}{S \cdot \omega_c} = \frac{3 \cdot (172,41)^2 \cdot 0,28}{78,5 \cdot 1} = 318,07 \text{ Нм}. \quad (2.37)$$

$S=0,23$ кезінде шекті сырғудың мәні ротор тогының мәні мынадай көрінеді:

$$I'_{2ш} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,23 + \frac{0,28}{0,23}\right)^2 + (0,45 + 0,7)^2}} = 91,67 \text{ А}$$

Шектік (максимал) моменттің мәні $M_{\text{макс}}$:

$$M_{\text{макс}} = \frac{3 \cdot (91,67)^2 \cdot 0,28}{0,23 \cdot 78,5} = 599,48 \text{ Нм}.$$

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары бұрыштың айналу жылдамдығының моменттен тәуелділігін білдіреді, яғни $\omega=f(M)$. Біз сондай-ақ $M=f(S)$ сипаттамасында қазіргі уақытта кеңінен қолданамыз. Статор мен ротор тізбегінде қандай да бір қосымша кедергілер болмаған кезде кернеудің номиналды параметрлері кезінде салынатын сипаттаманы табиғи механикалық сипаттамасы дейміз.

$M=f(S)$ және $\omega=f(M)$ механикалық сипаттамаларын тұрғызу үшін, Клосстың белгілі формуласын қолданамыз:

$$M = \frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{ш}}} + \frac{S_{\text{ш}}}{S}}, \quad (2.38)$$

мұнда M - s сырғудың белгілі бір мәніне сәйкес келетін моменттің нақты мәні;

$S_{\text{ш}}$ - $M_{\text{макс}}$ максимал моментке сәйкес келетін бір шекті сырғудың нақты мәні.

Бұрыштық айналу жылдамдығын сырғу арқылы есептеуге болады:

$$\omega = \omega_c(1 - S), \quad (2.39)$$

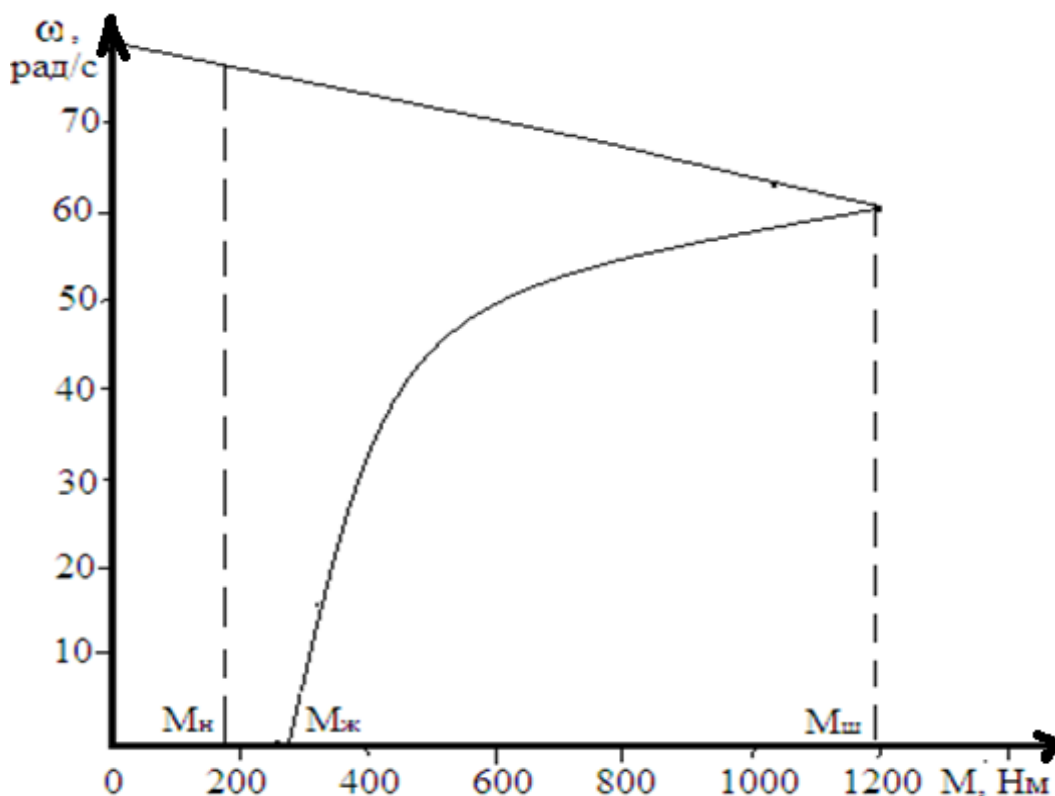
мұндағы ω_c – синхронды жылдамдық.

Сырағанаудың S мәнін, 1ден 0 дейін өзгерте отырып, момент M мен ω бұрыштық жылдамдықтың мәндерін табамыз. Алынған нәтижелерді 2.3 кестеге толтырымыз.

2.3 кесте- Механикалық сипаттаманың есептеп алынған нәтижелері

$S,$	0	0,01	0,02	0,035	0,1	0,2	0,23	0,4	0,6	0,8	1
$M, \text{ Нм}$	0	52,03	115,05	178,32	438,4	1033,4	1158,9	527,1	410,7	328,4	251,9
$\omega, 1/c$	78,5	76,72	75,93	75,8	71,65	61,8	60,45	47,1	31,4	15,7	0

2.3 суретте қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамалары көрсетілген.



2.3 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

2.4 Іске қосу кедергілерін есептеу және олардың сыртқы қосылу сұлбасын тұрғызу

2.7 Суретте сырғу арқылы қозғалтқыштың басқару сұлбасы көлік механизмдерінде кеңінен қолданылады. Жылдамдықты реттеу фазалық ротор тізбегіне қосымша кедергілерді қосу жолымен жүзеге асырылады.

Барлық кедергілерді тізбекке қосу кезінде қозғалтқыш іске қосу кезінде бірінші тұрақтандырылған жылдамдыққа дейін алға қарай қозғала бастайды. Тізбектен бірінші кедергіні ажыратқан кезде, қозғалтқыш жасанды сипаттамаға ауысады және келесі тұрақтандырылған жылдамдыққа дейін жылдам қозғала бастайды. Осылайша, егер жұмыс механизмінің статикалық кедергі моменті үлкен болса, қозғалтқыш жылдамдығы біртіндеп номиналды жылдамдыққа дейін артады.

Іске қосу диаграммасын қамтамасыз ететін ротор тізбегіндегі кедергіні есептеу үшін, фазалық роторлы асинхронды қозғалтқышы бар жетектер үшін ең жиі қолданылады.

2.7 суретте - асинхронды қозғалтқышты M1-ден M2-ге дейінгі қашықтықта басқару сұлбасы.

Іске қосу диаграммасын құру кезінде механикалық сипаттаманың жұмыс бөлігі сызықтық болып саналады.

Іске қосу диаграммасын тұрғызған кезде ең үлкен момент M_1 максималды моменттен $M_{макс}$ артық болмауы керек, әдетте $(0,8...0,9)M_{макс}$

оны деп қабылдаймыз. Ал ауысу моменті $M_2 = (1,1 \dots 1,25) M_k$ тең болады болады.

$$M_1 = 0,8 \cdot 579,48 = 479,57 \text{ Нм},$$

$$M_2 = 1,1 \cdot M_k = 1,1 \cdot 183,19 = 212,51 \text{ Нм}.$$

Іске қосу диаграммасындағы сатылардың саны m :

$$m = \frac{\lg\left(\frac{1}{S_H \cdot M_{10}}\right)}{\lg\left(\frac{M_1}{M_2}\right)} = \frac{\lg\left(\frac{1}{0,034 \cdot 2,42}\right)}{\lg\left(\frac{479,58}{212,51}\right)} = \frac{1,07}{0,25} = 3,06. \quad (2.40)$$

Мұндағы $M_{10} = M_1/M_H$. Сатылардың сандарын келесідей қабылдаймыз: $m=3$.

Бұдан кейін $m=3$ екедігін ескере отырып, ауыстыру моментін M'_2 анықтап аламыз:

$$M_2 = M_1 \sqrt[m]{\frac{M_1}{M_H} \cdot S_H}. \quad (2.41)$$

$$M'_2 = 479,58 \cdot \sqrt[3]{0,035 \cdot \frac{479,57}{197,89}} = 138,66$$

Ротордың тізбегіндегі толық кедергіні анықтаймыз:

$$R_{2H} = \frac{E_{2k}}{\sqrt{3} I_{2H}} = \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 28} = 7,442 \text{ Ом}. \quad (2.42)$$

Ротордың келтірілген кедергісі келесідей мәнге ие:

$$R'_2 = R_{2H} \cdot S_H = 7,442 \cdot 0,036 = 0,26 \text{ Ом}. \quad (2.43)$$

Сатылардағы қосымша кедергілерді анықтаймыз:

$$r_1 + r_2 + r_3 = R_{2H} - R'_2 = 7,432 - 0,26 = 7,172 \text{ Ом}. \quad (2.44)$$

Бұдан кейін, төмендегі формулалар бойынша λ және сатылардың кедергілерін анықтап табамыз:

$$\lambda = M_1/M'_2; \quad (2.45)$$

$$R_{dm} = R_2 \cdot (\lambda - 1) ; \quad (2.46)$$

$$R_{d(m-1)} = R_{dm} \cdot \lambda ; \quad (2.47)$$

$$\lambda = \frac{479,58}{138,67} = 3,43$$

$$R_{03} = 0,26 \cdot (3,43 - 1) = 0,632 \text{ Ом};$$

$$R_{02} = 0,632 \cdot 3,43 = 2,168 \text{ Ом};$$

$$R_{01} = R_{05} \cdot \lambda = 2,168 \cdot 3,43 = 7,435 \text{ Ом}.$$

Әр секцияның кедергілерін есептейміз:

$$R_1 = R_{д1} - R_{д2} = 7,436 - 2,158 = 5,258 \text{ Ом}; \quad (2.48)$$

$$R_2 = R_{д2} - R_{д3} = 2,168 - 0,642 = 1,435 \text{ Ом}; \quad (2.49)$$

$$R_3 = R_{д3} = 0,632 \text{ Ом}.$$

Қозғалтқыштың іске қосылу уақытын анықтаймыз. Бұл үшін, ең алдымен, бір қозғалтқыш механизмінің толық инерциясын есептейміз:

$$J_{\Sigma} = J'_{мех.} + J_{дв.} = 4,32 + 0,4 = 4,72 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.50)$$

Моменттердің орташа мәндерін анықтап аламыз:

$$M_{cp} = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{479,58 + 212,51}{2} = 346,036 \text{ Нм} . \quad (2.51)$$

Орташа динамикалық моментті анықтап табамыз:

$$M_{cp/дин} = M_{cp} - M_{сн} = 336,046 - 193,2 = 152,845 \text{ Нм} . \quad (2.52)$$

Бұрыштық үдеуді есептеуіміз керек:

$$\varepsilon = \frac{M_{cp.дин.}}{J_{\Sigma}} = \frac{152,845}{4,72} = 30 \text{ с}^{-2} . \quad (2.53)$$

Бұл жағдайда қозғалтқыштың іске қосылу уақытын келесідей етіп аламыз:

$$t_n = \frac{\omega_{орн}}{\varepsilon} = \frac{75,8}{30} = 2,2c. \quad (2.54)$$

Барлық сатылардың іске қосылу уақыты $t_p = 2,2c$ тең.

Каталог бойынша ЯС-101 типті кедергілер жәшігін таңдап аламыз, оның формасы НС-401, $I_{дл.т.} = 24$ А, $R_3 = 0,2$ Ом, $T = 386c$.

Бірінші жәшіктегі элементтер саны – 40 тең, элементтер барлығы шойыннан жасалады. ЯС-100 типті кедергілер жәшігін таңдаймыз, оның формасы НС-400, $I_{дл.т.} = 54$ А, $R_3 = 0,08$ Ом, $T = 550c$.

Екінші жәшіктегі элементтер саны - 20, барлық элементтер шойыннан жасалған.

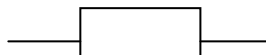
1. Бірінші сатының кедергісінің мәні: $R_1 = 5,267$ Ом. Осындай мәндерді кедергісін алу үшін, 20 элементті тізбектей жалғаймыз. Сонда олардың жалпы кедергісі келесідей болады:

$$R_1 = 12 \cdot R_3 + 8 \cdot R_3 + 20 \cdot R_{31} = 11 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,2 + 20 \cdot 0,06 = 5,2 \text{ Ом.}$$



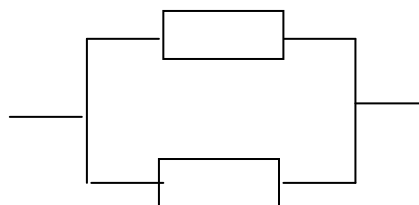
2. Екінші сатының кедергісінің мәні: $R_2 = 1,535$ Ом. Осындай мәнді кедергінің мәнін алу үшін, 8 элементті тізбектей жалғаймыз. Сонда олардың жалпы кедергісінің мәні төмендегідей:

$$R_2 = 8 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ Ом}$$



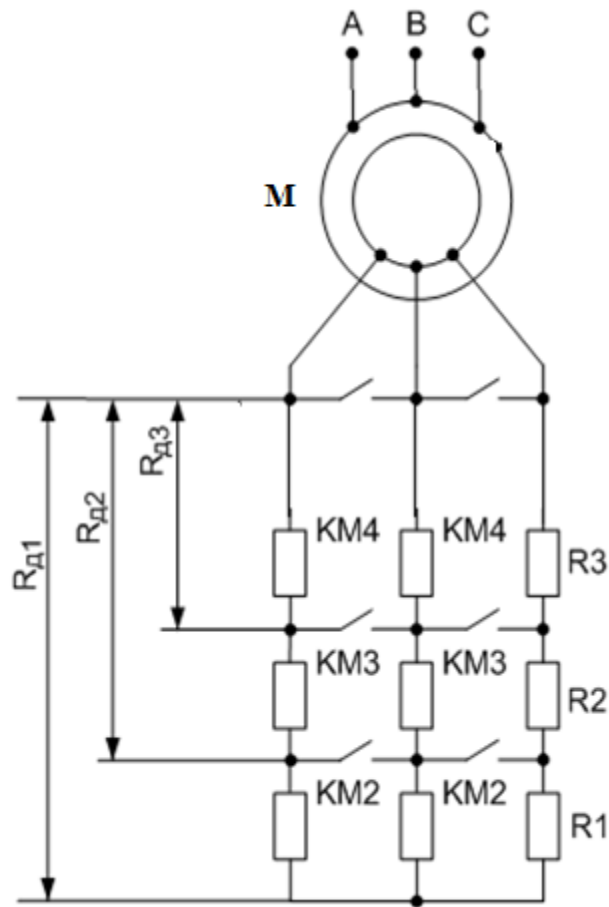
3. Үшінші сатының кедергісінің мәні: $R_3 = 0,631$ Ом. . Осындай мәнді кедергі алу үшін, 4 элементті тізбектейі жалғап, екі параллель тармақтан тұратын тізбек жасап аламыз. Сонда олардың жалпы кедергісінің мәні:

$$R_3 = \frac{R_3}{2}.$$



Асинхронды қозғалтқыштың фазалық роторының тізбегіндегі

резисторлары, фазасы $m=3$ болған кездегі жалғану сұлбасы суретте көрсетілген.



2.4 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың фазалық роторының тізбегіндегі резисторлар $m=3$ болған кездегі жалғану сұлбасы

3 Фазалық роторлы қозғалтқыштың электр жетегіндегі механикалық өтпелі процестері

Механикалық өтпелі процесті тұрғызу үшін, $\omega=f(t)$, $M=f(t)$, $I_2=f(t)$ төмендегі формулалар арқылы жүргіземіз:

$$\omega_i = (\omega_{\text{бас.}i} - \omega_{m \cdot i}) * \ell^{\frac{-t}{T_{mi}}} + \omega_m, \quad (3.1)$$

$$T_{mi} = \frac{J_{\Sigma}}{\beta_i}, \quad (3.2)$$

$$\beta_i = \frac{\Delta M}{\Delta \omega_i}. \quad (3.3)$$

і-лік жылдамдық кезіндегі сырғанау:

$$S_i = \frac{\omega_c - \omega_i}{\omega_c} . \quad (3.4)$$

і-лік сырғанау мен момент кезіндегі ротор тогы:

$$I'_{2i} = \sqrt{\frac{M_i * \omega_c * S_i}{3 * R_j}} , \quad (3.5)$$

$$M = (M_1 - M_c) * l^{\frac{-t}{T_{mi}}} + M_c . \quad (3.6)$$

ω_i - і-лі саты үшін t уақыт сәті кезіндегі жылдамдығы;

$\omega_{нач.i}$ - і-лік саты үшін, бастапқы жылдамдығы;

$\omega_{уст.i}$ - і-лік саты үшін, соңғы жылдамдығы;

T_{mi} - і-лік саты үшін, электромеханикалық уақыттың тұрақтысы;

β_i - і-лік саты үшін, қатандық;

J_Σ - инерция моментінің қосындысы.

Бірінші саты:

$$\beta_1 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_0} = \frac{267,07}{78,5} = 3,3 \text{ Нм/с},$$

$$T_{M1} = \frac{J_\Sigma}{\beta_1} = \frac{4,72}{3,4} = 1,39 \text{ с}.$$

і-лік сатының жұмыс уақыты:

$$t_{pi} = -T_{Mi} * \ln\left(\frac{\omega_{устi} - \omega_i}{\omega_{устi} - \omega_{начi}}\right) . \quad (3.7)$$

$$M_2 = (M_1 - M_c) * e^{\frac{t_{p1}}{1,39}} + M_c , \quad (3.8)$$

$$212,51 = (479,58 - 193,1) * e^{\frac{t_{p1}}{1,39}} + 193,1,$$

$$t_{p1} = -1,39 * \ln 0,206 = 2,2 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p1} = 0,55 \text{ с},$$

$$\omega_1^1 = (0 - 40) * e^{\frac{-0,55}{1,39}} + 40 = 13,07 \text{ с}^{-1},$$

$$\begin{aligned}\omega_1^2 &= -40 * e^{\frac{-1,1}{1,39}} + 40 = 21,87 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_1^3 &= -40 * e^{\frac{-1,65}{1,39}} + 40 = 27,79 \text{ с}^{-1}, \\ \omega_1^4 &= -40 * e^{\frac{-2,2}{1,39}} + 40 = 31,78 \text{ с}^{-1}.\end{aligned}$$

Екінші саты үшін есептеу жүргіземіз:

$$\beta_2 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_1} = \frac{266,07}{78,5 - 31,78} = 5,72 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M1} = \frac{4,72}{5,72} = 0,84 \text{ с},$$

$$t_{p2} = -0,83 * \ln 0,206 = 1,3 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p2} = 0,33 \text{ с},$$

$$\omega_2^1 = (31,78 - 60) * e^{\frac{-0,33}{0,83}} + 60 = 41,04 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^2 = -28,22 * e^{\frac{-0,66}{0,83}} + 60 = 47,26 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^3 = -28,22 * e^{\frac{-0,99}{0,83}} + 60 = 51,44 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_2^4 = -28,22 * e^{\frac{-1,3}{0,83}} + 60 = 54,11 \text{ с}^{-1}.$$

Үшінші саты үшін есептеу жүргіземіз:

$$\beta_3 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_2} = \frac{267,07}{78,5 - 54,11} = 10,95 \text{ Нм/с},$$

$$T_{M3} = \frac{4,72}{10,95} = 0,43 \text{ с},$$

$$t_{p3} = -0,43 * \ln 0,206 = 0,68 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p3} = 0,17 \text{ с},$$

$$\omega_3^1 = (54,1 - 70) * e^{\frac{-0,17}{0,43}} + 70 = 59,29 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^2 = -15,9 * e^{\frac{-0,34}{0,43}} + 70 = 62,79 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^3 = -15,9 * e^{\frac{-0,51}{0,43}} + 70 = 65,14 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_3^4 = -15,9 * e^{\frac{-0,68}{0,43}} + 70 = 66,73 \text{ с}^{-1}.$$

Табиғи сипаттаманы тұрғызу үшін есептеу жүргіземіз:

$$\beta_4 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_4} = \frac{267,07}{78,5 - 65,73} = 22,68 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M4} = \frac{4,72}{22,68} = 0,21,$$

$$t_{p4} = -0,22 \cdot \ln 0,206 = 0,33 \text{ с},$$

$$\Delta t_{p4} = 0,11 \text{ с},$$

$$\omega_4^1 = (66,63 - 75,8) \cdot e^{\frac{-0,11}{0,21}} + 74,8 = 70,4 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_4^2 = -9,07 \cdot e^{\frac{-0,22}{0,21}} + 75,8 = 72,6 \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_4^3 = -9,07 \cdot e^{\frac{-0,33}{0,21}} + 75,8 = 73,9 \text{ с}^{-1},$$

$$t_{\Sigma} = 2,2 + 1,3 + 0,68 + 0,33 = 4,51 \text{ с}.$$

Рұқсат етілген жеделдету бойынша қозғалтқышты тексереміз:

$$a_g = 0,6 \text{ м/с}^2,$$

$$\Sigma = a / \rho_{\Sigma} = 0,6 / 0,01 = 60 \text{ с}^{-1}, \quad (3.9)$$

$$M_{\text{дин.ср.п}} \leq J_{\Sigma} E = 4,72 * 60 = 273,1 \text{ Нм}, \quad (3.10)$$

$$M_{\text{ср.п}} \leq M_{\text{дин.ср.п.}} + M_{\text{с}}, \quad (3.11)$$

$$M_{\text{ср.п.}} = \frac{479,58 + 212,51}{2} = 356,05 \text{ Нм},$$

$$M_{\text{ср.п}} \leq 152,85 + 193,2 = 356,04 \text{ Нм},$$

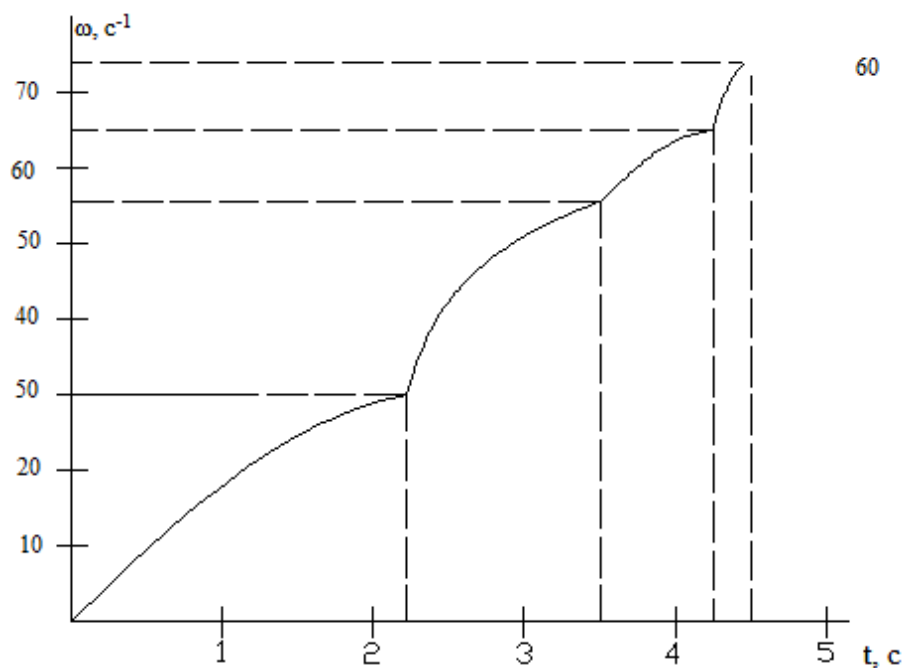
$$M_{\text{д.ср.п.}} = M_{\text{ср.п.}} - M_{\text{с}} = 356,04 - 193,2 = 152,84 \text{ Нм},$$

$$E = \frac{152,84}{4,72} = 32,4 \text{ с}^{-1},$$

$$a = 32,4 * 0,01 = 0,324 \text{ м/с}^2,$$

$$a < a_g.$$

Есептеу нәтижелері бойынша алынған бұрыштық жылдамдыққа тәуелділік графигі төменде көрсетілген.



3.1 сурет – Қозғалтқышты іске қосу кезіндегі уақыттың бұрыштық жылдамдығына тәуелділік кестесі

i -лік саты үшін, қозғалтқыштың моментінің өзгеру уақытына байланысты келесі өрнек бойынша анықтаймыз:

$$M_i = (M_1 - M_C) * l^{\frac{-t_i}{T_{M1}}} + M_C.$$

Бірінші саты кезінде:

$$T_{M1} = 1,38 \text{ c}, t_{p1} = 2,2 \text{ c}, \Delta t_{p1} = 0,54 \text{ c},$$

$$M_1^1 = (267,07 - 193,19) * e^{\frac{-0,54}{1,39}} + 183,19 = 232,93 \text{ Нм},$$

$$M_1^2 = (267,07 - 193,19) * e^{\frac{-1,1}{1,39}} + 193,19 = 226,67 \text{ Нм},$$

$$M_1^3 = (267,07 - 193,19) * e^{\frac{-1,65}{1,39}} + 192,19 = 216,72 \text{ Нм},$$

$$M_1^4 = (267,07 - 193,19) * e^{\frac{-2,2}{1,39}} + 193,19 = 208,36 \text{ Нм}.$$

Екінші саты кезінде:

$$T_{M2} = 0,83 \text{ c}, t_{p2} = 1,3 \text{ c}, \Delta t_{p2} = 0,33 \text{ c},$$

$$M_2^1 = 73,88 * e^{\frac{-0,33}{0,83}} + 183,19 = 232,83 \text{ Нм},$$

$$M_2^2 = 73,88 * e^{\frac{-0,66}{0,83}} + 183,19 = 226,54 \text{ Нм},$$

$$M_2^3 = 73,88 * e^{\frac{-0,99}{0,83}} + 183,19 = 215,6 \text{ Нм},$$

$$M_2^4 = 73,88 * e^{\frac{-1,3}{0,83}} + 183,19 = 208,63 \text{ Нм}.$$

Үшінші саты үшін:

$$T_{M3} = 0,43 \text{ с}, t_{p3} = 0,67 \text{ с}, \Delta t_{p2} = 0,17 \text{ с},$$

$$M_3^1 = 73,88 * e^{\frac{-0,17}{0,43}} + 183,19 = 242,95 \text{ Нм},$$

$$M_3^2 = 73,88 * e^{\frac{-0,34}{0,43}} + 183,19 = 226,7 \text{ Нм},$$

$$M_3^3 = 73,88 * e^{\frac{-0,51}{0,43}} + 183,19 = 215,76 \text{ Нм},$$

$$M_3^4 = 73,88 * e^{\frac{-0,68}{0,43}} + 183,19 = 208,39 \text{ Нм}.$$

Табиғи сипаттаманы тұрғызу үшін төмендегі формулаларды қолданамыз:

$$\beta_4 = \frac{M_1 - M_2}{\omega_c - \omega_4} = \frac{257,07}{78,5 - 66,73} = 22,69 \text{ Н/мс},$$

$$T_{M4} = \frac{4,72}{22,69} = 0,21,$$

$$t_{p4} = -0,21 * \ln 0,206 = 0,32 \text{ с},$$

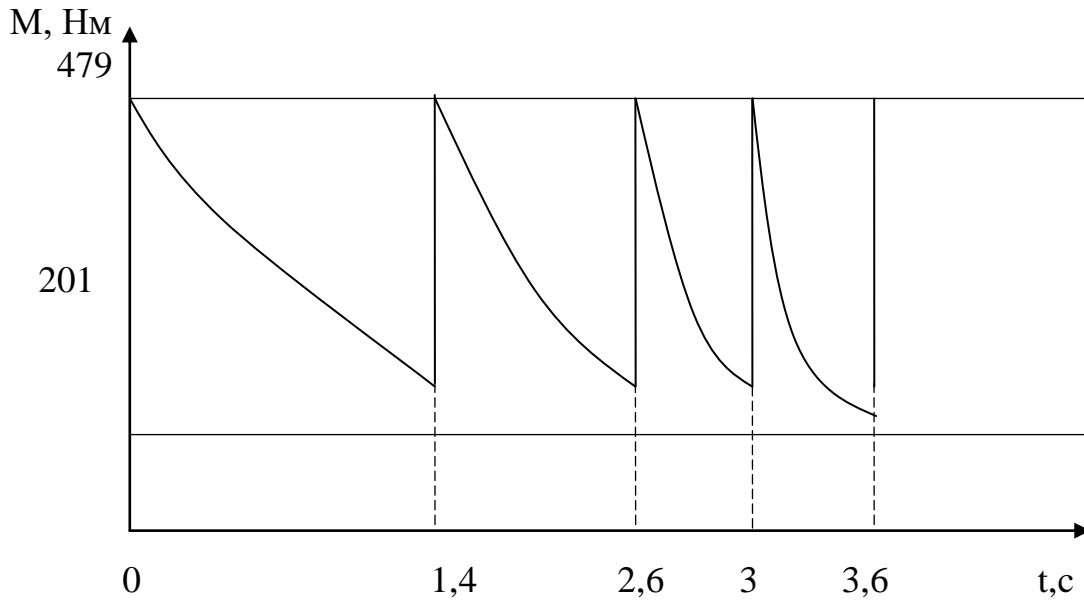
$$\Delta t_{p4} = 0,11 \text{ с},$$

$$M_4^1 = 73,88 * e^{\frac{-0,11}{0,21}} + 183,19 = 236,95 \text{ Нм},$$

$$M_4^2 = 73,88 * e^{\frac{-0,22}{0,21}} + 183,19 = 219,11 \text{ Нм},$$

$$M_4^3 = 73,88 * e^{\frac{-0,33}{0,21}} + 183,19 = 208,54 \text{ Нм.}$$

Есептеу нәтижелеріне сәйкес моменттің уақытқа тәуелді графигі 3.2 суретте көрсетілген.



3.2 сурет - Қозғалтқыштың іске қосылу сәтінің уақытқа тәуелділігі

Ротор тогының іске қосу кезіндегі уақытқа тәуелділігін өзгертуді есептейміз.

і-лік жылдамдық кезіндегі сырғудың мәні келесідей:

$$S_i = \frac{\omega_c - \omega_i}{\omega_c} \quad (3.12)$$

і-лік сырғу мен момент кезіндегі ротордың тогы келесідей болады:

$$I'_{2i} = \sqrt{\frac{M_i * \omega_c * S_i}{3 * R_j}} \quad (3.13)$$

мұндағы, R_j - j-лік саты кезіндегі, жұмыс кезіндегі ротордың толық кедергісі.

Бірінші саты үшін:

$$S_1^1 = \frac{77,5 - 13,07}{78,5} = 0,8,$$

$$S_2^1 = \frac{77,5 - 21,87}{78,5} = 0,73,$$

$$I_1' = \sqrt{\frac{242,93 * 77,5 * 0,8}{3 * 7,432}} = 26,16 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,67 * 77,5 * 0,72}{3 * 7,432}} = 23,96 \text{ A},$$

$$S_3^1 = \frac{77,5 - 27,79}{77,5} = 0,65,$$

$$S_4^1 = \frac{77,5 - 31,78}{77,5} = 0,6,$$

$$I_3' = \sqrt{\frac{215,73 * 77,5 * 0,65}{3 * 7,432}} = 22,21 \text{ A},$$

$$I_4' = \sqrt{\frac{208,37 * 77,5 * 0,6}{3 * 7,432}} = 21 \text{ A}.$$

Екінші саты үшін есептейміз:

$$S_1^2 = \frac{77,5 - 41,04}{77,5} = 0,47,$$

$$S_2^2 = \frac{77,5 - 47,26}{77,5} = 0,4,$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{242,83 * 77,5 * 0,48}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 37,6 \text{ A},$$

$$I_2' = \sqrt{\frac{226,55 * 77,5 * 0,4}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 33,2 \text{ A},$$

$$S_3^2 = \frac{77,5 - 51,44}{77,5} = 0,34,$$

$$S_4^2 = \frac{77,5 - 54,11}{77,5} = 0,32,$$

$$I'_3 = \sqrt{\frac{215,6 * 78,5 * 0,34}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 29,76 \text{ A},$$

$$I'_4 = \sqrt{\frac{208,62 * 78,5 * 0,31}{3 * (7,432 - 5,268)}} = 27,95 \text{ A}.$$

Үшінші саты үшін есептейміз:

$$S_1^3 = \frac{77,5 - 59,29}{77,5} = 0,25,$$

$$S_2^3 = \frac{77,5 - 62,79}{77,5} = 0,2,$$

$$I'_3 = \sqrt{\frac{242,94 * 77,5 * 0,24}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 16,08 \text{ A},$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{226,7 * 77,5 * 0,2}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 14,19 \text{ A},$$

$$S_3^3 = \frac{77,5 - 65,14}{77,5} = 0,18,$$

$$S_4^3 = \frac{78,5 - 66,73}{78,5} = 0,15,$$

$$I'_3 = \sqrt{\frac{215,75 * 77,5 * 0,17}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 12,76 \text{ A},$$

$$I'_4 = \sqrt{\frac{208,39 * 77,5 * 0,15}{3 * (7,432 - 1,536)}} = 11,79 \text{ A}.$$

Табиғи сипаттаманы тұрғызу үшін:

$$S_1^4 = \frac{77,5 - 70,4}{77,5} = 0,1,$$

$$S_2^4 = \frac{77,5 - 72,6}{77,5} = 0,07,$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{236,95 * 77,5 * 0,1}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 9,5 \text{ A},$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{219,11 * 77,5 * 0,07}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 7,67 \text{ A},$$

$$S_3^4 = \frac{77,5 - 73,9}{77,5} = 0,059,$$

$$I'_2 = \sqrt{\frac{208,54 * 77,5 * 0,059}{3 * (7,432 - 0,632)}} = 47,3 \text{ A}.$$

і-ші сатыны іске қосу тогын анықтаймыз:

$$S=1, S = \frac{77,5 - 31,3}{77,5} = 0,6;$$

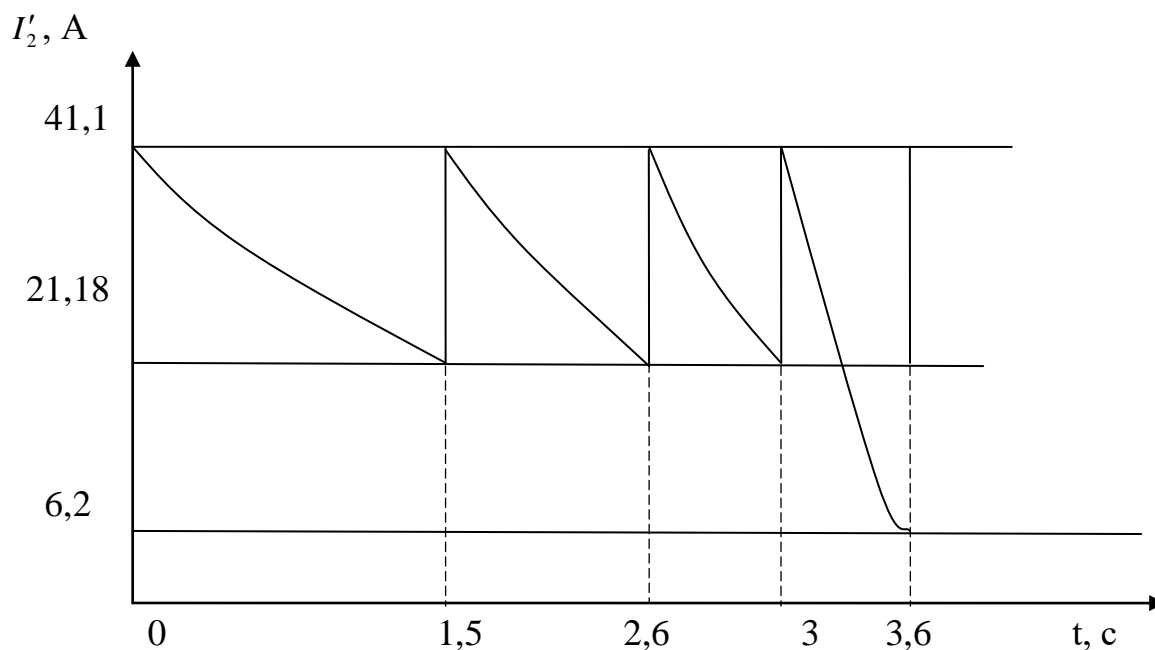
$$I'_{2\text{верх}} = \sqrt{\frac{479,58 * 77,5 * 1}{3 * 7,432}} = 41,2 \text{ A},$$

$$I'_{2\text{ниж}} = \sqrt{\frac{212,51 * 77,5 * 0,6}{3 * 7,432}} = 21,19 \text{ A},$$

$$S_c = \frac{77,5 - 73,9}{77,5} = 0,057,$$

$$I'_{2\text{см}} = \sqrt{\frac{193,19 * 77,5 * 0,058}{3 * 7,432}} = 6,4 \text{ A}.$$

Есептеу нәтижелері бойынша, анықталған ротордағы токтың уақытқа тәуелділігінің графигін 3.3 суретте көрсетілген.



3.3 сурет - Қозғалтқыштың роторындағы токтың іске қосу уақытына тәуелділігінің графигі

4 Конвейердің электр жетегінің энергетикалық параметрлерін есептеп және жетекті басқару сұлбасын құрастырамыз

4.1 Электр энергиясының шығынын, орташа тәуліктік ПӘК-і мен қуат коэффициентін анықтау

Тәулік ішіндегі электр энергия шығынын төмендегі формуламен анықталады:

$$A_{\text{полез}} = \int_0^{t_p} p(t) dt . \quad (4.1)$$

Интегралды есептеу кезінде, ауданды есептеумен алмастырамыз:

$$A_{\text{полез}} = \sum_{i=1}^n S_i , \quad (4.2)$$

Желіден тұтынатын активті электр қуатын есептейміз:

$$P_{\text{эл}} = \frac{P_{\text{мех}}}{\eta_{\text{об}}} = \frac{15000}{0,9} = 15,67 \text{ кВт}. \quad (4.3)$$

Реактивті қуатты анықтаймыз:

$$Q = 3(I_M^2 (x_1 + x_M) + (I_2')^2 (x_1' + x_2')) ; \quad (4.4)$$

Ығысу бұрышы келесідей формуламен анықталады:

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{x'_1 + x''_2}{R'_1 + R'_2}\right) = \arctg\left(\frac{0,47 + 0,7}{0,23 + 0,28}\right) = 65,4^\circ. \quad (4.5)$$

Ротордың тогының активті құрамын анықтап табамыз:

$$I'_{2A} = I'_2 \cos \varphi_2 = 54,89 \cos 65,4 = 21,97 \text{ А.} \quad (4.6)$$

Ротор тогының реактивті құраушысын анықтаймыз:

$$I'_{2P} = I'_2 \sin \varphi_2 = 54,89 \sin 65,4 = 50,3 \text{ А,} \quad (4.7)$$

$$\varphi_M = \arctg\left(\frac{x_1 + x_M}{R_1}\right) = \arctg\left(\frac{0,45 + 10,49}{0,22}\right) = 87,87^\circ.$$

Магниттеу тогының белсенді құрамын анықтаймыз:

$$I_{MA} = I_M \cos \varphi_M = 26,47 \cos 87,8 = 0,55 \text{ А.} \quad (4.8)$$

Магниттеу тогының реактивті құраушысын анықтаймыз:

$$I_{MP} = I_M \sin \varphi_M = 26,47 \sin 87,8 = 26,46 \text{ А.} \quad (4.9)$$

$$I_1 = \sqrt{(I'_{2A} + I_{MA})^2 + (I'_{2P} + I_{MP})^2} = \sqrt{(21,98 + 0,55)^2 + (50,3 + 26,46)^2} = 80 \text{ А.} \quad (4.10)$$

Реактивті қуатты келесідей формуламен анықтаймыз:

$$Q = 3 \cdot (26,47^2 \cdot 5,09 + 54,89^2 \cdot 0,46) = 14,86$$

Толық қуатты табамыз:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(16,67)^2 + (14,86)^2} = 23,35 \text{ кВА} \quad (4.11)$$

Электр энергиясының жалпы шығыны былайша анықталады:

$$A_{\text{ж.эл}} = P_{\text{эл}} \cdot t = 16,57 \cdot 24 = 400,3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.} \quad (4.12)$$

Пайдалы энергиясының шығыны келесідей болады:

$$A_{\text{п.эл}} = P_{\text{эл}} \cdot t = 15,0 \cdot 24 = 361 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Орташа тәуліктік ПӘК-ін анықтаймыз:

$$\eta = \frac{A_s}{A_n} = \frac{361}{400} = 0,9 = 90\% \quad (4.13)$$

Қуат коэффициентін төмендегідей анықтап аламыз:

$$\cos \varphi = \frac{P_{эл}}{S} = \frac{16,67}{22,34} = 0,74 \quad (4.14)$$

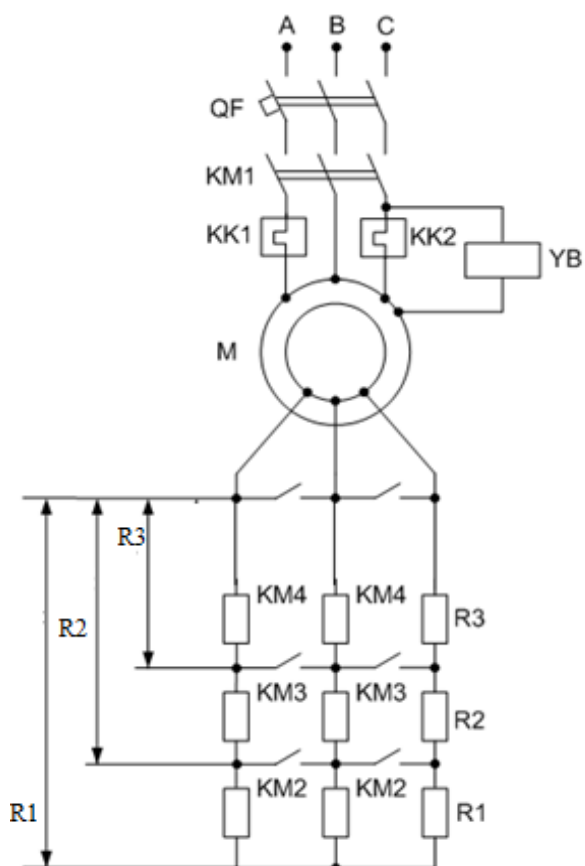
4.2 Ленталы конвейердің электр жетегін контроллердің көмегімен басқаруды қарастыру

Конвейердің қозғалтқышын қашықтықтан басқару аппараты бар контроллер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

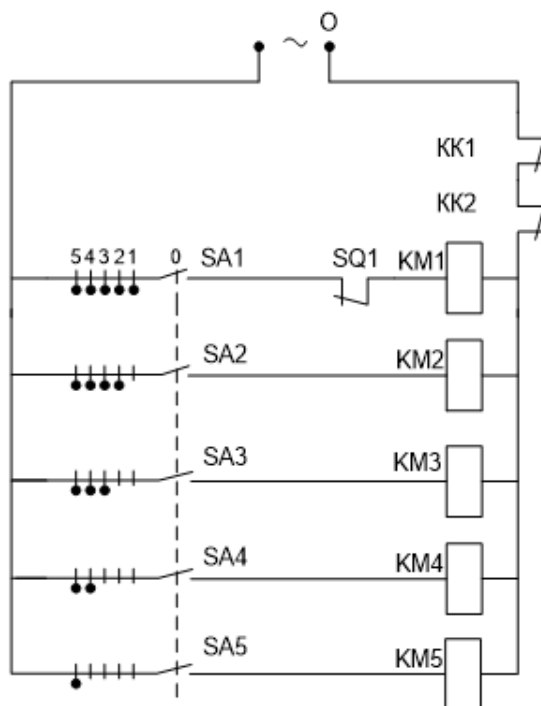
4.1 Сурет - фазалы роторы бар үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың басқару сұлбасы келтірілген. Контроллер, контакторлардың электромагниттік орауын басқару тізбектерінің тұйықтайтын құрылғы. Өз кезегінде, қозғалтқыш тізбектерін тұйықтайтын және ажырататын контактор. Бұл сұлбаның құрамына QF автоматты ажыратқыштары, KM1 – KM5 магнитті қосқыштары, фазалық – роторлы асинхронды қозғалтқыштар және ротор орамдарының іске қосылу кедергілері кіреді. Бұл дипломдық жобада аралық реленің түйіспелерінің көмегімен қысқа тұйықталу мүмкіндігі қарастырылады.

2.6 суретте - екі бағытта басқару сұлбасы: бірінші бөлікте SA1 контактісі тұйықталады және орамаға кернеу бере бастайды. Контактор KM1 статорының орамасын желіге қосады. Қозғалтқыштың іске қосылуынан басқа электромагниттік сәулеленудің YB орамасы да, бір мезгілде іске қосылады, сондай-ақ өзінің тарту күшімен шкивті қалыптандыра алады. Бұл ретте ротор тізбегіне Rд1 іске қосу реостатының толық кедергісі қосылады. Бірінші сатыға сәйкес қозғалтқыш, тоқтатылады. Контроллер екінші сатыға ауысқанда SA2 контактісі тұйықталады, KM2 контакторы іске қосылып, жалғанады. Ол R₁ кедергісін тұйықтайды. Қозғалтқыш екінші сатыға сәйкес сипаттама бойынша үдей қозғалады да, екінші тұрақталған жылдамдыққа жеткен кезде тоқтайды.

Осылайша, контроллердің орындарын ауыстырған кезде, ақырындап SA1-SA4 контакттері тұйықталғандықтан, KM1-KM4 контакторлары іске қосылады.



4.1 сурет – Фазалық роторлы үшфазалы асинхрондық қозғалтқыштың басқарушы күштік сұлбасы



4.2 сурет - Төрт позициялық контроллерлік реверсивті емес басқарушы сұлбасы

R1 реостаты... R3 кедергілердің қысқа тұйықталуы және кедергі мәні нөлге тең болады. Нәтижесінде, қозғалтқыш табиғи сипаттама бойынша жұмыс істейді және номиналды режимге ауысады.

Қозғалтқышты тоқтату үшін 0 позициясына контроллерді қою қажет.

4.3 Электр жетегінің бағдарламалық үлгісін тұрғызу және өтпелі процестерін зерттеу

Электр жетегінің моделі. Электржетекті зерттеу кезінде қолданылатын негізгі пакет Simulink және Power System Blockset пакеттері болып табылады.

Simulink пакеті электромеханикалық жүйені анықтаудың негізгі құралы болып табылады. Электржетек жүйесін зерттеген кезде осы пакеттің көмегімен барлық параметрлерді анықтауға болады.

Simulink жүйесі, әртүрлі электржетектің математикалық көрсеткіштерінен бастап, оларды құрылымдық жүйенің микропроцессорлық жүйесінің көмегімен бағдарламалауға және зерттеуге мүмкіндік береді. Simulink параметрлері виртуалды нысандар жиынтығынан тұрады. Осы арқылы әртүрлі автоматты басқару жүйелерін зерттеуге болады. Барлық блоктардың параметрлерін таңдауға болады. Қажетті параметрлер таңдалған блок терезесінде көрсетіледі.

Жобада үшфазалы роторлы қозғалтқыштың виртуалды моделі ұсынылған.

Зерттелетін модель келесі элементтерден тұрады:

- Asynchronous Machine pu Unit - 4AK200M7U3 асинхронды қозғалтқыштың параметрлерінің дайын үлгісін аламыз;

- AC Voltage Source синусоидалды кернеуінің номиналды параметрлері келесідей болады: $f=50$ Гц, $U_m=311$ В; $U_\phi=220$ В, $U_\pi=380$ В номиналды мәндері үшфазалық кернеу жүйесін көрсетеді.

- Three-Phase V-I Measurement – желідегі ток және кернеуді өлшеу үшін, арналған үшфазалы мультиметр бар.

- Scope 2 элементін аламыз – біліктегі момент және қозғалтқыштың айналу роторындағы жиіліктің уақытын өзгертуге, сонымен қатар желідегі ток және кернеудің графигін көрсетуге арналған осциллограф.

- Display 2 элементтен тұрады – сол екі параметрлердің тұрақталған мәнін көрсетеді.

- Step – белгілі момент уақытындағы қозғалтқыштың білігіндегі жүктемесін тастауға мүмкіндік беретін элемент.

Әрбір фаза роторға қосылады үш сатылы іске қосу қондырғысы (Motor starter), орналасқан ішіндегі блоктың Subsystem (сурет 4.3). Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды:

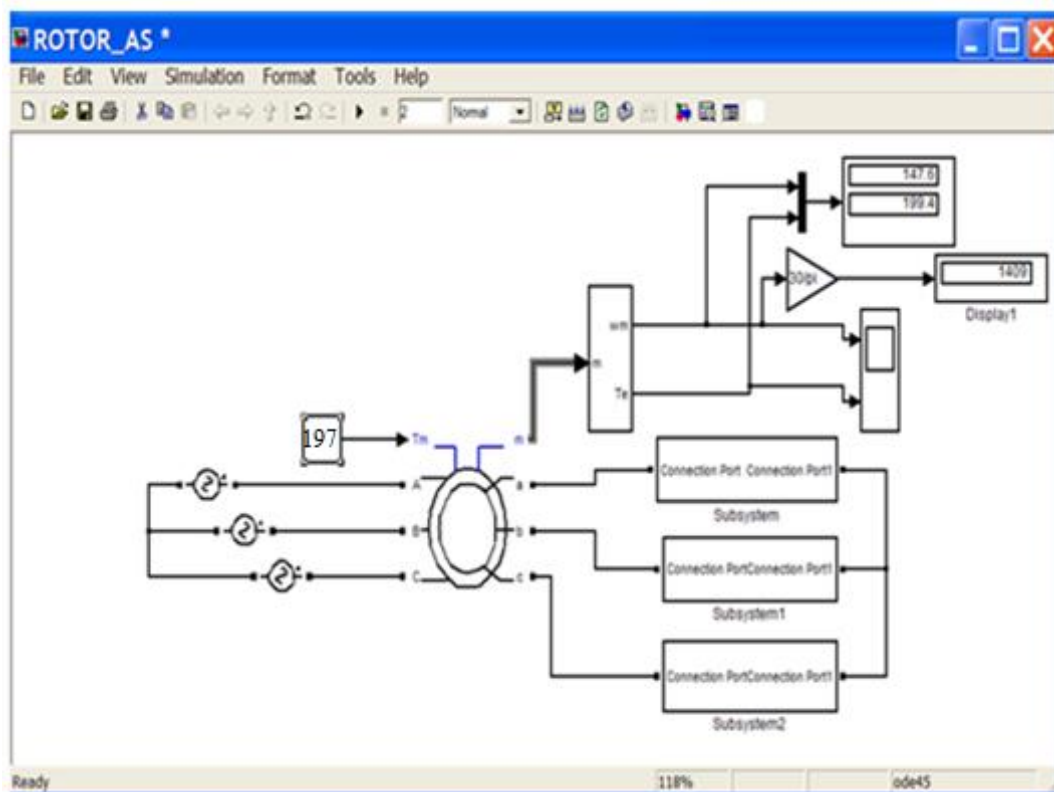
Желіні құрудың негізгі принциптері; желі құрылымы; кедергілерге уақыт қояды, байланысқан кілттерді параллель қосып шығамыз. Электр қозғалтқышымен жұмыс істеу кезінде және ротор орамындағы кілттердің тұйықталуы кезінде үш секциялық тізбекті кедергіні (R1, R2, R3)

қосамыз. Бастапқы іске қосқан кезде, үш кілтте тұйықталмаған болғандықтан, үш кедергі де ротор тізбегіне жалғанып тұрады. Қозғалтқыш үдей қозғалып барып, біраз уақыт өткеннен кейін, оның жылдамдығы белгілі бір мәнге жекізеді.

Сол кезде ол, бірінші секцияның кілтін тұйықтайды, бұл жағдайда ротордың орамаларына қалған екі секцияның тізбектей жалғанған кедергілері ($R_2 = 1,5 \text{ Ом}$; $R_3 = 0,632 \text{ Ом}$) жалғанып қосылады (бірінші сатысы). Біраз уақыттан кейін, қозғалтқыштың жылдамдығы, келесі жоғары мәнге дейін арта түседі.

Содан кейін екінші секцияның кілті тұйықталады. Бұл ретте ротор орамдарында бір секцияның қалдық кедергісі қосылады ($R_3 = 0,631 \text{ Ом}$) (яғни екінші саты қосылады). Біраз уақыттан кейін қозғалтқыш жылдамдығы келесі жоғары мәнге дейін тағы да артады.

Үшінші секцияның кілті тұйықталады. Бұл жағдайда ротор орамдарына ешқандай кедергі жасауға жол берілмейді (үшінші кезең). Біраз уақыт ішінде қозғалтқыш жылдамдығы номиналды мәнге жетеді.

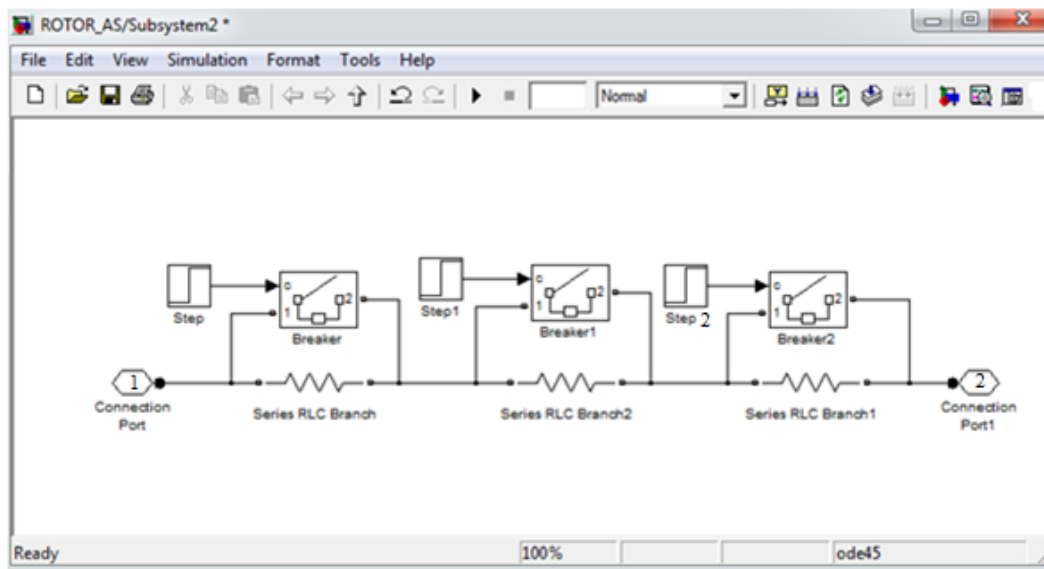


4.3 сурет – Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың виртуальды үлгісі

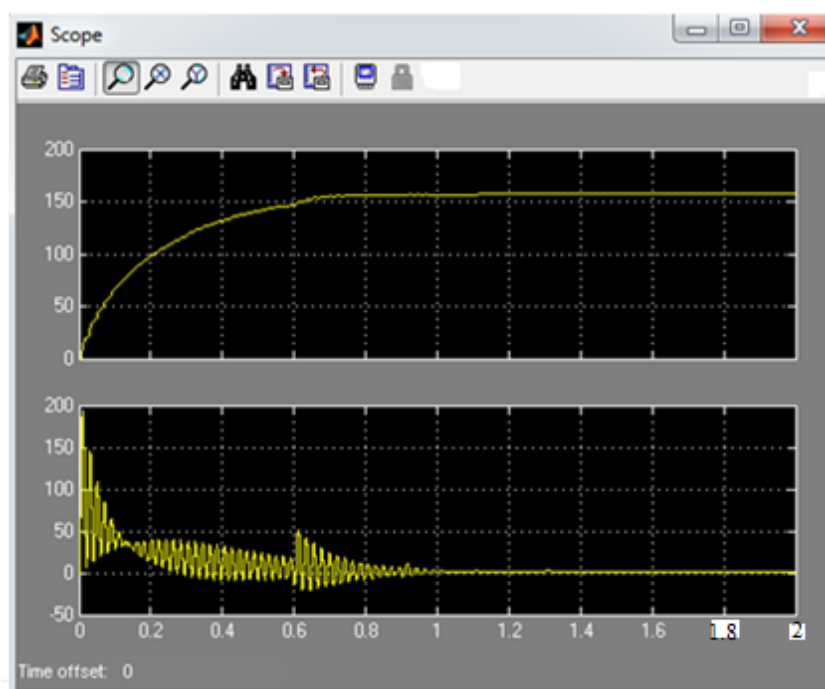
Суретте әр түрлі бұрыштық жылдамдықтар мен уақыт моментінің өзгеруін көрсететін графиктер көрсетілген. 4.4-суретте бос жүріс режимі кезіндегі өтпелі процестердің графиктері көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 5,26 \text{ Ом}$;

$R_2 = 1,5 \text{ Ом}; R_3 = 0,531 \text{ Ом}, \omega_{б.ж} = 157 \text{ рад /сек}, M_{б.ж} = 1,5 \text{ Нм}$. Өтпелі процестің ұзақтығының уақыты $0,6 \text{ с}$.

4.5 Суретте - номиналды мәнмен электр қозғалтқышты жүктеу кезіндегі бұрыштық жылдамдығы және тек үш сатының кедергісі тең болғанда 0 , ($R_1 = R_2 = R_3 = 0 \text{ Ом}$, яғни іске қосу кедергілерсіз іске қосу).

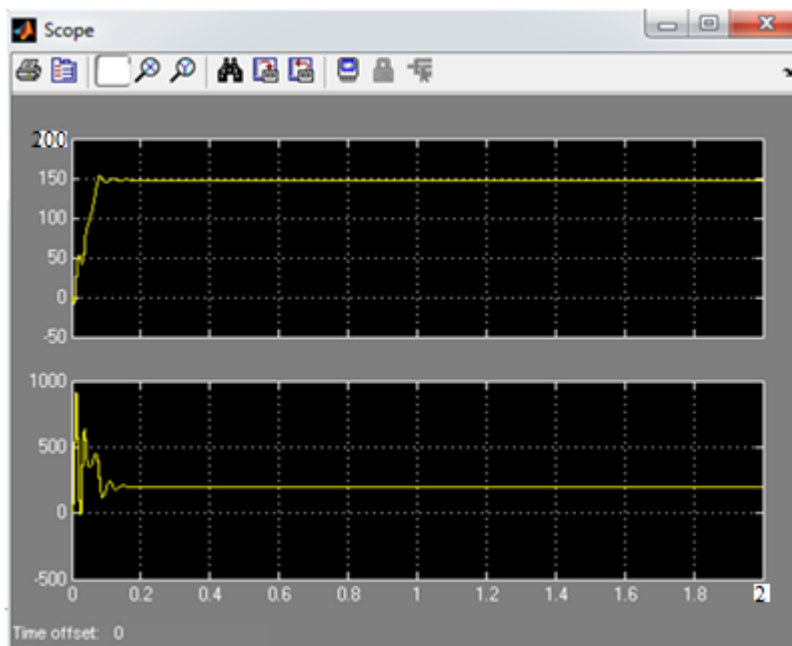


4.4 сурет - Үш сатылы іске қосу қондырғысы үлгілік сұлбасы (Motor starter)



4.6 сурет - Бұрыштық жылдамдық және моменттің өтпелі процестерінің сұлбасы

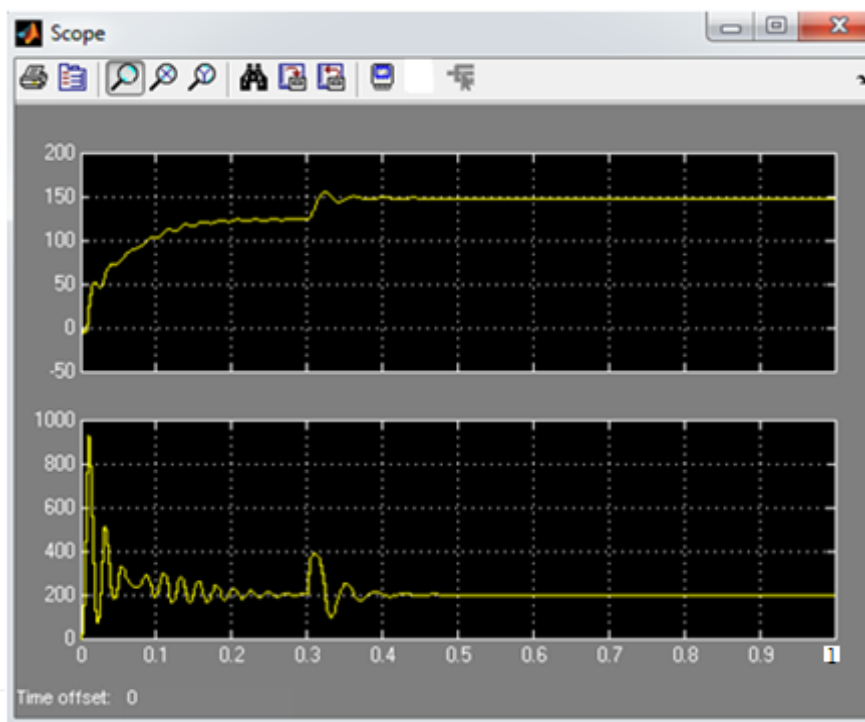
моменттің уақытқа тәуелді өзгерісін сипаттайтын графиктері көрсетілген. Бұл жердегі, $R_1 = R_2 = R_3 = 0 \text{ Ом}$, $\omega = 148 \text{ рад/сек}$, $M_{\text{макс}} = 980 \text{ Нм}$, $M_{\text{тұр}} = 199,4 \text{ Нм}$. Өтпелі процесстың ұзақтығы $0,08 \text{ с}$ уақытты құрайды.



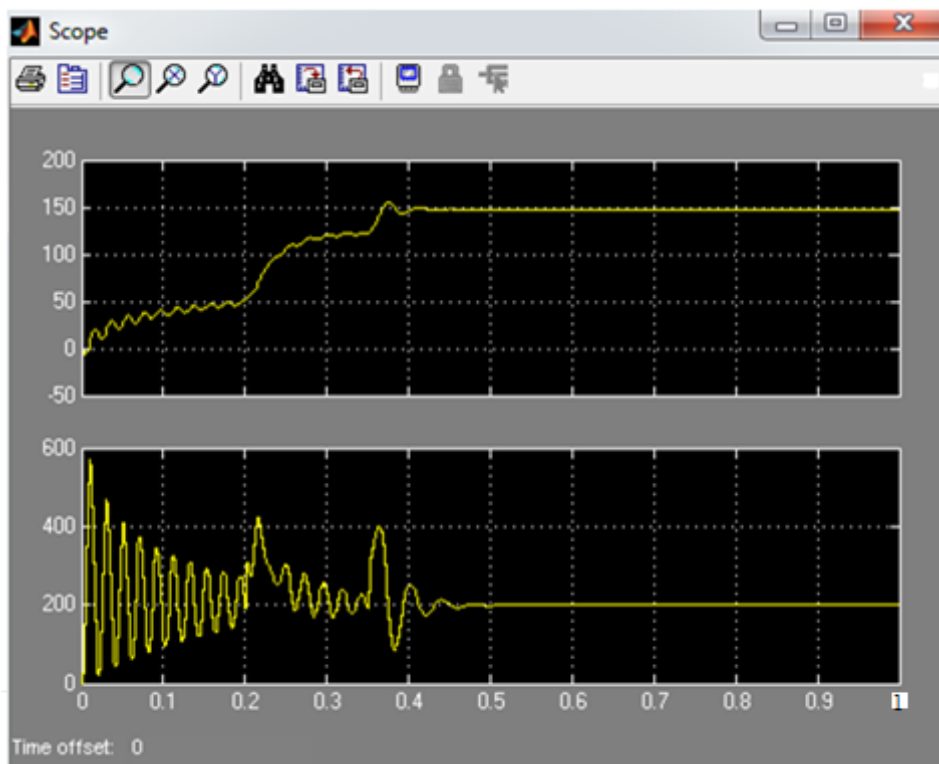
4.6 сурет - Үш сатының кедергілері 0- ге тең болғандағы бұрыштық жылдамдық және моменттің уақытқа тәуелді өзгерісінің сұлбасы

4.7-суретте электрқозғалтқыштың бір сатысының өтпелі процесі көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_2 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,532 \text{ Ом}$, $t_1 = 0,3 \text{ с}$, $t_2 = 0,08 \text{ с}$, $\omega_{\text{тұр}} = 147 \text{ рад/сек}$, $M_{\text{макс}} = 950 \text{ Нм}$, $M_{\text{тұр}} = 198,4 \text{ Нм}$. Өтпелі процесстің ұзақтығы $0,37 \text{ с}$ уақытын құрайды.

4.8 суретте электр қозғалтқыштың екі сатысын іске қосу кезінде және номиналды жүктеме кезіндегі, алынған өтпелі процестеріі көрсетілген. Мұндағы, $R_1 = 0,0001 \text{ Ом}$, $R_2 = 1,535 \text{ Ом}$, $R_3 = 0,631 \text{ Ом}$. $\omega = 147,6 \text{ рад/сек}$, $M_{\text{макс}} = 5600 \text{ Нм}$, $M = 199,4 \text{ Нм}$. Бірінші саты кезіндегі өтпелі процесстің ұзақтығы $0,2 \text{ с}$ уақыт, екінші саты кезіндегі байланысты өтпелі процесстің ұзақтығы $0,16 \text{ с}$ уақытты құрайды. Жалпы өтпелі процесстің ұзақтығы $0,45 \text{ с}$ уақытын құрайды.

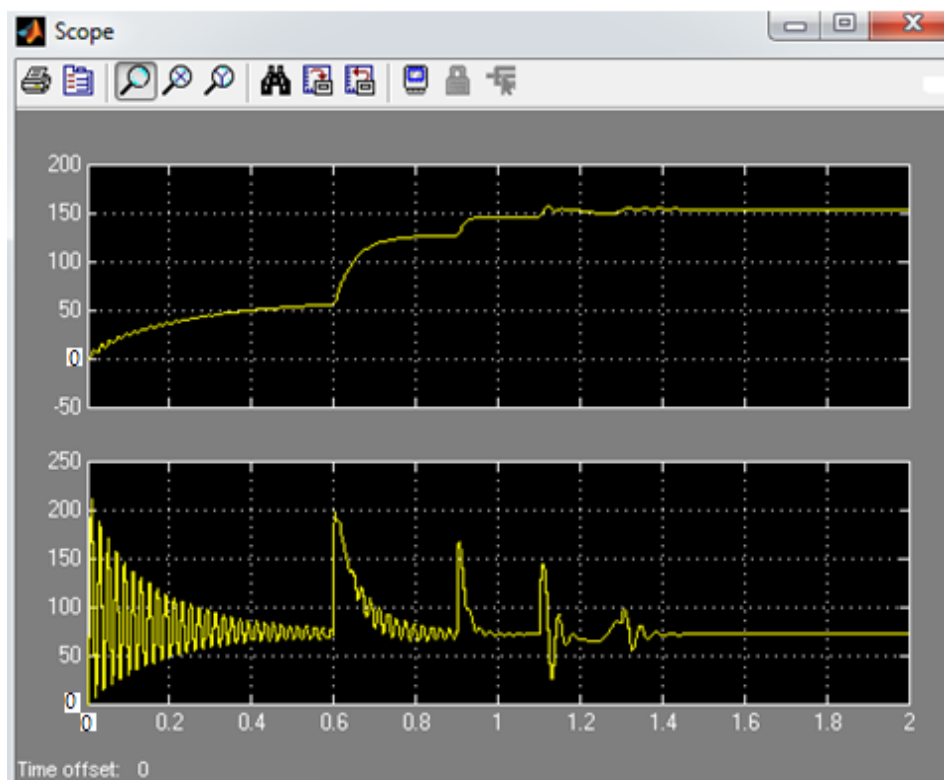


4.7 сурет - Электрқозғалтқыштың бір сатысын іске қосқан кезіндегі өтпелі процесі



4.8 сурет - Электрқозғалтқыштың екі сатысын іске қосқан кезіндегі және номиналды жүктеме кезінде алынған өтпелі процестері

4.9 суретте үш сатыныда іске қосу кезіндегі және номиналды жүктеме кезіндегі алынған өтпелі процестері алынған. Мұндағы, $R_1 = 5,16 \text{ Ом}$; $R_2 = 1,5 \text{ Ом}$; $R_3 = 0,631 \text{ Ом}$, $\omega = 152,8 \text{ рад/сек}$, $M_{\text{мин}} = 75,36 \text{ Нм}$, $M_{\text{макс}} = 191,5 \text{ Нм}$. Бірінші саты кезіндегі өтпелі процестің ұзақтығы 0,6 с, екінші саты кезіндегі байланысты өтпелі процестің ұзақтығы 0,3 с уақытын құрайды, үшінші саты бойынша өтпелі процестің ұзақтығы 0,25 с уақытты құрайды. Жалпы өтпелі процестің ұзақтығы 1,4 с болады.



4.9 сурет - Үш сатыныда іске қосу кезіндегі және номиналды жүктеме кезіндегі алынған өтпелі процестерінің сипаттамасы

Берілген кестені талдай отырып, қозғалтқышты үш сатылы іске қосу кезінде бұрыштық жылдамдық біркелкі өзгереді және іске қосу сәтінің мәні аз болады, яғни бұл жағдайда конвейердің электр жетегіне қойылатын талаптар орындалатынына көз жеткіземіз.

5 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі

5.1 Ленталы конвейер туралы мағлұмат

Дипломдық жобада конвейер электржетегін басқару жүйесін жасаймын. Металлургиялық зауыттарда, кен өндіру салалрында, тамақ шаруашылығында конвейірлер қолданылады. Нақты бөлімде металлургиялық зауытта орналасқан конвейер электр жетегін қарастырамы. Зауыттың экономикалық

дамуына инженерлік жұмыстардың маңызы зор. Зауыт 7км қашықтықта орналасқан станциядан қоректенеді. Зауыт екі ауысыммен жұмыс жасайды.

Металл өңдейтін зауыттағы қозғалтқыштардан шығатан шу, адам ағзасына өте кері әсер етеді. Сонымен қатар электр қауіпсіздігіне байланысты электр қондырғыларының нөлдеуіне есептеу жүргіземін.

5.2. Шудың адамға тигізетін әсері

Шу деп адамға жаман әсерін тигізетін қатты дыбыстың толқынын айтамыз. Негізі шу ол, әр түрлі жиіліктегі және интенсивтілігінің қосындысы болатын шу. Дыбыстық шуы толқынның қысымымен p (Па), жылдамдықпен v (м/с), интенсивтілігімен I (Вт/м²) және жиілікпен f (Гц) сипатталады. Дыбыстық толқындардың кезінде ауада төмендетілген және жоғарлатылған қысымды жерлер болады. Осындай жерлерді дыбыстық қысымдар анықтайды. Дыбыстық қысымдар деп, үлкен толық қысымның орта қысымның айырымын айтамыз.

Дыбыстық толқын ауада таралған кезде энергия болып тасымалданып отырады. Осы энергияның мөлшерін интенсивті дыбыстар анықтайды. Шудың көрсеткішіне дыбыстық қуат P жатады. Бұл энергияның мөлшерін шу шығарып тұрған көздерінен байқаймыз.

Адамдардың дыбысты есту қабілеті 20-20000 Гц дейін болады, бірақта негізгі есту интервалың шегі 45-10000 Гцке дейін болып келеді. Адамның дыбысты қабылдауы дыбыстың жиілігіне, интенсивтілігіне және дыбыстың қысымына тәуелді екенін білуіміз керек. Ең аз интенсивтілік ол I_0 және дыбыс қысымын P_0 адам қабылдай алатын мәндердің – есту аралығын айтамыз. Аралықты P_0 және I_0 дыбыс жиіліктеріне байланысты. Мысалы: 1000 Гц жиілігінде дыбыстық қысым $P_0=2 \cdot 10^3$ Па, $I_0=10$ Вт/м² мөлшерінде болады. Осы мәндер адамның есту қабілетіне және есту мүшелеріне орта қауіп тигізеді.

Адамның есту мүшелері 10 есе аз дыбысда қабылдайды, осы себепке байланысты децибел (дБ) 0,1 Бел деп аламыз.

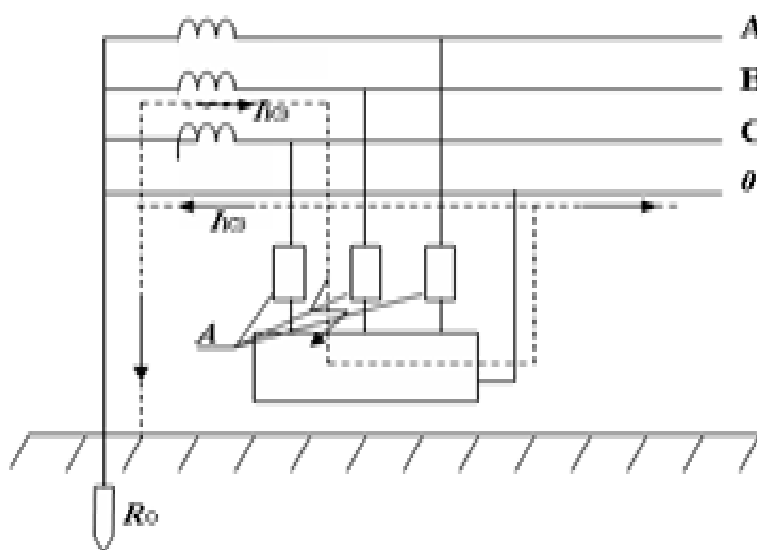
Әр түрлі шу көздерінің дыбыстық қысымын кесте арқылы көреміз.

5.1 кесте – Дыбыстық қысымдар

Шудың көздері	Дыбыстық қысым, Па	Шудың интенсивтілігі, дБ
0,3 мм қашықтықтағы сыбырдың шуы	$2 \cdot 10^{-3}$	40
Адамның сөйлеу кезедегі дыбысы	$2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1}$	60-74
Өңдеу станоктарының шуы	2	80-100
1м қашықтағы пневмопрессорлардың	20	120
Электр қозғалтқыштарының шуы	200 жоғары	140 жоғары

Акустикалық жұмыс орны деп жұмысшының орналасқан дыбыс ауданын айтамыз. Көбінесе жұмыс орны қондырғының жұмысшы жүйелерінің басқару пульттерінен 0,5 алықталынады.

5.3 Электр қауіпсіздігі және нөлдеуге есептеу жүргізу



5.1 сурет - Нөлдеудің жасау сұлбасы

Сұлбадан көретініміз фазалық өткізгіштегі қысқа тұйықталудың тогы $I_{кт}$, фазалық кернеуге U_{ϕ} , және трансформатордың орамаларындағы толық кедергіге $Z_m/3$, қорғаушы өткізгішке, сыртқы индуктивті кедергіге, және трансформатордың нейтралды жерге жалғануына тәуелді болады.

Комплексті формадағы қысқа тұйықталу тогы келесідей болады:

$$I_{\text{кз}} = U_{\phi} / (Z_{\text{м}} / 3 + Z_{\phi} + Z_{\text{н}} + jX_{\text{н}}), \text{ А}, \quad (5.1)$$

Бұл жерде U_{ϕ} – желінің фазалық кернеуі, В;

$Z_{\text{т}}$ – үш фазалы комплексті толық кедергі, Ом;

$Z_{\phi} = R_{\phi} + jX_{\phi}$ – фазалық өткізгіштің кешенді толық кедергісі, Ом;

$Z_{\text{н}} = R_{\text{н}} + jX_{\text{н}}$ – нөлдік қорғайтын өткізгіштің толық кешенді кедергісі, Ом;

R_{ϕ} және $R_{\text{н}}$ – фазалық және нөлдік өткізгіштерінің активті кедергілері, Ом;

X_{ϕ} және $X_{\text{н}}$ – фазалық және нөлдік өткізгіштерінің индуктивті кедергілері, Ом;

$X_{\text{п}}$ – сыртқы индуктивті кедергі, Ом;

$Z_{\text{п}} = Z_{\phi} + Z_{\text{н}} + jX_{\text{п}}$ – фаза нөл тұзағының толық кешенді кедергісі, Ом.

$$I_{\text{кт}} = U_{\phi} / (Z_{\text{м}} / 3 + Z_{\text{н}}), \text{ А} \quad (5.2)$$

Нөлдеуді есептеген кезде арифметикалық қосындыларын аламыз. Фаза-нөл тұзағының толық кедергісін нақты бөлімде төмендегі өрнекпен есептеледі:

$$Z_{\text{н}} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{\text{н}})^2 + (X_{\phi} + X_{\text{н}} + X_{\text{п}})^2}, \text{ Ом} \quad (5.3)$$

Есептеулерді тексеру үшін, қысқа тұйықталу тоғын анықтаймыз:

$$K \cdot I_{\text{н}} \leq U_{\phi} / \left(\frac{Z_{\text{т}}}{3} + \sqrt{(R_{\phi} + R_{\text{н}})^2 + (X_{\phi} + X_{\text{н}} + X_{\text{п}})^2} \right). \quad (5.4)$$

Егер электр қондырғыларында қорғаныш ретінде автоматты ажыратқыштар мен қорғауыштар қолданылса K коэффициентін $K \geq 3$ деп қабылдаймыз. Егер автоматтар қолданылса $I_{\text{н}} = 100 \text{ А}$, $K = 1,4$, ал тоғы тоқтан үлкен болса $I_{\text{н}} > 100 \text{ А}$, $K = 1,25$ тең болады.

5.4 Нөлдеуді есептеу

Есептеу жүргізгенде механикалық цехтың электрқондырғысын мысал ретінде алып қарастырамыз.

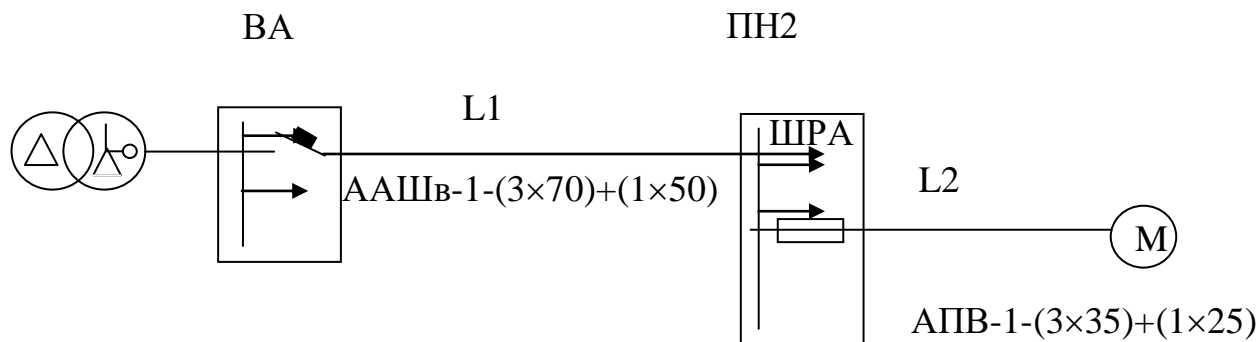
Берілгендері:

желінің кернеуі $U_{\text{жк}} = 0,38 \text{ кВ}$;

трансформатордың қуаты $P_{\text{тр}} = 100 \text{ кВА}$;

электр қабылдағыштың қуаты (қозғалтқыш) $P = 75 \text{ кВт}$;

кабельдің ұзындығы, $L_1 = 55$ м;
 станокқа дейінгі ұзындық, $L_2 = 8$ м.



5.2 сурет– Орынбасу сұлбасы

Қорғау аппараттарының жүктеме токтарын анықтаймыз:

$$I_{\text{ос}} = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,8} = 142,6 \text{ A};$$

$$I_{\text{рнс}} = \frac{142,6 \times 5}{2} = 356,5 \text{ A};$$

$$I_{\text{ннс}} = 400, \text{ A};$$

$$I_{\text{на}} = 400, \text{ A}.$$

Тізбектің толық кедергісінің элементтерін анықтаймыз:

а) келесі жалғану тобының кедергісін анықтаймыз $\Delta/Y_0 - 11$ $Z_m = 0,027$ Ом;

б) қимасы 70 мм^2 , 50 мм^2 толық кедергісін анықтаймыз $Z_{\text{нфo}} = 1,8$ Ом/км

$$Z_n = Z_{\text{нфo}} \times L_1, \text{ Ом} \quad (5.5)$$

$$Z_n = 1,8 \times 0,055 = 0,099 \text{ Ом}$$

в) 35 мм^2 және 25 мм^2 қимасы бар кабельдің толық кедергісін анықтаймыз $Z_{\text{нфo}} = 2,54$ Ом/км

$$Z_n = Z_{\text{нфo}} \times L_2 \quad (5.6)$$

$$Z_n = 2,55 \times 0,008 = 0,02 \text{ Ом}$$

Қысқа тұйықталу тогының мәнін анықтаймыз:

$$I_{\kappa 1} = \frac{220}{\frac{0,026}{3} + 0,089} = 2,03 \text{ кА}$$
$$I_{\kappa 2} = \frac{220}{\frac{0,026}{3} + 0,089 + 0,02} = 1,71 \text{ кА}$$

Токтың қатынасын анықтаймыз :

$$\frac{I_{\kappa T}}{I_{на}} = \frac{2020}{400} = 5,07$$

$$\frac{I_{\kappa T}}{I_{нпв}} = \frac{1720}{400} = 4,27$$

Шарттары келесідей болғандақытан $I_{\kappa T} \geq I_n \times K$, егер шарт орындалды десек $K_a = 1,25$, $K_{пв} = 3$.

Автоматты ажыратқыштың өшіру уақыты 0,2 секундке тең.

Зардап шеккен қондырғының корпусының потенциалы:

Зиян келген қондырғының корпус потенциалы:

$$U_{\kappa 2} = I_{\kappa T} \times Z_{н2}, \text{ В} \quad (5.7)$$

$$U_{\kappa 2} = 1720 \times 0,008 = 13,5 \text{ В},$$

Бұл жердегі $Z_{н2}$ – нөлдік өткізгіштің кедергісі, $Z_{ж2} = R_{ж2}$

$$R_{ж1} = \frac{\rho \times L}{S}, \text{ Ом} \quad (5.8)$$
$$R_{ж2} = \frac{0,027 \times 8}{25} = 0,008 \text{ Ом}$$

Адам организімінен өтетін токтың мәні:

$$I_{h1} = \frac{88,3}{1000} = 89,3 \text{ мА}$$

$$I_{h2} = \frac{12,6}{1000} = 13,6 \text{ мА}$$

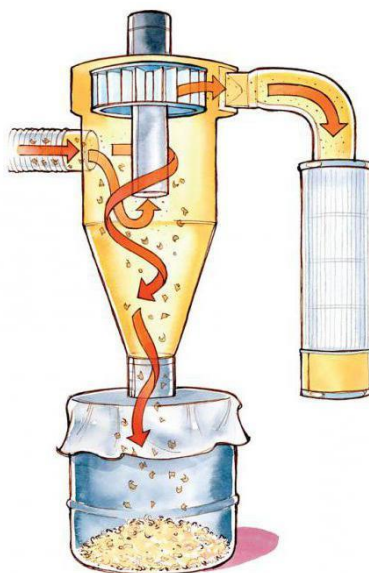
Мемлекеттік стандарттарға сәйкес мұндай шамалардың мәндері, егер адам ағзасына 0,2 секундтай әсер етсе, зияны жоқ деп айтылады. Қысқа

тұйықталу токтарынан қорғану үшін келесі типті қорғауыштар таңдалады ПН 2-400У3 және келесідей автоматты ажыратқыштарды таңдаймыз ВА 88-37 ЗР 400А 35кА ИЭК .

5.5 Газ-шанды бөлшектерден ауаны тазартатын аппаратқа есептеу жүргізу

Аспирациялық қондырғыларда тоздандыған ауаны тазарту үшін қолдану ұсынылады: құрғақ циклондар (ЦН-11, ЦН-15, СИОТ), Сулы шаң ұстағыштар - Сулы пленкасы бар циклондар (ЦВП), коагуляциялық (КМП және КЦМП), шаң ұстағыш агрегаттар (ТТ.765).

Ең көп таралған шаң ұстайтын аппараттардың бірі циклон болып табылады. Бірақ жоғары тиімділігі бар циклондар шаңды тек 15-20 мкм және одан да көп ұстай алады. Шаңнан босатылған Газ айналуы жалғастыра отырып, 180° бұрылыс жасайды және ось бойынша орналасқан пайдаланылған газ құбыры арқылы циклоннан шығады (сурет 3.1).



5.3 сурет – Циклон шаңды ұстап тұратын құрылғы

Циклондарға есептеу жасағанда тізбектей жуықталулар алынады. Диаметр циклонның, ішкі диаметріне жуықтап алынады. Егер есептелген диаметр циклон диаметрінен асып кетсе, паралель жалғанған екі немесе оданда көп циклондарды қолдануға болады.

Циклон диаметрін келесі формуламен анықтайды D, м:

$$D = \frac{(4 \cdot Q)^{0,5}}{\pi \cdot \omega_{\text{опт}}}; \quad (5.9)$$

Таңдалған циклон диаметрі арқылы циклондағы нақыт шаңның қозғалысын табамыз, м/с:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot n \cdot D^2}; \quad (5.10)$$

Бұл жерде n – циклондар саны. Нақты циклондағы шаі жылдамдығы 15% ауытқымау керек. Бірлік циклондағы гидравликалық коэффициент:

$$Z = K_1 \cdot K_2 \cdot \zeta_{50}, \quad (5.11)$$

бұл жерде K_1 – циклон диаметрін түзететін коэффициент; K_2 – газды шаң тозаңдану коэффициенті; ζ_{500} – бірлік циклонның гидравликалық кедергі коэффициенті 500 мм

Кесте 5.1 - Диаметрі D кестедегідей циклондардың K_1 коэффициентінің мәндері

Циклон типі	Циклон диаметрі D , мм				
	150	200	300	450	500
ЦН – 11	0,94	0,95	0,96	0,99	1,0
ЦН – 15, ЦН – 24	0,85	0,90	0,93	1,0	1,0
СДК – ЦН -33, СК – ЦН - 34	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Кесте 5.3 – Шаңның кіріс құрамына байланысты K_2 коэффициентінің мәні

Циклон типі	Шаңның кіріс құрамы, $C_{\text{кір}}$, г/м ³						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН – 11	1	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	-
ЦН – 15,	1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН – 24	1	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК – ЦН -33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745
СК – ЦН - 34	1	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,9

Циклон типі	ζ_{500} мәні	
	Атосферадағы пайдаланған газ	Гидравликалық желідегі пайдаланған газ
ЦН-11	245	250
ЦН-15	155	163
ЦН-24	75	80
СДК-ЦН-33	520	600
СК-ЦН-34	1050	1150

5.4 сурет - Бірлік циклон кезіндегі гидравликалық коэффициентінің мәні

Циклонның гидравликалық кедергісін анықтаймыз, Па:

$$\Delta P = \frac{\varepsilon \cdot \rho \cdot \omega^2}{2}; \quad (5.12)$$

Циклондағы газдың тазару тиімділігінің тиімділігін анықтаймыз:

$$\eta = 0,5 \cdot (1 + \Phi \cdot (x)); \quad (5.13)$$

бұл жердегі $\Phi(x)$ – x параметрінің кестелік мәні, ол келесідей болады:

$$x = \frac{lg \frac{d_{50}}{d_{50}^T}}{(lg^2 \cdot \sigma_{\eta} + lg^2 \cdot \sigma_{\chi})^2}; \quad (5.14)$$

Бұл жерде d_{50}^T және $lg \sigma_{\eta}$ типтік циклонның шарттарына қарай анықталды, оның жұмысына әсер ететін шамасының ауытқуын ескеру керек:

$$d_{50} = d_{50}^T \left(\frac{D \cdot \rho_{\text{чт}} \cdot \mu \cdot \omega_T}{D \cdot \rho_{\text{ч}} \cdot \mu \cdot \omega} \right)^{0,5}; \quad (5.15)$$

Газдардың тұтқырлығын келесідей етіп қабылдаймыз $\mu = 22,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с.

Формулалар арқылы x мәнін анықтап, $\Phi(x)$ параметрін кесте арқылы табамыз.

Біздегі d_{50}^T және $lg \sigma_{\eta}$ типтік циклонға сәйкес келеді: $D_{\tau} = 0,6$ м – циклонның диаметрі, $\rho_{\text{тығ}} = 1930$ кг/м³ – газдың бөлшегінің тығыздығы, $\mu = 22,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с жұмыс температурасының тұтқырлығы, $\omega_{\tau} = 3,5$ м/с циклондағы газдың қозғалысының жылдамдығы.

Бұл жердегі d_{50}^T және $lg \sigma_{\eta}$ әрбір циклонға арналған мәндері суретте келтірілген

Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34
d_{50}^T	8,5	4,5	3,65	2,31	1,95
$lg\sigma_\eta$	0,308	0,352	0,352	0,364	0,308

Сурет 5.5 - d_{50}^T және $lg\sigma_\eta$ параметрлерінің шаң құрамындағы мәндері

x	-2,70	-2,0	-1,8	-1,6	-1,4	-1,2
$\Phi(x)$	-0,0035	0,0228	0,0359	0,0548	0,0808	0,1151
x	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	-
$\Phi(x)$	0,1587	0,2119	0,2743	0,3446	0,4207	-
x	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$\Phi(x)$	0,5000	0,5793	0,6554	0,7257	0,7881	0,8413
x	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,7
$\Phi(x)$	0,8849	0,9192	0,9452	0,9641	0,9772	0,9965

5.6 сурет - $\Phi(x)$ – x параметірінің кестелік мәні

Осыдан кейін формула арқылы циклон арқылы газды тазартудың тиімділігінің есептелген мәнін анықтаймыз. Егер анықталған η мәні атмосфераға шыққан шаңның мәнінен төмен болса, онда үлкен гидравликалық кедергі коэффициент мәнімен басқа типтегі циклонды таңдаймыз. Оны анықтау үшін төмендегі формуланы қолданамыз:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \left(\frac{1-\eta_1}{1-\eta_2} \right)^2 \cdot \frac{\omega_1 \cdot D_2}{\omega_2 \cdot D_1}; \quad (5.16)$$

Бұл жерде 1 мен 2 екі салыстырылатын циклондарға сәйкес.

Егер талап етілген мәнді ала алмасақ циклонға берілетін газды қайтадан тазалау керек. Ол үшін циклондардың кірісіне және шығысына сүзгілер орнатылады.

Есептеу жүргізу арналған берілгендер:

Тазартылатын газдың көлемі – $Q=1,4 \text{ м}^3/\text{с}$;

Жұмыс шарттарындағы газдың тығыздығы – $\rho=0,89 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Газдың тұтқырлығы $\mu=22,2 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$

Шаң бөлшегінің тығыздығы $\rho_{ш}=1730 \text{ кг}/\text{м}^3$;

Шаңның дисперсті құрамы $d_{50}=25 \text{ мкм}$;

Шаңның дисперсі $lg\sigma_\eta=0,6$;

Шаңның кірістік концентрациясы $C_{кр}=80 \text{ г}/\text{м}^3$;

Газды тазартқаннан кейінгі талап етілетін тиімділігі $\eta = 0,74$.

Шешуі:

Циклонның типі ЦН-24

Циклонның диаметрін анықтаймыз:

$$D=(4 \cdot 1,4/3,14 \cdot 4,5)^{0,5}=0,6 \text{ м.}$$

Циклондоғы нақты жылдамдықты есептейміз:

$$\omega=4 \cdot 1,4/(3,14 \cdot 1 \cdot 0,6^2) = 4,52 \text{ м/с;}$$

Бұл дегеніміз талап етілетін мән талабына сай, оның ауытқуы 15% аспайды.

Бірлік циклонның гидравликалық кедергісін есептеп анықтаймыз:

$$\xi=1 \cdot 0,90 \cdot 75=67,5.$$

$$\Delta P= 67,5 \cdot 1750 \cdot 4,52^2/2=1206670,5 \text{ Па.}$$

Есептейміз:

$$d_{50}=8,5 \cdot [(0,6/06) \cdot (1930/1750) \cdot (22,22/22,22)(3,5/4,52)]^{0,5}=7,84$$

шаңның дисперсті құрамы.

X параметрін есептейміз:

$$X = \lg(7,84/8,5)(0,308^2+0,6^2)^{0,5}=-0,0235.$$

X параметірінің кестелік функциясы: $\Phi(-0,0235)=0,5$.

Циклондағы газды тазалаудың тиімділігін анықтаймыз:

$$\eta=0,5 \cdot (1+0,5)=0,75.$$

Осылайша, таңдалған ЦН-24 циклоны талаптарға сәйкес келеді. Газды қайтадан тазартудың қажеттілігі жоқ.

Осы аталған бөлімде металлургиялық цехтағы электр қауіпсіздігі қарастырылды. Қондырғы нөлдеуіне есептеу жүргізіп қысқа тұйықталу токтарынан қорғайтын келесі типті қорғауыштар ПН 2-400У3 және автоматты ажыратқыштарды ВА 88-37 ЗР 400А 35кА ИЭК таңдалды .

Екінші есептеуімде ауаны зиянды шаңнан тазартатын аппаратқа есептеу жүргізідім. Осы аталған жүйе арқылы атмосфералық ауаны ластанудан қорғаудың ережелері маңызыды рөл атқарады, осы ережелерді сақтап қоршаған ортаны ластанудан қорғай отырып адам ағзасына аз зиян келтіруін азайтамыз.

Көптеген зерттеулерге қарасақ, металл өңдейтін кәсіпорындардан шығатын зиянды қалдықтар, сол кәсіпорындардың 10 км радиусынан бастап анықтала бастайды. Осыған байланысты атмосфераға зиянды қалдықтарды шығаруды азайту үшін, газдарды тазартатын аппараттар қолданылады. Оны осы бөлімде циклонға есептеу жүргізу арқылы көрсеттім. Циклондарды ауаалмасытырғыштардың алдына орнату керек, сол кезде олар тазартылған газбен жұмыс жасайды. Біздің жағдайда ЦН -24 таңдалды. Ол барлық

талаптарға сәйкес келді.

6 Техника- экономикалық бөлімі

6.1 Ленталы конвейерлерлі қондырғылардың электр жетектерінің жүйесін таңдаудың нұсқаларының технико-экономикалық есептеулері

Ленталы конвейерлердің басқару жүйелерін асинхронды қозғалтқыштар жүйесі арқылы басқару кезінде, электр энергиясын үнемдейді, сыртқы әсерлерден қорғап оның қолдану мерзімін ұзартады.

Аппараттық құрылғыларды таңдау кезінде элементтер базасының сенімді түрлері таңдалды. Қаматамасыз ететін аппараттық құрылғылары, жылдамдық датчиктері, қосымша құрылғылар, жиілікті түрлендіргіштер, сонымен қатар басқару жүйелерінің аналогты сигналдарын қадағалауға арналған сандық аспаптар және басқару органдары. Осылайша экономикалық тиімділікке қол жеткізе аламыз

Электр жетектің жүйесін таңдау экономикалық бағалау бастапқы шығыстармен, жөндеуге пайдалану шығындарымен, сондай-ақ желіден күрделі жөндеуге дейін пайдалану кезеңінде кран құрылғыларын тоқтату және бөлу үшін тұтынылатын энергия шығындарымен байланысты ең аз шығын қағидатына негізделуі тиіс.

Қажетті қаржы көрсеткіштеріне қажетті жүйе таңдалып алынады. Егер салыстырылатын жүйелердің қаржылық сипаттамалары ұқсас болған жағдайда (айырмашылығы 15%), онда массогабаритті көрсеткіштері және электр жабдықтарын орналастыру шарттары бойынша қосымша бағалаулар жасалады.

Реттелетін электр жетегін таңдаған кезде, технологиялық процестерді жылдам басқаруға болады. Сонымен қатар, қажет болған жағдайда технологиялық режимді алу керек және оны дәл ұстап тұруға мүмкіндік бар.

Реттелетін электр жетегін пайдаланғандықтан, ол технологиялық процестерді электрэнергияның шығынына байланысты жеңілдетуге мүмкіндік береді.

6.1 кесте – Салыстырылатын жүйелер туралы мәліметтер

Құрылғы параметрлері	Базалық нұсқасы	Бағалары	Жобаланған нұсқасы	Бағалары
Қозғалтқыштың типі	ЭҚ 1	27200	АҚ 2	70500
Қуаты, кВт	1,2	-	1,5	-
ПӘКі,	0,91	-	0,89	-
Айналу жиіліктері, айн/мин	1500	-	1500	-
Электромагнитті тежеуіштер	-	-	VFD-S	65000
Түрлендіргіштің қуаты, кВт	-	-	0.5	674000
Түрлендіргіштің ПӘКі	-	-	97	-
Беріліс механизмдері	Жылдамдық қорапшасы	1550000	-	-
Іске қосушы реттегіштері		420000		172000

6.2 Электржетекті жетілдіру үшін қажетті капиталдық шығындары

Капиталдық шығындар дегеніміз, негізгі қорлардың түрлерін жақсартуға және жаңа түрлерін жасауға арналған ақша қаражаттарын айтамыз. Капиталды шығындар келесідей шығындардан құралған, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, келтірілетін шығындар және монтаж жасауға кететін шығындармен қосылып есептеледі.

Сметаның негізгі болып табылады:

Қондырғының спецификациясы, бағалар тізімі, жөндеу жұмыстарының бағасы анықталады.

Электр жетегінің қымбат құраушыларына қозғалтқыш, түрлендіргіш және беріліс механизмдері жатады. Осыдан біз, базалық нұсқа үшін электрлі жетектің сметалық құнын шығарамыз.

Базалық нұсқа бойынша капиталдық салымды есептейміз:

$$k_{ж1} = k_{эж1} + k_{1кpa1} + k_{жк} = 27200 + 420000 + 1550000 = 1997200, \text{тг} \quad (6.1)$$

мұндағы $K_{ЭҚ1}$ - электр қозғалтқыштың құны, тенге;

$K_{1кpa1}$ - іске қосып реттегіштің құны, тенге;

$K_{жк}$ - жылдамдық қорапшасының, тенге.

Жобаланатын нұсқа бойынша капиталдық салымды есептеу:

$$k_{ж2} = k_{эж2} + k_{1кра1} + k_{жк} = 162000 + 70500 + 673000 = 905610, \text{тг} \quad (6.2)$$

$K_{эж2}$ - қозғалтқыш, тенге;

$K_{1кра2}$ - іске қосып реттегіш, тенге;

$K_{жт}$ - жиілікті түрлендіргіш, тенге.

6.3 Эксплуатациялық шығындар

Электр жетегі мен жұмыс механизмдері, жөндеу жұмыстарының, құндары жеке жеке есептеледі. Электр жетегі бойынша, бұл өлшемдерді электрлік жетектің құнынан 6% деп алуға болады, ал жұмыс механизмдері үшін, электр жетегінің құнын 5% деп аламыз. Осыдан жөндеу жұмыстарының құны анықталады.

Базалық нұсқа келесідей болады:

$$k_{жж1} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эж1} = 0,11 \cdot 1997200 = 219702, \text{тг} \quad (6.3)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$k_{жж2} = (0,06 + 0,05) \cdot k_{эж2} = 0,11 \cdot 905610 = 99516, \text{тг} \quad (6.4)$$

Транспорттық жұмыстары бойынша, электр жетегінің құны және жөндеу жұмыстарының құны 2% пайызды құрайды.

Базалық нұсқа үшін:

$$k_{жж1} = (k_{эж1} + k_{жж1}) \cdot 0,02 = (1997200 + 219702) \cdot 0,02 = 443500, \text{тг} \quad (6.5)$$

Жобаланатын нұсқа үшін келесідей болады:

$$k_{жж2} = (k_{эж2} + k_{жж2}) \cdot 0,02 = (905610 + 99516) \cdot 0,02 = 20104, \text{тг} \quad (6.6)$$

Жөндеу ұйымдары жоспарлаған жөндеу жұмыстарының құны 10%-ды құрайды:

Базалық нұсқа үшін:

$$k_{ж1} = 0,1 \cdot k_{жж1} = 0,1 \cdot 219702 = 21980, \text{тг} \quad (6.7)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$k_{ж2} = 0,1 \cdot k_{жж2} = 0,1 \cdot 99516 = 10000, \text{тг} \quad (6.8)$$

Екі нұсқаға есептелген капиталдық салымдарына жүргізілген есептеулерді 6.2 кестеге толтырамыз.

6.2 кесте-Капиталдық салымның есептелген нәтижелері

Құралдардың жиынтығы	Базалық нұсқа	Жобаланған нұсқа
Асинхронды қозғалтқыш, теңге	27200	70500
түрлендіргіш, теңге.	-	673000
Іске қосу реттегіш аспаптары, теңге	420000	172000
Механикалық беріліс, теңге	1550000	-
Жөндеудің жұмыстары, теңге	219702	99516
Транспорттық жұмыстар, теңге.	443600	20104
Жөндеп жоспарлау жұмыстары , теңге.	21980	10000
Капитал салымдарының қосындысы, теңге	2682705	1015215

6.4 Еңбек сыймдылығы

Пайданылған шығындарды есептеу өте маңызды. Жетектерді салыстырылуы кезіндері бойынша 15 жыл аралығын қарастырамыз.

Электр энергиясының шығындары номиналды қуатты қозғалтқышының бір жылда тұтынатын электр энергиясымен, сонымен қатар электр энергиясының тарифтік құн арқылы есептеледі. Жылдық энергияны есептеу кезінде, электржетегінің бір жылдың ішінде жұмыс істейтін уақытының қосындысын білуіміз керек, оны біз колдану коэффициенті арқылы анықтаймыз:

$$k_{\text{сын}} = \text{ЖҰ} \cdot \frac{t_{\text{жұм.үз}}}{t_{\text{а.ж}}} = \frac{8}{7} = 1, \quad (6.9)$$

$$t_{\text{жұм.үз}} = 8 \text{ сағ};$$

$$t_{\text{а.ж}} - \text{ауысымның жұмыс сағаты, } t_{\text{үз}} = 7 \text{ сағ. } K_{\text{сын}} = 1.$$

Құрылғының бір жыл ішіндегі жұмыс сағатын шығарамыз:

Жұмыс уақытының ұзақтығы – ЖҰ=17ге тең.

$$T_{\text{к}} = T_{\text{жұм.к}} \cdot \text{Пауыс.с} \cdot T_{\text{жжк}} \cdot k_{\text{сын}} = 300 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 1 = 4200, \text{ сағ} \quad (6.10) \quad (6.29)$$

мұндағы $T_{\text{жұм.к}}$ - бір жылдағы жұмыс күнінің саны,

$$T_{\text{жжк}} = 300;$$

Пауыс.с -ауысымдардың саны, $\text{Пауыс.с} = 2$.

Бір жылда тұтынатын энергияны есептейміз.

Базалық нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{Ж1} = P_{н.эк,пн} \cdot T_{\frac{к}{пн}}. \quad (6.10)$$

мұндағы $P_{н.эк,пн}$ - қозғалтқыштың номинал параметрлері:

$$\mathcal{E}_{Ж1} = 1,2 \cdot \frac{4200}{0,8} = 6300, \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (6.11)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{Ж2} = 2,5 \cdot \frac{4200}{0,68} = 1420, \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (6.12)$$

Осыдан базалық нұсканың шығындары шығады:

$$C_{ш1} = \mathcal{E}_{Ж1} \cdot C_{қос} + P_{орн} \cdot C_{нег}, \quad (6.13)$$

мұндағы $C_{нег}$ = тариф құны,
 $C_{нег}$ =20тенге /кВтсағ;

$$C_{ш1} = 6300 \cdot 20 + 1,2 \cdot 20 = 126024 \text{тг}$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{ш2} = 1420 \cdot 20 + 2,3 \cdot 20 = 28446,5, \text{ тг.}$$

Амортизациялық аударымдары электржетектің сметалы құнының 9,6%-пайызын құрайды. Сондықтанда бірінші нұсқа үшін келесідей болады:

$$C_{a1} = 0,095 \cdot K_{Ж1} = 0,095 \cdot 1998200 = 189829, \text{ тг} \quad (6.14)$$

$$C_{a2} = 0,095 \cdot K_{Ж2} = 0,095 \cdot 905600 = 86032, \text{ тг} \quad (6.15)$$

Асинхронды қозғалтқышының жөндеу циклының жоспарланған ұзақтығын төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$T_{\text{кес.коз.ц}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 \cdot \beta_{ж} \quad (6.16)$$

мұндағы $T_{\text{кес.коз.ц}}$ - қозғалтқыштың жөндеу циклының уақыт ұзақтығы;

$T_{\text{кес.коз}}=9$, жыл;

$\beta_{ж}$ -қондырғының жұмыс сметасын анықтау коэффициенті 0,85ке тең болады;

β_0 -қондырғының негізгі категориясына қатысты, машинаның жөндеу циклын ескеретін коэффициент 2гетен.

$$T_{\text{кес.коз.ц}} = 9 \cdot 2 \cdot 0,85 = 15 \text{ жыл.} \quad (6.17)$$

Түрлендіргіштің мерзімін анықтаймыз:

$$T_{\text{жт}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 = 0,85 \cdot 6 = 5, \text{ жыл.} \quad (6.18)$$

Жылдамдықтың қорапшасы:

$$T_{\text{жқ}} = T_{\text{кес.коз}} \cdot \beta_0 = 0,85 \cdot 5 = 4,2, \text{ жыл.} \quad (6.19)$$

$T_{\text{кес.коз}}$ жылдамдық қорапшалары үшін жөндеу цикл ұзақтығы, $T_{\text{кес.коз}}=5$, жыл.

Энергетикалы қондырғы атқарымдары, қозғалтқыш үшін екі жөндеу жұмыстары арасы күнтізбелік уақытпен қарастырғанда ай түрінде көрсетілген:

$$t_{\text{т.эж}} = t_{\text{кэс.эж}} \cdot \beta_{\text{ж}} \cdot \beta_0 = 9 \cdot 2 \cdot 0,7 = 12, \text{ ай} \quad (6.20)$$

Түлендіргіш құрылғысы үшін табамыз:

$$t_{\text{т.жт}} = t_{\text{кэс.жт}} \cdot \beta_0 = 5 \cdot 0,7 = 3,5, \text{ ай} \quad (6.21)$$

Алынған есептеулер нәтижесімен, бір жылдың ішінде ағымдағы және капиталды жөндеу жұмыстарның санын есептеп табуға болады. Капиталдық жөндеу жұмыстарының саны келесідей:

Бір жылдағы ағымдық жөндеу жұмыстарында төмендегідей анықталады:

$$M_{\text{ж.аж}} = 0,079, M_{\text{т.жт}} = 0,238, M_{\text{т.кэ}} = 0,2285. \quad (6.22)$$

Бір жылға тапсырылған жөндеу жұмыстардардың саны, сонымен қатар еңбек сыйымдылықтарының тапсыру нормалары бойынша, жылдық жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылықтары анықталады. Электр машиналардың жылдық еңбек сыйымдылықтары мынадай формулалармен анықталады:

$$T_{\text{к.кжж}} = M_{\text{к.кжж}} \cdot N_{\text{к.кжж}} \cdot k_{\omega} = 0,065 \cdot 31 \cdot 1,1 = 2,1, \text{ адам/сағ} \quad (6.23)$$

мұндағы $N_{\text{к.кжж}}$ - қозғалтқыштар үшін, капиталдық жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығы;

$N_{\text{к.кжж}}=32$ адам/сағат;

k_{ω} - түзетуші коэффициенті, электрқозғалтқыштардың айналу жиіліктерін ескеруші, $k_{\omega}=1,1$ коэффициент.

Түрлендіргіштер үшін келесідей болады:

$$T_{\text{к.кжк}} = 0,186 \cdot 50 = 9,8, \frac{\text{адам}}{\text{сағ}};$$

$$T_{\text{к.кжк}} = 0,255 \cdot 32 \cdot 1,1 = 8,2, \frac{\text{адам}}{\text{сағ}}.$$

6.5 Жобаны ұйымдастырушы техника-экономикалық шаралардың тиімділігі

Қолданатын қондырғының жылдық еңбек сыйымдылығы, жөндеу жұмысына қойылатын тарифтік құнды ескеретін болсақ, сонымен қатар сәйкес салықтарды, келіп жөндеу жұмысының бір жылдық жалақыға кететін шығындарын анықтаймыз.

Базалық нұсқа бойынша ол келесідей болады:

$$C_{E1} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{сал}} \cdot T \sum 1, \quad (6.24)$$

мұндағы $C_{\text{тар}}$ - жөндеу жұмыстарының сағатты тариф құны разряды бойынша), $C_{\text{тар}}=2150$ теңге/сағ;

$C_{\text{сал}}$ -жалақы беруге байланысты, салықты төлеген шығындарды анықтау коэффициенті:

9,5% - социалдық сақтандыру аударымдарының пайызы,

10% - зейнетақы қор аударымының пайызы,

25% - сыйлық ақы аударымдарының пайызы,

10% - қосымша жалақы төлеуге кететін аударымдар пайызы.

$T \sum 1$ - пайдаланылатын қондырғысының еңбек сыйымдылық соммасы.

$$C_{E1} = 2150 \cdot (0,095 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 113,7 = 133227,975 \text{ тг.}$$

Жобаланатын нұсқа үшін келесідей:

$$C_{E2} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{сал}} \cdot T \sum 2, \quad (6.25)$$

$$C_{E1} = 2150 \cdot (0,095 + 0,1 + 0,25 + 0,1) \cdot 51,37 = 60192,79, \text{ тг.}$$

Жөндеу жұмыстары және қызмет көрсету үшін, материалдардың бағаларының жөндеу жұмыстары бойынша, негізгі жалақы бойынша салық ескерілмейді оны біз 100% пайыз деп қабылдаймыз:

Базалық нұсқа үшін келесідей болады:

$$C_{\text{мат1}} = C_{\text{тар}} \cdot T \sum 1 = 2150 \cdot 113,69 = 244570, \text{ тг} \quad (6.26)$$

Жобаланатын нұсқалар:

$$C_{\text{MAT2}} = C_{\text{тар}} \cdot T \sum 2 = 2150 \cdot 51,37 = 110445,5, \text{тг} \quad (6.27)$$

Жалпы шығынды есептегенде салықты ескермей негізгі жалақыны 100% пайыз деп аламыз:

$$\begin{aligned} C_{\text{Ц1}} &= C_{\text{MAT1}} = 244570, \text{тг}, \\ C_{\text{Ц2}} &= C_{\text{MAT2}} = 110445, \text{тг}. \end{aligned}$$

Жалпы шығынды есептегенде, салықты ескермей негізгі жалақыны 50% пайыз деп аламыз:

$$C_{\text{з1}} = 0,1 \cdot C_{\text{Ц1}} = 0,5 \cdot 244570 = 122285, \text{тг},$$

$$C_{\text{з2}} = 0,1 \cdot C_{\text{Ц2}} = 0,5 \cdot 110445 = 55222,5 \text{ тг}.$$

Осылайша, кондырғыны пайдаланылатын электр бөліктің жылдық шығынын есептеп алып, екі нұсқа үшін жылдық пайдалану шығынын бірге, екі нұсқа үшін керек өлшемдерді анықтап есептеп алдық.

$$C_{\text{пай}} = C_{\text{Е}} + C_{\text{MAT}} + C_{\text{Ц}} + C_{\text{з}} + C_{\text{э}} + C_{\text{А}}, \quad (6.28)$$

$$C_{\text{пай}} = 894575, \text{тг}.$$

Қабылданған экономика бөлімінің шешімдеріне талдау жүргізген кезде, келтірілген шығындар тәсілін қолданамыз:

$$\text{Ш} = E_{\text{Н}} \cdot K + C_{\text{пайд}}. \quad (6.29)$$

$$E_{\text{Н}} = 0,15.$$

$$\text{Ш}_1 = 0,15 \cdot 4326866,7 = 649030,01 \text{ тг}.$$

$$\text{Ш}_2 = 0,15 \cdot 894577,79 = 134186,67 \text{ тг}.$$

Экономикалық тиімділікті есептейміз:

$$\text{Э} = \text{Ш}_1 - \text{Ш}_2 = 649030,01 - 134286,67 = 514743,34 \text{тенге} \quad (6.30)$$

Экономикалық тиімділік дегеніміз, жасалған жұмыс пен өндірістік істің нәтижесінің арасындағы қатынаспен анықталатын қорытынды айтамыз. Есептелген нәтиже бойынша бастапқы нұсқа тиімділігін таптым. Тиімділік

көрсеткіштері өндірітердің орнының қаржылық жұмысын бағалау үшін, инвестициялық саясат пен баға беру үшін қолданылады. Бағалаудың белгісі ең аз келтірінді шығындар болып табылады.

6.3 кесте - Салыстырылып отырған жетек жүйелерінің техника-экономикалық көрсеткіштері

Атаулары	Базалық нұсқа	Жобаланған
Қозғалтқыш номинал қуаты, кВт	1,2	2,5
Қозғалтқыш номинал ПЭК, %	0,91	0,89
Түрлендіргіш номинал ПЭК, %	-	97
Капитал салымы, мың тенге	1998200	905600
Амортизациялы аударым, мың тенге	189829	86032
Тұтынылған электрэнергия бағасы, мыңтенге	32609767	411802,5
ЭЖ жөндеуге кеткен материал құны, мың.тенге	245570	110959
Цех шығындары, мың.тенге	244570	110445,2
Жалпы зауыттық шығындар, мың.тенге	122285,2	55222,6
Жылдықпайдаланушығындары, мың.тенге	4326866,7	894577,79
Келтірілгеншығындар, мың.тенге	133227,975	60192,79
Экономикалық тиімділік, мың.тенге	514743,34	

Қорытынды

Ленталы конвейер - өндірістің барлық салаларында уақ жүктерді тасымалдауға кеңінен қолданылатын құрылғы. Оған олардың өнімділігі жоғары болады, тасымалдау қашықтығының ұзын болуы керек, конструкциясының қарапайымдығы мен жұмыс істеу сенімділігінің жоғары болуы өте маңызды.

Конвейерлік қондырғылардың электр жетектері үшін, іске қосу үрдісі өте ауыр үрдіс болып келеді. Динамикалық жүктемені шектеу үшін, және лентаның барабанмен жақсы жапсарласуын қамтамасыз ету үшін, электр жетегін іске қосу кезіндегі үдеуді белгілі бір деңгейде шектеуі, тербелмелі динамикалық жүктемені жоюы қажет. Осыған байланысты, конвейерлерде артық жүктеме қабілеттілігі үлкен, іске қосу тоғы айтарлықтай жоғары болатын жетектік қозғалтқыштарды қолдану қажеттілігі туындайды.

Дипломдық жобада уақ немесе ұсақ жүктерге арналған ленталы конвейердің электр жетегін жаңарту қарастырылды.

Жобадағы тапсырма бойынша, ЛК-800 типті ленталы конвейер таңдалып, оның жетегіне керекті тартылу күші мен қуаты есептелінді. Таңдалған конвейердің қозғалтқышы ретінде 4АК200М8У3 типті фазалық роторлы қозғалтқышы таңдалды. Оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталып, табиғи механикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Фазалық роторлы қозғалтқышты үш сатылы іске қосу сұлбасы қарастырылып, әр сатының кедергілері анықталды. Қозғалтқышты іске қосу кезіндегі механикалық өтпелі үрдістері есептелінді.

Ұсынылған электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштеріне есептеу жүргізілді. Фазалық роторлы қозғалтқыштың электр жетегін басқару сұлбасы құрастырылды.

MatLab бағдарламасы арқылы фазалық роторлы қозғалтқыштың үлгісі тұрғызылып, үлгіде оның әр түрлі режимдердегі өтпелі үрдістер тұрғызылды.

Алынған нәтижелерге талдау жасалды, қозғалтқышты үш сатылы іске қосу кезіндегі бұрыштық жылдамдықтың бірқалыпты өзгеретіндігін және іске қосқан сәттегі іске қосу моментінің мәні де төмен болатындығын көрсетеді, яғни бұл жағдайда конвейердің электр жетегіне қойылатын талаптар орындалатындығы дәлелденді.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде электр қауіпсіздігі, жерге қосуға есептеу жүргіздім. Сонымен қатар ауаны тазартып тұратын циклондарға есептеу жасадым. Экономикалық бөлімде күрделі және эксплуатациялық шығындар есептелінді, ұсынылған электр жетегінің экономикалық көрсеткіштерін анықтадым.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов-4-е изд., переработано и дополнено - М.: Машиностроение, 1989. - 536 с.
- 2 http://www.metallist-tula.ru/production/lent_konveer.htm...
- 3 Костюк В.С., Волкова Л.П., Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод шахтных установок: Учебное пособие. – М.: МГИ, 1984. – 65 с.
- 4 Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Автоматизированный электропривод горных машин и установок. Часть 1: Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: Учебное пособие / Под ред. А.В. Ляхомского. – Издательство «Горная книга», 2014. – 476 С.
- 5 Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Управление электромеханическими системами горных машин. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 296 с.
- 6 Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010-352с.
- 7 Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. М.:1986.-418 с.
- 8 М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В. М. Терехов, А.В. Шинянский Основы автоматизированного электропривода. Учеб. пособие для вузов. М., «Энергия», 1974. – 567 с.
- 9 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебн. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
- 10 Түзелбаев Б.И. Тулегенова А Сала экономикасы: әдістемелік нұсқау - Алматы, 2012.
- 11 Хакімжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Жоғары оқу орындары үшін арналған оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 140 б.