

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА  
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        20        ж.

(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Шахта конвейерінің асинхронды электржетегінің басқару жүйесін  
құрастыру

5B071800 - «Электр энергетикасы»

мамандығы бойынша

Орындаған Максұтов Али Бауыржанович

ЭЭ(ЭАТК)к-17-5

(аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Алмуратова Нургуль Канаевна, PhD докторы

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        20        ж.

(қолы)

Кенесшілер:

Техникалық бөлімі бойынша:

Алмуратова Нургуль Канаевна, PhD докторы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »        20        ж.

(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша:

Абильдина Айнұр Шахизадина, э.ғ.к., доцент

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »        20        ж.

(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Байзакова Саягуль Мұхтаровна, аға оқытушы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »        20        ж.

(қолы)

Пікір жазушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

«        »        20        ж.

Алматы 2021

# ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

## ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика және электр техника институты  
5B071800 - «Электроэнергетика» мамандығы  
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

### ТАПСЫРМА

Студент Максутов Али Бауыржанович  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы: Шахта конвейерінің асинхронды электржетегінің басқару жүйесін құрастыру

Ректордың «27» 10 2020 №217 бұйрығы бойынша бекітілген.  
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «17» мамыр 2020 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс

нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Конвейер қондырғысының техникалық параметрлері: Конвейер ұзындығы 15 м;  
Конвейердің иіліу бұрышы 30; Жетектің беру механизмінің ПӘК 0,9; Бір метр  
лентаның салмағы 15; Конвейер өнімділігі 63; Жылдамдығы 1,6; Лентаның  
ұзындығы 800 мм, электр қозғалтқышының параметрлері және  
сипаттамалары

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе қысқаша мазмұны:

1. Ленталы конвейердің жұмыс істеу технологиясы
2. Технологиялық процесстің анықтамасы және сипаттамасы
3. Шахталы конвейердің жұмыс істеу принципі мен құрылысы
4. Айнымалы тоқты электр жетегін басқарудың анықтамасы және ерекшеліктері
5. Қосындылау күшейткішінен тұратын КТТ-АҚ электр жетегінің басқару жүйесі
6. Шахта конвейерінің басқару жүйесін құру
7. Бір қозғалтқыштан тұратын асинхронды электр жетегі
8. КТТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы
9. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

## 10. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Ленталы конвейердің кинематикалық сұлбасы

2. Шахтада қолданылатын ленталы конвейердің құрылысы

3. КТТ-АҚ-ң тұйықталған жүйесінің функционалды сұлбасы және сипаттамалары

4. Жылдамдық пен ток бойынша кері байланыстан тұратын ЭЖБЖ-ң функционалды сұлбасы

5. Кернеуді тиристормен түрлендіргіш жүйесінің құрылымдық сұлбасы

6. Екі қозғалтқышты электр жетегінің MATLAB бағдарламасы бойынша құрылған құрылымдық сұлба

7. Қозғалтқыш жылдамдығының өтпелі процесінің сызбасы

8. Өмір тіршілік қауіпсіздігі

9. Экономикалық бөлім

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 8. – Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010.

2. Н.В. Кояин, О.П. Мальцева, Л.С. Удут. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод. Имитационные модели в среде модели MATLAB-Simulink. Исследование электропривода посредством компьютерного моделирования: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2013.

3. Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.: ФОРУМ, 2010.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімшелер	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Техникалық бөлім	Алмуратова Н.К.	17.05.2021	
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Байзакова С.М.	21.04.2021	
Экономикалық бөлім	Абильдина А.Ш.	10.03.2021	

Диплом жұмысын дайындау

К Е С Т Е С І

№ p/c	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	<i>Ленталы конвейердің жұмыс істеу технологиясы</i>	<i>18.11.2020</i>	
2.	<i>Технологиялық процесстің анықтамасы және сипаттамасы</i>	<i>17.12.2020</i>	
3.	<i>Шахталы конвейердің жұмыс істеу принципі мен құрылысы</i>	<i>14.01.2021</i>	
4.	<i>Айнымалы тоқты электр жетегін басқарудың анықтамасы және ерекшеліктері</i>	<i>12.02.2021</i>	
5.	<i>Қосындылау күшейткішінен тұратын КТТ-АҚ электр жетегінің басқару жүйесі</i>	<i>25.02.2021</i>	
6.	<i>Шахта конвейерінің басқару жүйесін құру</i>	<i>04.03.2021</i>	
7.	<i>Бір қозғалтқыштан тұратын асинхронды электр жетегі</i>	<i>08.04.2021</i>	
8.	<i>КТТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы</i>	<i>22.04.2021</i>	
9.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>21.04.2021</i>	
10.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>30.04.2021</i>	

Тапсырманың берілген уақыты « 18 » қараша 2021 ж.

Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ Оржанова Ж.К., т.ғ.к., профессор  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі \_\_\_\_\_ Алмуратова Н.К., PhD докторы  
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент \_\_\_\_\_ Максұтов А.Б.  
(қолы) (аты -жөні)

## Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста «КТТ – АҚ» жүйелерімен екі қозғалтқышты электр жетегінің құрылымдық сұлбасын құру қарастырлған. Ленталы конвейердің екі қозғалтқышты электр жетегінің басқару жүйесінің синтезі, жылдамдық бойынша кері байланысы бар «КТТ – АҚ» тұйық контурлы жүйесінің параметрлерімен орындалды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр қауіпсіздігі мен зиянды өндірістік факторлар қарастырылып, көмір шахтасындағы еңбек жағдайына талдау жүргізіліп, жұмыс орнының жарықтануы мен жасанды жарықтандыруға есептеулер жүргізілген.

Экономикалық бөлімде шахта конвейерінің екі қозғалтқышты электр жетегінің екі баламалы жүйесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін салыстырмалы талдау арқылы экономикалық тиімділікті бағалау жүргізілген. Нәтижесінде экономикалық тұрғыдан тиімді нұсқа таңдалған.

## **Аннотация**

В дипломной работе рассматривается создание структурной схемы двухдвигательного электропривода с системой «ТПН - АД». Синтез системы управления двух двигательного электропривода ленточного конвейера выполнен с параметрами замкнутой системы «ТПН-АД» с обратной связью по скорости.

В разделе безопасности жизнедеятельности учитывается электробезопасность и вредные производственные факторы, анализируются условия труда в угольной шахте, производится расчет освещения рабочего места и искусственного освещения.

В экономическом разделе экономическая эффективность оценивалась путем сравнительного анализа технико-экономических показателей двух альтернативных систем электропривода шахтного конвейера. В итоге был выбран экономичный вариант.

## **Annotation**

In the diploma work, the creation of a structural diagram of a two-motor electric drive with the «thyristor voltage converter - asynchronous motor» system. The synthesis of the control system for the two motor electric drive of the belt conveyor is performed using the closed-loop system «thyristor voltage converter - asynchronous motor» with speed feedback.

The life safety section takes into account electrical safety and harmful production factors, analyzes working conditions in a coal mine, calculates workplace lighting and artificial lighting.

In the economic section, the economic efficiency was assessed through a comparative analysis of the technical and economic indicators of two alternative systems for the electric drive of the mine conveyor. As a result, an economical option was chosen.

## Мазмұны

Кіріспе	9
1 Ленталы конвейердің жұмыс істеу технологиясы	10
1.1 Технологиялық процесстің анықтамасы және сипаттамасы	10
1.2 Шахталы конвейердің жұмыс істеу принципі мен құрылысы	10
1.3 Айнымалы тоқты электр жетегін басқарудың анықтамасы және ерекшеліктері	12
1.4 Қосындылау күшейткішінен тұратын КТТ-АҚ электр жетегінің басқару жүйесі	13
2 Шахта конвейерінің басқару жүйесін құру	17
2.1 Бір қозғалтқыштан тұратын асинхронды электр жетегі	17
2.2 КТТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы	18
2.3 Шахта конвейерінің электр жетегінің MATLAB бағдарламасы бойынша құрылымдық сұлбасы және математикалық моделі	22
2.4 Ленталы конвейердің екі қозғалтқыштан тұратын электр жетегінің қозғалуының тұрақтылығы	25
2.5 Ленталы конвейердің екі қозғалтқышты электр жетегінің параметрлерін синтездеу	29
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі	33
3.1 Электр қауіпсіздігі және зиянды өндірістік факторлар	33
3.2 Көмір шахтасындағы еңбек жағдайын талдау	33
3.3 Жұмыс орнының жарықтануын есептеу	35
3.4 Жасанды жарықтандыруды есептеу	37
4 Дипломдық жұмыстың экономикалық негіздемесі	41
4.1 Техникалық деректемелері	41
4.2 Жетек шығындарын есептеу	41
4.3 Пайдалану шығындарын есептеу	43
4.4 Жылдық шығындарды есептеу	51
Қорытынды	53
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	54



## Кіріспе

Технологиялық процестерді кешенді механикаландыру және автоматтандыру, компьютерлерге негізделген басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің техникалық прогрестің маңызды бөлігі болып табылады. Қазіргі заманғы тау-кен кәсіпорны күрделі әртүрлі өндірістік механизмдердің өзара байланысқан кешенінен тұрады. Олардың электр жетектері басқарудың заманауи жүйелерін пайдаланбай жұмыс жасау мүмкін емес. Жаңа электр жетектерінің жүйелерін пайдалану тау-кен машиналары мен механизмдерінің өнімділігін арттыруға, капиталды және пайдалану шығындарын азайтуға, өндірістік процестердің сенімділігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта өндірісте электрониканы, түрлендіргіштерді, микропроцессорлық техникаларды қолдану арқылы автоматтандырылған басқару жүйесінен тұратын электр жетекті қолдану кең таралған.

Дипломдық жұмыс конвейер қондырғысының жұмысын автоматты және қолмен басқаруды қамтамасыз ететін қозғалтқыштың қоректену кернеуінің жиілігін түрлендіруге және конвейер қондырғысының электр жетегінің басқару жүйесін құруға арналған.

Конвейер жетегі электр қозғалтқышының айналу моментін конвейер лентасының қозғалысына беруге арналған және электр қозғалтқышынан, редуктордан және оларды біріктіретін серпімді муфтадан тұрады.

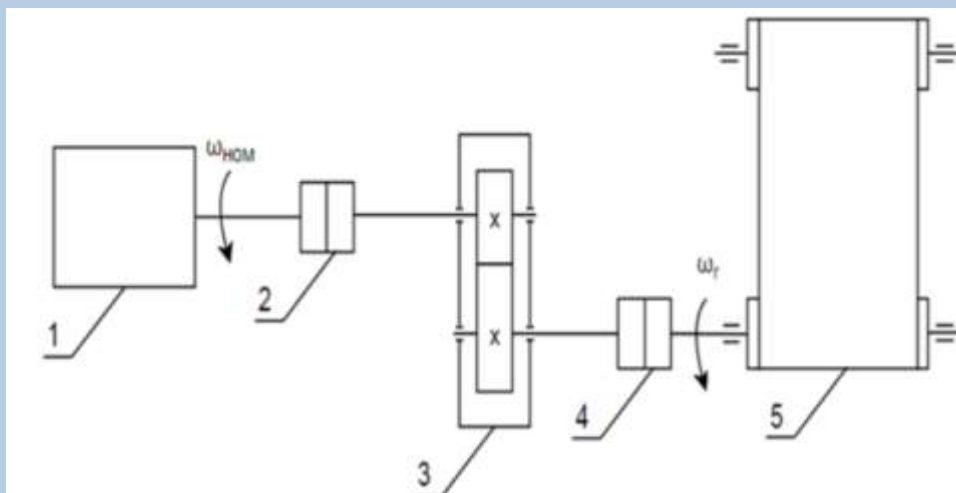
Жетектің жұмысы келесідей: қосылған электр қозғалтқышы муфта арқылы редукторды қозалысқа келтіреді, оның орталық білігіне конвейер қондырғысының жетек барабаны орнатылған.

Конвейер қондырғысының жетегіндегі жүктеменің артуымен немесе төмендеуімен теріс кері байланыс арқылы ток релесінен кернеу алынады. Ол сигналды түрлендіру блогнда түзетіліп тұрақталған сигнал түрінде жиілік түрлендіргішіне беріледі, сәйкесінше конвейер қондырғысының жетек қозғалтқышының айналу жылдамдығын төмендетеді немесе жоғарылатады.

# 1 Ленталы конвейердің жұмыс істеу технологиясы

## 1.1 Технологиялық процесстің анықтамасы және сипаттамасы

Ленталы конвейер деген әртүрлі аймақтарда жүктерді тасымалдауға қолданылатын, үздіксіз жұмыс жасай алатын машинаның бір түрі.



1- қозғалтқыш; 2, 4 – муфталар, 3 – редуктор, 5 – конвейер.

1.1 сурет – Ленталы конвейердің кинематикалық сұлбасы

Жүкті үздіксіз тасымалдайтын технологиялық процесс әртүрлі жүкті үздіксіз тасымалдаумен сипатталады.

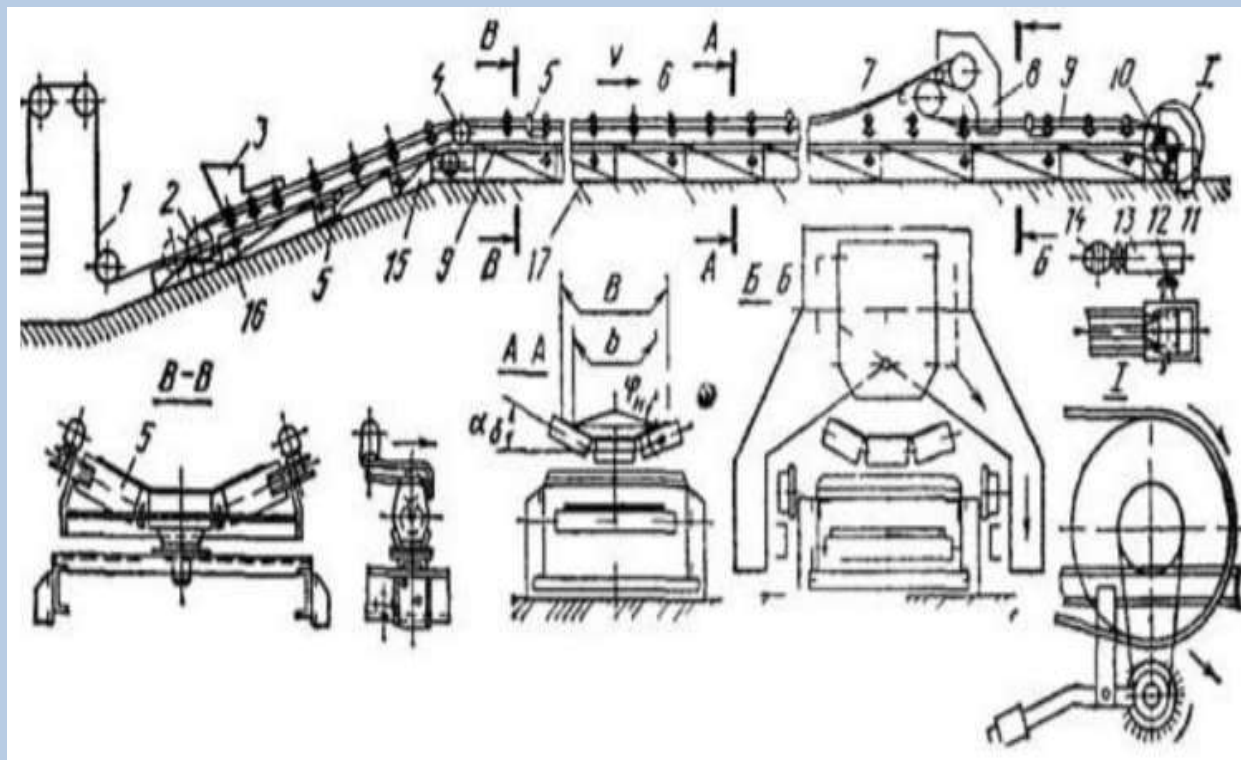
Жүктелген жүк конвейердің лентасына тиеледі. Жүк тиелген конвейер элементтерінің жұмыс істеу және бос жүріс (кері) қозғалысы бір уақытта орындалады. Жүкті тоқтаусыз тиеу мен жүктеу, элементтерінің жұмыс істеу және бос жүріс (кері) қозғалыстарын алмастыра отырып орындалуы үздіксіз жұмыс жасайтын машинаның тиімділігі болып саналады.

Ленталы конвейердің жүйесінің қарапайымдылығы, автоматты басқару мен жұмысын бақылау, күрделі аумақтарда тасымалдауға айтарлықтай сенімділіктен тұрады.

## 1.2 Шахталы конвейердің жұмыс істеу принципі мен құрылысы

Шахтада қолданылатын ленталы конвейердің құрылысы 1.2 суретте бейнеленген. Конвейердің тасымалдау және тарту бөлігі жоғарғы және төменгі тармақтармен 6, 17 дөңгелек тіреуіштерге бекітілген 9 лента. Сонымен қатар лента конвейердің төменгі бөлігіндегі 10 жетек пен 2 тартатын барабанға келіп иіледі. Жеке-жеке бөлшектерден тұратын жүктерді тасымалдау үшін қысқа конвейерді қолданған ыңғайлы. Оның жұмыс тармағындағы лентасы ағаш немесе металды төсеніште сырғыйды. Жетек

барабаны лентаның тығыс қозғалысын жүзеге асырады. Лентаны тарту барабаны жүктеу немесе винтті түріне қарай 1 тартатын құрылғының көмегімен лентаның қозғалатын тармақтарында алғашқы тартылысты тудырады. Конвейердің төменгі бөлігіндегі 2 барабанда орналасқан 3 жүктеу ыдысынан лентаға сусымалы жүк келіп түседі. Лентадағы жүкті тиіп алу үшін қозғалатын 7 тиеу арбасы немесе стационарлы күрек тәріздес жүкті тиіп лақтырғыш қолданылады.



1.2 сурет – Шахтада қолданылатын ленталы конвейердің құрылысы

Капронды немесе резиналы 11 айналатын щеткалар лентада қалып қойған сусымалы жүктердің шаңынан тазарту үшін қолданылады.

Лентаның екі тармағының қозғалысын ортақтандыру үшін және олардың көлденең ауытқуын болдырмау үшін әртүрлі орталандырудың 5 дөңгелек тіреуіштерін қолдану қажет. Тармақтар жолына дөңгелектен тұратын батареялар орналастырылады. Ол лентаның немесе 4 ауытқитын барабанның баяу иілуін жүзеге асырады.

Шахтада қолданылатын ленталы конвейердің жетегі 10 жетек барабанынан, 14 электр қозғалтқышынан, 13 редуктордан және жалғанған муфталардан тұрады. Жетек механизмінің негізгі сипаттамаларына қозғалтқыш қуаты, редуктордың беру саны, айналу моменті т.б. жатады.

Жетек ретінде қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш немесе фаза роторлы асинхронды қозғалтқыш қолданылады. Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш қатаң реттелмейтін сипаттамадан тұрады, ал фаза роторлы асинхронды қозғалтқыш реттелетін

сипаттамадан тұрады. Іске қосу кезінде олардың айналу моменті мен іске қосылу уақыты өзгереді. Ленталы конвейердің жұмысын тез тоқтату үшін немесе жүктелген лента кері қозғалып кетпеуі үшін тежеу қолданылады.

15 белгіленген металды бұйымда ленталы конвейердің барлық элементтері жөнделеді. Металды бұйым мен жетек жетек станциясы деп аталынады. Жүктеу аймағы мен лентаны тарту құрылғысы лентаны тарту станциясы деп аталынады. Осы екі станциялар арасында сызықты бөліктерден тұратын конвейердің ортанғы бөлігі орналасады.

Қозғалатын және лентаны тарту органы ретінде беті тегіс резина маталы немесе резина тросты лента қолданылады. Резина маталы түрі алыс емес аумаққа жүкті тасымалдауға қолданылады, ал резина тросты түрі магистальді конвейерлерде қолданылады.

Лентаны тартудың төзімділігі төсәлінетін матаның мықтылығына және оның резина маталы лента үшін санына байланысты болады. Жүктің және қоршаған ортаның температурасына байланысты ленталар жылу мен суыққа төзімділігі бойынша ажыратылады. Конвейердің лентасы жоғарғы тармақтың 6 дөңгелек тіреуішіне және төменгі тармақтың 17 дөңгелек тіреуішіне орналастырылады.

### **1.3 Айнымалы токты электр жетегін басқарудың анықтамасы және ерекшеліктері**

Айнымалы токты электр жетегінің басқару жүйелері электр жетегінің басқарылатын координаттарын үздіксіз бақылау үшін әр түрлі кері байланыстан тұратын, «жиілікті басқарылатын-қозғалтқыш» принципі бойынша тұрақты токты жүйеге ұқсас тұрғызылады.

Мұндай жүйелердегі басқарылатын түрлендіргіштер айнымалы кернеу және жиілікті түрлендіргіштері (ЖТ) болып табылады. Қарапайым аз вентильді айнымалы ток кернеуінің түрлендіргіші (КТТ) КТТ-АҚ типті басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді. Ол электр жетек жылдамдығын үкен емес аумақта реттеуге, талап етілген статикалық және динамикалық сипаттамаларды құруға, энергетикалық және технико-энергетикалық көрсеткіштерін жақсартуға қолданылады.

Бастару жүйелерінде айнымалы токты электр жетектерді және айнымалы токты қолдану асинхронды немесе синхронды электр жетегін құруға көмектеседі. Оларға мыналар жатады: ЖТ-АҚ немесе ЖТ-СҚ жүйелері, электр жетек моменті мен жылдамдығын жиілікті басқарумен қамтамасыз ететін екі қоректендіру көзі бар қозғалтқыш жүйелері. Жиілікті түрлендіргіш ретінде тікелей байланыссыз жиілікті түрлендіргіштер мен тұрақты токты буынмен ток және кернеу автономды инверторлары қолданылады. Мұндай жүйелер жиілікті – токты басқарумен, векторлы координаттан тұратын реттеуге бағыныңқы принцип бойынша статикалық режимде жылдамдықты жоғарғы деңгейде реттеуді қамтамасыз етеді және динамикалық режимде тез әсерлігі жоғары болады.

#### 1.4 Қосындылау күшейткішінен тұратын КТТ-АҚ электр жетегінің басқару жүйесі

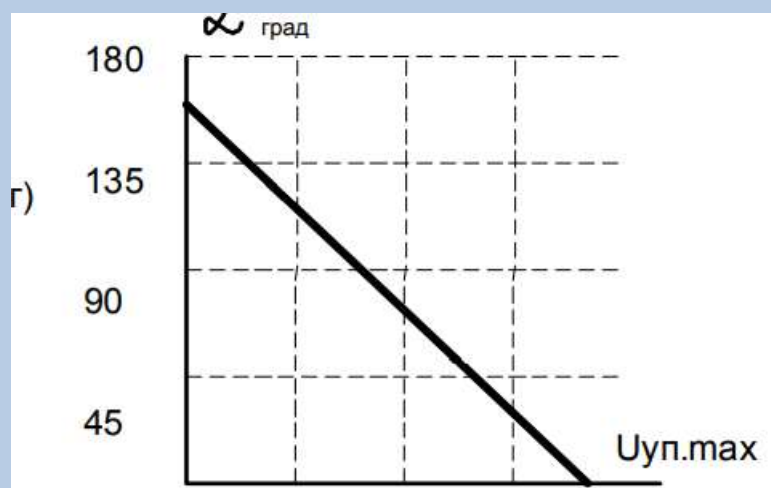
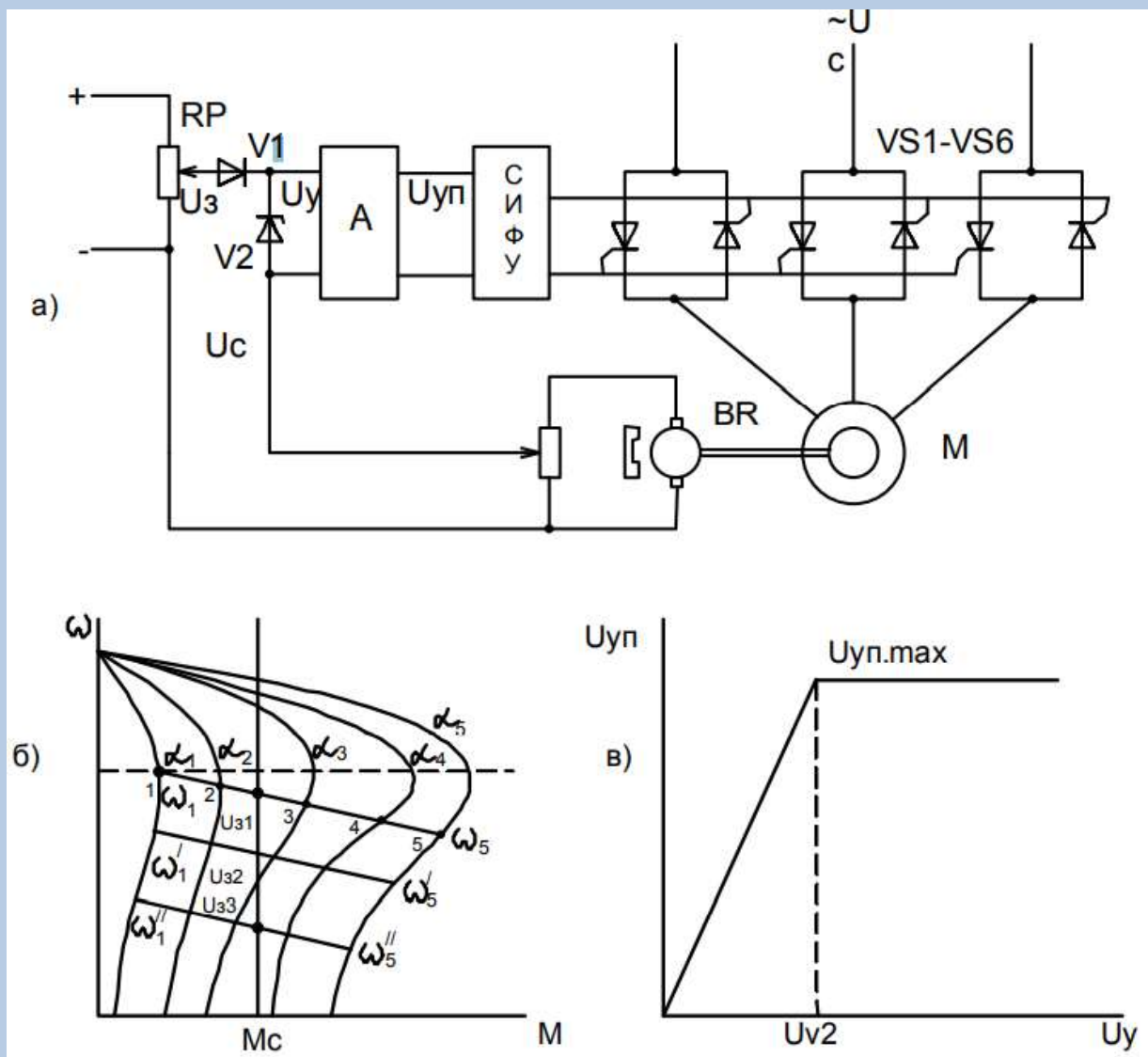
Ажыратылған жүйенің  $\alpha$  бұрышын реттеу кезіндегі механикалық сипаттамасы 1.3 суретте көрсетілген. Мұндай жүйе жылдамдықты реттеуді қамтамасыз етпейді. Жылдамдықты реттеу мен қатаң механикалық сипаттаманы алу үшін сигналы тахогенератор (жылдамдық датчигі) арқылы берілетін қозғалтқыштың кері байланысы бойынша тұйық басқару жүйесі қажет. Сонымен қатар ротор (фаза роторлы қозғалтқыш үшін) немесе статор тогы мен кернеуі бойынша кері байланыс қолданылады. КТТ-тен тұратын басқару жүйесіндегі мұндай байланыстардың параметрлерін есептеу ток пен кернеудің пішіні синусойдалы болмауына байланысты күрделі болып келеді.

Қатаң механикалық сипаттама алынатын КТТ-тен тұратын электр жетегінің басқару жүйесінің функциональды сұлбасы 1.3, а суретте көрсетілген. Қозғалтқыш жылдамдығын берілген  $D = \omega_{\max}/\omega_{\min}$  аймақта реттеудің механикалық сипаттамасы 1.3, б суретте келтірілген. Жылдамдықты беру  $U_6$  беру кернеуі арқылы RP жылдамдық датчигімен орындалады. Жылдамдық бойынша кері байланыс BR тұрақты токты тахогенератормен орындалады. Басқару сигналы А күшейткішіне (сипаттамасы 1.3, в суретте көрсетілген) беріледі. Күшейткіштің  $U_{ш}$  шығыс кернеуі  $U_{ш, \max}$  мәніне дейін күшейткіштің кірісіне қосылған V2 стабилитрон арқылы шектелген. Керу  $U_{ш}$  импульсті-фазалы басқару жүйесіндегі (ИФБЖ) КТТ-ке беріледі, оның реттеу сипаттамасы 1.3, г суретінде көрсетілген.

Орнықты жұмыс режимінде қозғалтқыштың жүктемесін өзертте отырып жылдамдығын тұрақтандыру келесі кезеңмен орындалады: Жүктемесі аз болғанда  $M_c < M_{c1}$  (1.5, в суретте сипаттамасы көрсетілген) қозғалтқыш жылдамдығы синхрондыға жақын болады және  $U_6 - U_{ж}$  кернеулер айрымы теріс болады.  $V_1$  диоды басқару тогын өткізбейді,  $U_{ш} = 0$  және тиристормен  $\alpha_{\max}$  басқару бұрышы жоғары, КТТ-ң шығыс кернеуі төмен, қозғалтқыш жылдамдығы  $\alpha_1$  болғандағы сипаттамамен анықталады.  $M_c = M_{c1}$  болғанда,  $\omega_1$  жылдамдықта  $U_{ж} = U_{61}$  болады. Жылдамдықты одан әрі төмендетсе  $V_1$  диоды ашылады, түрлендіргішті басқаратын кернеу пайда болады және ИФБЖ-ң тиристорларының басқару бұрышы төмендейді, осының салдарынан қозғалтқыш статорындағы орамдағы кернеу жоғарылайды. Бұл жағдайда қозғалтқыш жылдамдығы  $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  мәндерінде 2, 3, 4, 5 нүктелерде аралық сипаттамалармен анықталады.

Жүктемені жоғарылатқан сайын  $\omega_5$  жылдамдығы төмендейді,  $U_{61} - U_{ж}$  айрымы  $V_2$  стабилитронның тұрақтандыру кернеуіне тең максималды шамамен шектеледі, осы кернеуге сәйкес келетін түрлендіргішті басқару  $U_{6, \max}$  кернеуі ИФБЖ-ін тиристормен  $\alpha_{\min}$  минималды басқару бұрышын қамтамасыз етеді (1.3, г сурет)

КТТ қозғалтқыш статорындағы орамға толық кернеуді береді, оның жылдамдығының ары қарай төмендеуі  $\alpha_5$  кезіндегі сипаттама бойынша орындалады.



1.3 сурет – КТТ-АҚ-ң тұйықталған жүйесінің функционалды сұлбасы және сипаттамалары

Жылдамдықты тұрақтандыру режимінде берілген кернеуді төмендету  $U_{62}$  кезінде  $\omega_1'$  -тен  $\omega_1'$ -дейінгі аралықта жылдамдықтың төменгі мәнінде орындалады. Сәйкесінше  $U_6$  өзгерісін қозғалтқыш жылдамдығын реттеу арқылы аламыз.

КТТ-АҚ-ң басқару жүйесінің орнықты режимі төмендегі теңдеумен өрнектеледі:

$$U_{ТБ} = K_B(U_B - K_c\omega), \quad (1.1)$$

мұндағы  $U_B$  – берілген кернеу жылдамдығы;

$U_{ТБ}$  – КТТ-ң басқару кернеуі;

$K_c$  – аралық күшейткіштің күшейту коэффициенті.

КТТ басқару бұрышы ИФБЖ-ң реттеу сипаттамасына негізделе отырып анықталады (1.3, г сурет):

$$\alpha = \alpha_{пр} - K_{ТБ}U_{ТБ}, \quad (1.2)$$

мұндағы  $\alpha_{пр} = 150^\circ$  – 1.3, б суретте көрсетілген сұлба үшін басқару бұрышының шекті мәні;

$K_{ТП} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta U_{ТП}}$  – ИФБЖ беру коэффициенті.

1.1 және 1.2 теңдеулері арқылы төмендегі теңдеуді аламыз:

$$\alpha_{пр} - \alpha = K_B K_{ТБ}(U_B - K_c\omega). \quad (1.3)$$

Тұйықталған КТТ-АҚ жүйесінің жылдамдық сипаттамасының теңдеуі:

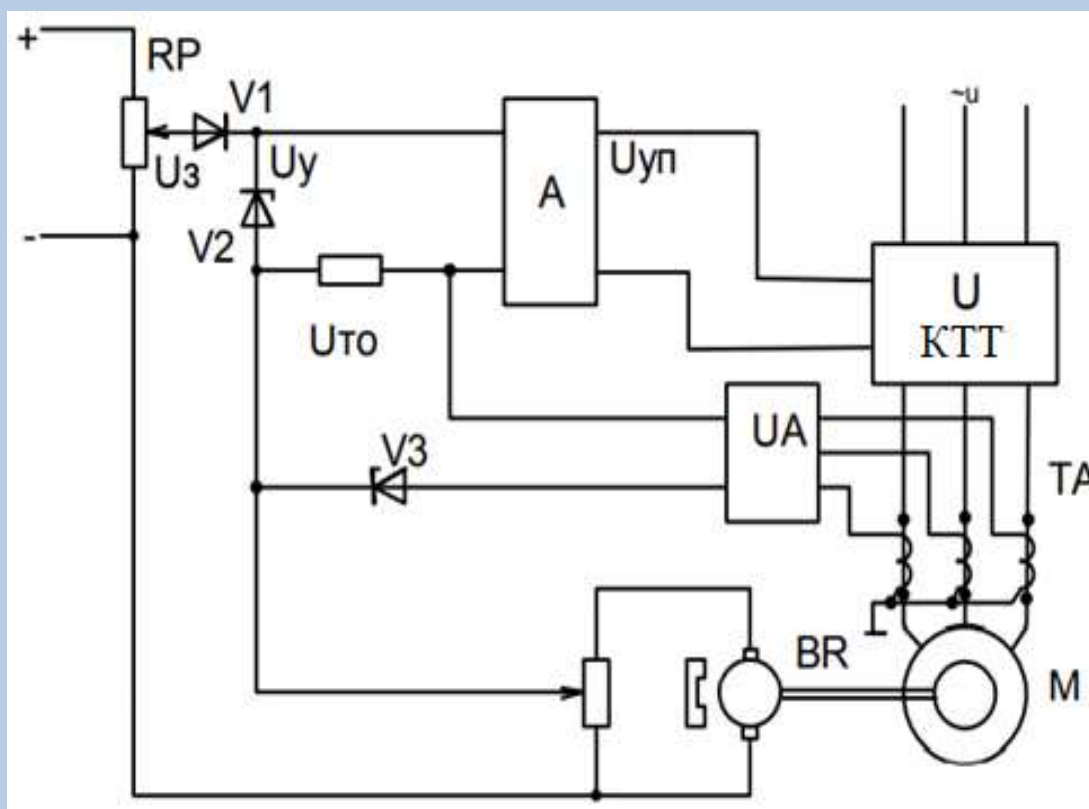
$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega = \frac{U_6}{K_c} - \frac{\alpha_{пр} - \alpha}{K_c K_B K_{ТБ}}. \quad (1.4)$$

1.4 теңдеу арқылы КТТ-АҚ жүйесінің механикалық және электр механикалық сипаттамаларын тұрғызуға болады.

Қарастырылып отырған электр жетегінің басқару жүйесінің берілген жылдамдықпен қозғалтқышының іске қосылуы берілген кернеудің бірлік секіріс түрінде орындалады. Сонымен қатар бірінші уақыт аралығында күшейткіштің кірісіне кернеу беріледі. Кіріс кернеуі  $V_2$  стабилизатор арқылы шектеледі, берілетін басқару бұрышы  $\alpha_{мин.}$ , ал КТТ қозғалтқыштың қоректендіру көзінің максималды кернеуі, оған 1.3, б суреттегі механикалық сипаттама сәйкес келеді. Бұл сипаттамада қозғалтқыш жылдамдығы  $\omega_5$  дейін өседі. Қозғалтқыш жылдамдығы  $\omega_5$ -тен  $\omega_{ор.}$  дейін өседі.

Қозғалтқыштың максималды соғу моменті іске қосу мен реверс кезіндегі өтпелі процесстің басында пайда болады. Моменттің апериедты және периодты еркін құраушылары қозғалтқыш жылдамдығына дейін толық өшіреді, бұл критикалық моментке сәйкес келеді. Еркін құраушылардың әсер

ету уақыты қозғалтқыш жылдамдығы мен параметрлеріне тәуелді бос токтардың өшу коэффициентімен анықталады. Моменттің максималды соғуы қозғалтқыштың іске қосылуы мен критикалық моменттерінен жоғары болады. Электр магнитті өтпелі процесстер электр жетегіне керсінше әсер етеді, оның ұзақ жұмыс жасуын және жұмысқа қаблеттілігін төмендетеді. Соғу моментінің әр түрлі шектеу әдістері және өтпелі процессте қозғалтқыш моментін жайлап өзгертетін әдістері болады. Ол үшін тұйықталған КТТ-пен электр жетегін басқару жүйесінде статор тогы бойынша кері байланысы болады. Мұндай жүйенің функционалды сұлбасы 1.4 суретте көрсетілген. Ток бойынша кері байланыс қозғалтқыш статорындағы кернеуді төмендетеді, одан кейін электр магнитті өтпелі сипаттамасы біткеннен кейін жоғарылатады.



1.4 сурет – Жылдамдық пен ток бойынша кері байланыстан тұратын ЭЖБЖ-ң функционалды сұлбасы

Асинхронды қозғалтқыштан тұратын ЭЖБЖ және токтың теріс кері байланысы бойынша жүйенің механикалық және электр механикалық сипаттамалары әр түрлі  $\alpha$  бұрыштарымен ажыратылған жүйенің сипаттамасымен тұрғызылады.

Айнымалы токты асинхронды қозғалтқыштан тұратын ЭЖБЖ сызықты емес дифференциалдық теңдеулерімен жазылатын сызықты емес объекіден тұрады. КТТ басқарылатын түрлендіргіш ретінде синусойдалы емес кернеумен қамтамасыз етіледі.



## 2 Шахта конвейерінің басқару жүйесін құру

### 2.1 Бір қозғалтқыштан тұратын асинхронды электр жетегі

Ленталы конвейер жетегінің қозғалтқышы үшін қуаты:

$$P = \frac{K}{\eta} \left( \frac{2q_0 L \cos \beta W_{\text{вор}} \vartheta}{102} + \frac{qL \cos \beta W_{\text{гр}}}{102} \pm \frac{qL \sin \beta \vartheta}{102} \right), \text{ кВт}, \quad (2.1)$$

мұндағы  $K$  — барабан шықпаларындағы кедергіні ескерген кездегі коэффициент;

$W_{\text{вор}}$  — конвейер бос жүрісте жұмыс жасау кезіндегі коэффициент. Оны лентаның салмағын және дөңгелектердің тірегіншігін ескеретін  $C$  коэффициенті арқылы анықтауға болады:

$$C = \frac{2q_0 W_{\text{вор}}}{102}. \quad (2.2)$$

Оны түрлендіре отырып төмендегі теңдеуді аламыз:

$$W_{\text{вор}} = \frac{102C}{2q_0}; \quad (2.3)$$

мұндағы  $W_{\text{гр}}$  — жүктелген конвейердің жұмысы кезіндегі коэффициент. (есептеулер кезінде  $W_{\text{гр}} \approx 0,05$  қабылдаймыз);

$q$  — конвейердің 1 м ұзындығында орналасқан жүктің салмағы, кг/м.:

$$q = \frac{Q}{3,6\vartheta}; \quad (2.4)$$

#### 2.1 кесте – Ленталы конвейердің берілген параметрлері

Параметрлердің аталуы	Мәндері
Конвейер ұзындығы $L$ , м.	15 м
Конвейердің иіліу бұрышы, $\beta$ , град.	30
Жетектің беру механизмінің ПӘК, $\eta$	0,9
Бір метр лентаның салмағы, $q_0$ , кг/м.	15
Конвейер өнімділігі, $Q$ , т/сағ.	63
Жылдамдығы, $\vartheta$ м/с.	1,6
Коэффициенті, $K$	1,25
Лентаның салмағын және дөңгелектердің тірегіншігін ескеретін коэффициенті, $C$	0,018
Лентаның ұзындығы, $D$ , мм	800

Онда:

$$W_{\text{вop}} = \frac{102 \cdot 0,018}{2 \cdot 15} = 0,0612,$$

$$q = \frac{63}{3,6 \cdot 1,6} = 10,94 \text{ кг/м.}$$

Жоғарыдағы параметрлерге сәйкес алынған қозғалтқыш қуаты:

$$P = \frac{1,25}{0,9} \left( \frac{2 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 0,154 \cdot 0,0612 \cdot 1,6}{102} + \frac{2 \cdot 10,94 \cdot 15 \cdot 0,154 \cdot 0,05}{102} \pm \frac{10,94 \cdot 15 \cdot 0,99 \cdot 1,6}{102} \right) = 33,32 \text{ Вт.}$$

Қуаттың мәні арқылы қуаты 37 кВт болатын 4А225М6У3 түріндегі қозғалтқыш таңдалды.

2.2 кесте – Асинхронды электр қозғалтқыштың параметрлері

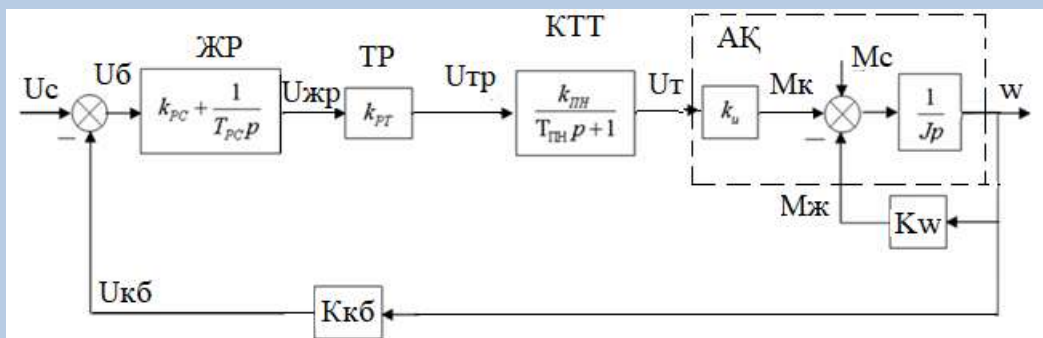
Атауы	Параметрлері
Қуаты $P_n$ , кВт	37
Кернеуі $U_n$ , В	220
Қуат коэффициенті $\cos \varphi$	0,89
ПӘК $\eta$ , %	91
Активті кедергілері:	
$R_1'$	0,029
$R_2''$	0,021
Индуктивті кедергілері:	
$X_1'$	0,094
$X_2''$	0,021
$X_m'$	1,1

## 2.2 КТТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Асинхронды қозғалтқыштың ортнықты күйдегі жұмыс режимінде қозғалыс жылдамдығын жоғары дәлдікпен реттеуді қажет емепейтін жүйеде, шахта конвейерінің жұмысына қажетті кернеуді тиристорлы реттеуі бар асинхронды қозғалтқыш таңдалады. КТТ-ті таңдаудың артықшылықтары: ПӘК жоғары, бағасы арзан, техникалық қызмет көрсетуі қарапайым, жұмыс жасауға қабылеттігі жоғарғы, электр қуатын үнемдеуінде.

Тұйықталған кернеуді тиристорлы реттеу – асинхронды қозғалтқыш жүйесінің құрылымдық сұлбасы 2.1 суретте көрсетілген.

Құрылымдық сұлбада КТТ-АҚ жүйесінің жылдамдықты реттеу сипаттамасы  $\omega = U_{j.c}/k_{o.c}$  арқылы анықталады. Статор тогындағы жылдамдықты басқару сигналының барлық аралығында электр жетегінің механикалық сипаттамалары абсолютті қаттылыққа ие болуы керек. Алайда, КТТ-ң шығыс кенеуін асинхронды қозғалтқыштың номиналды кернеу мәніне дейін шектелуіне, аз жүктеу кезіндегі  $k_u$  беру коэффициентін нөлге дейін төмендеуі асинхронды қозғалтқыштың критикалық моментіне жақын жүктемелерін, шекті сипаттамаларға жақын механикалық сипаттамалардың қатандығы айтарлықтай аз болады.



ЖР – жылдамдық реттегіш; ТР – ток реттегіш; КТТ – кернеуді тиристорлы түрлендіргіш; АҚ – асинхронды қозғалтқыш.

2.1 сурет – Кернеуді тиристормен түрлендіргіш жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Асинхронды қозғалтқыш жылдамдығының төмендеуі статор орамындағы кернеуді төмендетуге байланысты болғандықтан, қозғалтқышты қыздыру жағдайында рұқсат етілген момент  $M / J_{oII}$  сырғанауға кері пропорционалды тәуелділікпен азаяды, онда асинхронды электр жетегінің тұйық контурлы жүйелерін қолдану аймағы тек статор кернеуіне әсер етеді, онда жүктеме моменті жылдамдықтың төмендеуімен айтарлықтай төмендейді.

Асинхронды қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы  $W(p) = 1/JS$  беріліс функциясымен жазылған  $K_w$  кері байланысы бар интегралдаушы буыннан және  $K_u$  беріліс коэффициенті бар  $U_p$  кіріс кернеуінен тұрады. КТТ-АҚ жүйесінің кернеуді тиристорлы түрлендіргіші инерциялық-динамикалық буынмен құрылымдық сұлбада көрсетілген. Оның беріліс функциясы:

$$W_p(p) = K_p / (T_p S + 1), \quad (2.5)$$

мұндағы  $K_p$  - КТТ-ң беріліс коэффициенті;

$T_p$  – тұрақты уақыты.

ПИ реттегішінің беріліс функциясынан тұратын реттеу жылдамдығының теңдеуі:

$$W_{\text{PM}} = \frac{T_{os}+1}{T_{os}}. \quad (2.6)$$

Құрылымдық сұлбада жылдамдық кері байланысы  $K_{\text{кб}}$  кері байланыс коэффициентінен тұратын инерциялық емес буынмен көсетілген.

КТТ-АҚ жүйесінің құрылымдық сұлбасының математикалық жазылуы жүйенің беріліс функциясына негізделген.

Асинхронды қозғалтқыш қозғалысының математикалық сипаттамасы беріліс функциясына сәйкес келесі формуламен жазылады:

$$\frac{\omega}{M} = W(p) = 1/JP, \quad (2.7)$$

мұндағы  $\omega$  — қозғалтқыш білігінің айналу бұрышының жиілігі;

$M$  — қозғалтқыштың электр магнит моменті;

$J$  — қозғалыстың инерция моменті.

Қозғалтқыштың дифференциалды теңдеуі:

$$\frac{Jd\omega}{dt} = M, \quad (2.8)$$

немесе

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{\beta T_M} \cdot M, \quad (2.9)$$

Қозғалыстың инерция моменті:

$$J = \beta T_M. \quad (2.10)$$

мұндағы  $\beta$  — қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының қатандығы;

$T_M$  — электр механикалық уақыт тұрақтысы.

Электр механикалық моменттің теңдеуі:

$$M = K_U U_1 - K_\omega \omega - M_c, \quad (2.11)$$

мұндағы  $U_1$  — КТТ шығысындағы кернеу;

$M_c$  — асинхронды қозғалтқыштың статикалық моменті.

КТТ-ң беріліс функциясы:

$$U_1 = \frac{K_p}{T_p s + 1} U_{pc}. \quad (2.12)$$

(2.11) теңдеуіне (2.12) теңдеуін қоя отырып  $M=const$  кезіндегі теңдеу алынады:

$$M = K_U \cdot \frac{K_p}{T_p S + 1} U_{pc} - K_\omega \omega - M_c. \quad (2.13)$$

Бұл алынған теңдеуді төмендегі түрде жазамыз:

$$T_p \frac{dM}{dt} + M = K_U \cdot K_p \cdot U_{pc} - K_\omega (T_p S + 1) \omega - M_c. \quad (2.14)$$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{K_U \cdot K_p}{T_p} U_{pc} - K_\omega \frac{d\omega}{dt} - \frac{K_\omega}{T_p} \omega - \frac{1}{T_p} M_c - \frac{1}{T_p} M, \quad (2.15)$$

мұндағы  $U_{pc}$  – жылдамдықты реттеудің шығысындағы кернеу.

(2.7) теңдеуін (2.9) теңдеуіне қоя отырып  $K_\omega = \beta$  кезіндегі теңдеуді аламыз:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{K_U \cdot K_p}{T_p} U_{pc} - \frac{\beta}{T_p} \omega - \frac{1}{T_p} M_c - \left( \frac{1}{T_M} + \frac{1}{T_p} \right) \cdot M. \quad (2.16)$$

Реттеуіштің беріліс функциясына және  $U_z = const$  негізделе отырып алынған реттеу жылдамдығының теңдеуі:

$$W_{pm} = \frac{U_{pc}}{U_z - K_\omega \omega} = \frac{T_1 p + 1}{T_2 p + 1}, \quad (2.17)$$

Осыдан:

$$T_2 \frac{dU_p}{dt} + U_{pc} = U_z - K_{oc} \cdot T_1 \cdot \frac{d\omega}{dt} - K_\omega \omega. \quad (2.18)$$

(2.18) теңдеуіне (2.8) жылдамдық туындысының теңдеуін қоя отырып төмендегі теңдеуді аламыз:

$$\frac{dU_{pc}^1}{dt} = \frac{1}{T_z} U_z - \frac{K_{oc} \cdot T_1}{T_2 \cdot \beta \cdot T_M} - \frac{K_{oc}}{T_2} \omega - \frac{1}{T_2} U_{жр}, \quad (2.19)$$

мұндағы  $T_1, T_2$  — жылдамдық реттегіштің динамикалық буынының уақыт тұрақтылары.

(2.8), (2.16) және (2.19) теңдеулер арқылы КТТ-АҚ-ң тұйықталған жүйесінің математикалық жазылуы:

$$\frac{dx_1}{dt} = a_1 x_2; \quad (2.20)$$

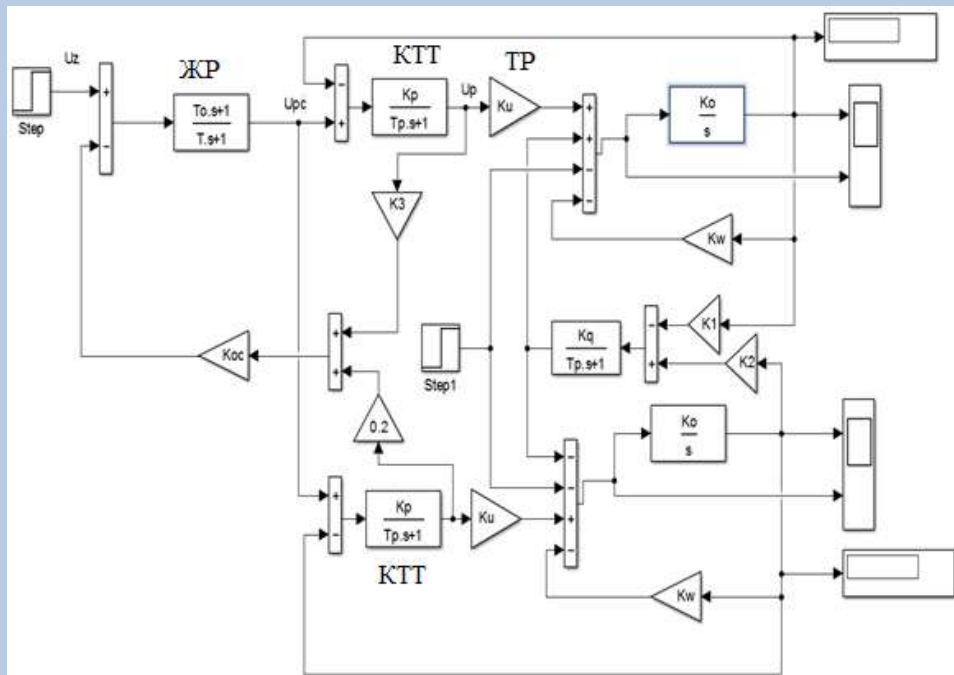
$$\frac{dx_2}{dt} = a_2 x_3 - a_3 x_1 - a_4 x_2 - a_5 M_c;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = a_6 U_7 - a_7 x_2 - a_8 x_1 - a_9 x_3;$$

$$\begin{aligned} \text{мҮНДАҒЫ } a_1 &= \frac{1}{\beta T_M}; \\ a_2 &= \frac{K_U \cdot K_p}{T_p}; \quad a_3 = \frac{\beta}{T_p}; \\ a_4 &= \frac{1}{T_M} + \frac{1}{T_p}; \quad a_5 = \frac{1}{T_p}; \\ a_6 &= \frac{1}{T_z}; \quad a_7 = \frac{K_{oc} \cdot T_1}{T_2 \cdot \beta \cdot T_M}; \\ a_8 &= \frac{K_{oc}}{T_2}; \quad a_9 = \frac{1}{T_2}; \\ x_1 &= \omega; \quad x_2 = M; \\ x_3 &= U_{pc}. \end{aligned}$$

### 2.3 Шахта конвейерінің электр жетегінің MATLAB бағдарламасы бойынша құрылымдық сұлбасы және математикалық моделі

Технологиялық процестің беріліс функциясын ескере отырып, екі қозғалтқышты конвейердің MATLAB бағдарламасы бойынша құрылған құрылымдық сұлбасы 2.2 суретте көрсетілген.



2.2 сурет — Екі қозғалтқышты электр жетегінің MATLAB бағдарламасы бойынша құрылған құрылымдық сұлба

2.2 суретте  $K_3$  және  $K_4$  күшейту коэффициенттерімен конвейердің асинхронды электр жетегінің әрбір кернеуді тиристорлы түрлендіргішінің шығысы арқылы кернеудің кері байланысы енгізілген. Кері байланыстар

коэффициентін  $K_{кб}$  ескере отырып, кернеулер қосындыланып, жылдамдық реттегішінің кірісіне беріледі. Асинхронды электр жетегінің әрбір қозғалтқышының ротор білігінің айналуын сәйкестендіру үшін кернеудің кері байланысы енгізілген. Технологиялық процесс төмендегі беріліс функциямен жазылатын инерциалы буынмен алынған:

$$W(S) = K_q / (T_{жр} S + 1). \quad (2.21)$$

Жылдамдықтың кері байланысының болмауы шахта конвейерлерінің жұмыс ерекшеліктеріне байланысты жылдамдық датчиктері орнатылмайды.

Конвейердің технологиялық процесі үшін алдымен ленталы конвейердің екі қозғалтқыштан тұратын асинхронды электр жетегінің математикалық сипаттамасы қарастырылады. Конвейер лентасының керілу динамикасын қандай дифференциалдық теңдеу сипаттайды соны қарастырамыз. Лентаның  $\ell$  созылу бөліміндегі жұмыс сипаты:

- а) лента біркелкі және бүкіл ұзындығы бойынша бірдей өлшемдерге ие;
- б) лентаның салмағы оның пішінінің өзгеруіне әсер етпейді;
- в) барабандарға қатысты қозғалмалы белдіктің сырғуы болмайды;
- г) лентаның пішінінің өзгеруі лентаның көлденең қимасы бойынша біркелкі үлестірілуімен серпімді сипатқа ие.

Лентаның созылу процессін төмендегі дифференциалдық теңдеумен жазуға болады:

$$\varepsilon = \frac{1}{\ell \cdot p} (\vartheta_2 - \vartheta_1 (1 + \Sigma)), \quad (2.22)$$

мұндағы  $\varepsilon = \Delta\ell / \ell$  - лентаның созылу коэффициенті;

$p$  - дифференциалдау операторы;

$\vartheta_2, \vartheta_1$  - жоғарғы және төменгі аймақтағы конвейер лентасының сызықты жылдамдықтары;

$\Delta\ell$  - лентаның созылуының абсолютті мәні.

Лентада пайда болатын тартылыс  $\Delta\ell$  мәніне байланысты болады. Оның теңдеуі:

$$F = C \Delta\ell. \quad (2.23)$$

(2.23) теңдеуіндегі  $\Delta\ell$  орнына  $\Delta\ell = \ell \cdot \varepsilon$  теңдеуін қойсақ:

$$F = C \cdot \ell \cdot \varepsilon, \quad (2.24)$$

мұндағы  $C$  - тарту кезіндегі лентаның қатаңдық коэффициенті.

(2.24) теңдеуге (2.22) теңдеуді қойсақ:

$$\frac{dF}{dt} = C \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1 (1 + \Sigma)). \quad (2.25)$$

(2.25) теңдеу арқылы алынған теңдеу:

$$\frac{d\Delta F}{dt} = \frac{cQ\delta}{j_1} \Delta\omega_2 - \left(1 + \frac{1}{c \cdot \ell} F^\circ\right) \frac{cR_\delta}{j_1} \Delta\omega_1 - \frac{R_\delta}{j_1 \cdot \ell} \omega^\circ \Delta F, \quad (2.26)$$

мұндағы  $R_\delta$  — барабан радиусы;

$\ell$  — ленталы конвейердің ұзындығы;

$j_1$  және  $j_1$  — қозғалтқыштың бірінші және екінші инерция моменті;

$F^\circ$  және  $\omega^\circ$  — лентаның салыстырмалы ұзаруының бастапқы мәні және қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығының бастапқы мәні.

$\varepsilon^\circ$  салыстырмалы созылуының бастапқы мәні бірден төмен болады, онда (2.26) теңдеуін өсу символы алынып тасталғанда келесідей жазылуы мүмкін:

$$\frac{dF}{dt} = K_2 \omega_2 - K_1 \omega_1 - \frac{1}{T_q} F, \quad (2.27)$$

$$\text{мұндағы } K_1 = \frac{R_\delta}{j_1}; \quad K_2 = \frac{R_\delta}{j_2}; \quad K_q = \frac{c\ell j}{\omega R_\delta}; \quad T_q = \frac{\ell j_1}{\omega^\circ R_\delta}.$$

Конвейердің екі қозғалтқыштан тұратын электр жетегінің әрбір қозғалтқышы үшін моменттің тепе-теңдік теңдеулері координаталық өсіммен жазылады:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega_1}{dt} &= \frac{1}{\beta \cdot T_M} (K_U U_1 - K_\omega \omega_1 - M_{c_1} + R_\delta \cdot F); \\ \frac{d\omega_2}{dt} &= \frac{1}{\beta \cdot T_M} (K_U U_2 - K_\omega \omega_2 - M_{c_2} + R_\delta \cdot F). \end{aligned} \quad (2.28)$$

Тиристорлық кернеу түрлендіргішінің теңдеулері:

$$\frac{dU_1}{dt} = \frac{K_p}{T_p} U_{\text{рн}} - \frac{1}{T_p} U_1; \quad (2.29)$$

$$\frac{dU_2}{dt} = \frac{K_p}{T_p} U_{\text{рн}} - \frac{1}{T_p} U_2. \quad (2.30)$$

Кернеу реттегішінің теңдеулері:

$$\begin{aligned} \frac{dU_1}{dt} &= \frac{1}{T_2} U_z - \left( \frac{K_{oc} \cdot K_3 \cdot K_p \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_4 \cdot K_p \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{1}{T_2} \right) U_{\text{рн}} - \left( \frac{K_{oc} \cdot K_3 \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_3}{T_2} \right) U_1 - \\ &\quad - \left( \frac{K_{oc} \cdot K_4 \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_4}{T_2} \right) U_2, \end{aligned} \quad (2.31)$$

мұндағы  $T_1, T_2$  — уақыт тұрақтары;

$T_p$  — КТТ-ң тұрақты уақыты;



$K_3, K_4$  —  $U_1, U_2$  кернеу бойынша кері байланыстың коэффициенттері;  $K_{к6}$  — әрбір қозғалтқыштың КТТ шығысындағы қосындыланған кернеу үшін кері байланыс коэффициенті. Екі қозғалтқышты асинхронды электр жетегінің қозғалысының динамикасының математикалық сипаттамасын келесі сызықтық теңдеулермен жазуға болады  $K_\omega = \beta$ :

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{K_U}{\beta T_M} x_2 - \frac{1}{T_M} x_1 - \frac{1}{\beta T_M} M_{c1} + \frac{R_{\delta 1}}{\beta T_M} x_5;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{K_p}{T_p} x_6 - \frac{1}{T_p} x_2;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = \frac{K_U}{\beta T_M} x_4 - \frac{1}{T_M} x_3 - \frac{1}{\beta T_M} M_{c2} + \frac{R_{\delta 1}}{\beta T_M} x_5;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = \frac{K_p}{T_p} x_6 - \frac{1}{T_p} x_4;$$

$$\frac{dx_5}{dt} = K_2 \omega_2 - K_1 \omega_1 - \frac{1}{T_q} F;$$

$$\frac{dx_6}{dt} = \frac{1}{T_2} U_z - a x_2 - b x_4 - c x_6; \quad (2.32)$$

мұндағы  $a = \frac{K_{oc} \cdot K_3 \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_3}{T_2}$ ;

$$b = \frac{K_{oc} \cdot K_4 \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_4}{T_2};$$

$$c = \frac{K_{oc} \cdot K_3 \cdot K_p \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{K_{oc} \cdot K_4 \cdot K_p \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{1}{T_2}.$$

#### 2.4 Ленталы конвейердің екі қозғалтқыштан тұратын электр жетегінің қозғалуының тұрақтылығы

Конвейердің екі қозғалтқыштан тұратын электр жетегінің беріліс функциясы (2.32) теңдеуге сәйкес MATLAB бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылады. Осыған байланысты басқару жүйесін (2.32) теңдеуімен компьютерде шешуге ыңғайлы түрге келтіреміз. Басқару жүйесін келесідей жазуға болады:

$$\frac{dx_1}{dt} = a_1 \cdot x_2 - a_2 \cdot x_1 - b_1 + a_3 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = a_4 \cdot x_6 - a_5 \cdot x_2;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = a_6 \cdot x_4 - a_7 \cdot x_3 - b_2 + a_8 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = a_9 \cdot x_6 - a_{10} \cdot x_4;$$

$$\frac{dx_5}{dt} = a_{11} \cdot x_3 - a_{12} \cdot x_1 - a_{13} \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_6}{dt} = a_{14} \cdot U - a_{15} \cdot x_2 - b \cdot x_4 + c \cdot x_6; \quad (2.33)$$

$$\text{мҮНДАҒЫ } a_1 = \frac{K_U}{\beta T_M}; \quad a_2 = \frac{1}{T_M};$$

$$a_3 = \frac{R_{\delta_1}}{\beta T_M}; \quad a_4 = \frac{K_p}{T_p};$$

$$a_5 = \frac{1}{T_p}; \quad a_6 = \frac{K_U}{\beta T_M};$$

$$a_7 = a_2; \quad a_8 = a_3;$$

$$a_9 = \frac{K_p}{T_p}; \quad a_{10} = a_5;$$

$$a_{11} = \frac{R_{\delta}}{j_2}; \quad a_{12} = \frac{R_{\delta}}{j_1};$$

$$a_{13} = \frac{1}{T_q}; \quad a_{14} = \frac{1}{T_2};$$

$$a_{15} = U_{pH}; \quad a_{16} = b;$$

$$a_{17} = c; \quad x_1 = \omega_1;$$

$$x_2 = M_1; \quad x_3 = \omega_2;$$

$$x_4 = M_2; \quad x_5 = F; \quad x_6 = U_{жр}.$$

Енді жоғарыда келтірілген теңдеулер жүйесін жеңілдету үшін (2.33) теңдеуін төменде келтірілген 4А225М6У3 асинхронды қозғалтқыш коэффициенттерінің сандық мәндерімен жазамыз:

$$P = 37 \text{ кВт}, n = 1000 \text{ айн./мин}; \beta = 22,5;$$

$$K_U = 4,1; K_p = 10;$$

$$T_p = 0,033; T_1 = 0,2; T_2 = 0,4;$$

$$K_{кб} = 0,1.$$

Содан кейін электр жетегінің есептелген параметрлерін ауыстыра отырып, төмендегі теңдеуді аламыз:

$$\frac{dx_1}{dt} = 1,14 \cdot x_2 - 6,25 \cdot x_1 - 0,117 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 303,03 \cdot x_6 - 30,3 \cdot x_2;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = 1,14 \cdot x_4 - 6,25 \cdot x_3 - 0,117 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = 303,03 \cdot x_6 - 30,3 \cdot x_4;$$

$$\frac{dx_5}{dt} = 0,015 \cdot x_3 - 0,015 \cdot x_1 - 5 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_6}{dt} = 2,5 \cdot U - 0,35 \cdot x_2 - 0,35 \cdot x_4 + 8,56 \cdot x_6. \quad (2.34)$$

Алынған теңдеудің (2.34) жүйесін әр теңдеудің оң және сол жақтарын  $x_i$  ( $i=1,6$ ) индексімен айнымалының коэффициентіне бөле отырып, түрлендіру арқылы (2.34) теңдеулер жүйесін келесі түрде жазамыз:

$$(0,163 + 1)x_1 = 0,1824x_2 + 0,01872x_5;$$

$$(0,033P + 1)x_2 = 10x_6;$$

$$(0,16P + 1)x_3 = 0,1824x_4 - 0,01872x_5;$$

$$(0,033P + 1)x_4 = 10x_6;$$

$$(0,2p + 1)x_5 = 0,003x_3 - 0,003x_1;$$

$$(0,117P + 1)x_6 = 0,292U - 0,041x_2 - 0,041x_4, \quad (2.35)$$

мұндағы  $p = \frac{d}{dt}$  — дифференциалдау операторы.

MATLAB бағдарламасын пайдаланып, (2.35) теңдеулер жүйесін шешу үшін беріліс функциясын ескере отырып, келесі түрде жазамыз:

$$W_1 = 1/(0,16P + 1);$$

$$W_2 = 1/(0,033P + 1);$$

$$W_3 = 1/(0,16P + 1);$$

$$W_4 = 1/(0,033P + 1);$$

$$W_5 = 1/(0,2P + 1);$$

$$W_6 = 1/(0,117P + 1).$$

Осыған сәйкес (2.35) теңдеуі төмендегідей жазылады:

$$W_1 \cdot x_1 - 0,1824x_2 - 0,01872x_5 = 0;$$

$$0 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 - 10x_6 = 0;$$

$$0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 - 0.1824 \cdot x_4 + 0.01872 \cdot x_5 + 0x_6 = 0;$$

$$0 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + W_2 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 - 10x_6 = 0;$$

$$0.003 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 - 0.003 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + W_5 \cdot x_5 + 0x_6 = 0;$$

$$0 \cdot x_1 + 0.041 \cdot x_2 + 0 \cdot x_3 + 0.041 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 + W_6x_6 = 0.3U. \quad (2.36)$$

Алынған (2.36) теңдеулер жүйесі ленталы конвейердің екі қозғалтқышты электр жетегінің беріліс функциясын MATLAB бағдарламалау ортасын пайдалану арқылы анықтауға мүмкіндік береді. Беріліс функциясы және есептеу нәтижелері 2.3 суретте келтірілген.

```

1 - syms w1 w2 w3 w4 w5 w6
2 - A=[w1 -0.1824 0 0 -0.01872 0;0 w2 0 0 0 -10;...
3     0 0 w3 -0.1824 0.01872 0;0 0 0 w4 0 -10;...
4     0.003 0 -0.003 0 w5 0;0 0.04 0 0.04 0 w6];
5 - b=[0;0;0;0;0;5];
6 - C=rref([A b]);
7 - clc
8 - x=C(1:6,7:7);
9 - x1=x(1)
10 - w1=tf(1,[0.16 1]);
11 - w2=tf(1,[0.033 1]);
12 - w3=tf(1,[0.16 1]);
13 - w4=tf(1,[0.033 1]);
14 - w5=tf(1,[0.2 1]);
15 - w6=tf(1,[0.117 1]);
16 - G=(6250000*w3*w5*w1+351*w3+351*w1)/(5*w4*w6*w2+2*w4+2*w2)
17 - Ws=minreal(G)
18 - P=pole(Ws)
19 |

```

```

Transfer function:
36.2 s^5 + 2910 s^4 + 1.015e007 s^3 + 6.974e008 s^2 + 1.447e010 s + 7.905e010
-----
s^5 + 56.35 s^4 + 1364 s^3 + 1.434e004 s^2 + 6.677e004 s + 1.138e005
P =
-19.4250 +14.3325i
-19.4250 -14.3325i
-6.2500
-6.2500
-5.0000

```

2.3 сурет - Беріліс функциясы және есептеу нәтижелері

Есептеу нәтижелері көрсеткендей сипаттамалық теңдеудің түбірлері теріс нақты бөліктерден тұрады, бұл жүйенің тұрақтылығын білдіреді.

## 2.5 Ленталы конвейердің екі қозғалтқышты электр жетегінің параметрлерін синтездеу

Параметрлердің синтезі тек басқару жүйелері үшін жүзеге асырылады, өйткені конвейер асинхронды қозғалтқыштардың периметрлері қозғалтқышты есептеу үшін қолданылатын белгілі формулалар бойынша есептеледі. Параметрлердің синтезі асинхронды конвейер қозғалтқыштарының өтпелі процестерін бір уақытта визуалдаумен жетектің сапалы сипаттамаларын қамтамасыз ететін параметрлерді таңдауға мүмкіндік береді.

Параметрлерді синтездеу мәселесінің шешімі ленталы конвейердің екі қозғалтқышты электр жетегінің қозғалтқышының динамикасын сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер жүйесінің көп өлшемділігін ескере отырып, компьютерде (ЭЕМ) шығарылады.

Екі қозғалтқышты асинхронды электр жетегінің басқару жүйесінің параметрлерін синтездеу басқару жүйесінің (2.36) теңдеу негізінде қарастырылады, оны келесі түрге келтіреміз:

$$\frac{dx_1}{dt} = 1,14 \cdot x_2 - 6,25 \cdot x_1 - 0,117 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 303,03 \cdot x_6 - 30,3 \cdot x_2;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = 1,14 \cdot x_4 - 6,25 \cdot x_3 - 0,117 \cdot x_5;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = 303,03 \cdot x_6 - 30,3 \cdot x_4;$$

$$\frac{dx_5}{dt} = 0,2 \cdot x_3 - 0,2 \cdot x_1 - 20 \cdot x_5;$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_6}{dt} = \frac{1}{T_2} U_z - \left( \frac{0,2 \cdot K_{oc} \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{0,2 \cdot K_{oc}}{T_2} \right) \cdot x_2 - \left( \frac{0,2 \cdot K_{oc} \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{0,2 \cdot K_{oc}}{T_2} \right) \cdot x_4 - \\ - \left( \frac{0,2 \cdot K_{oc} \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{0,2 \cdot K_{oc} \cdot K_p \cdot T_1}{T_2 \cdot T_p} + \frac{1}{T_2} \right) \cdot x_6, \end{aligned} \quad (2.37)$$

мұндағы  $T_p = 0,033$  — кернеуді тиристорлы түрлендірудің уақыт тұрақтысы;

$T_1, T_2$  - уақыт тұрақтылары;

$K_p$  - кернеуді тиристорлы түрлендірудің беріліс коэффициенті;

$K_{к6}$  - әрбір қозғалтқыштың КТТ шығысындағы кернеу бойынша кері байланыс коэффициенті.

Алгоритм бойынша құрастырылған параметрлерді синтездеу бағдарламасы төменде көрсетілген.

```
function SiNTEZ_CAY01
    global Kp
    global Koc
    global T1
    global T2
    clc
    n=6; r=0; m=100;
    for i=1:m
        h=0.5; q1=1.0e6;
        Kp=rand*100;Koc=rand;
        T1=rand*0.3; T2=rand;
        x(6)=0.01;
        while x(6)<=1
            x(5)=0.01;
            while x(5)<=1
                x(4)=0.01;
                while x(4)<=1
                    x(3)=0.01;
                    while x(3)<=1
                        x(2)=0.01;
                        while x(2)<=1
                            x(1)=0.01;
                            while x(1)<=1
                                h1=0.01; i=1;
                                while i<=n u(i)=x(i)+h;
                                    v(i)=x(i)-h; j=1;
                                    while j<=n
                                        if j~i u(j)=x(j);v(j)=x(j);end
                                        j=j+1;end
                                    z1=u(1); z2=u(2);
                                    z3=u(3); z4=u(4);
                                    z5=u(5); z6=u(6);
                                    f2=podpr1(z1,z2,z3,z4,z5,z6);
                                    z1=v(1); z2=v(2);
                                    z3=v(3); z4=v(4);
                                    z5=v(5); z6=v(6);
                                    f3=podpr1(z1,z2,z3,z4,z5,z6);
                                a(i)=(f2-f3)/2)/h; i=i+1;end;
                                Tp=0.033;
                                d(1)=1.14*x(2)-6.25*x(1)+0.117*x(5);
                                d(2)=(Kp/Tp)*x(6)-(1/Tp)*x(2);
                                d(3)=1.14*x(4)-6.25*x(3)+0.117*x(5);
                                d(4)=(Kp/Tp)*x(6)-(1/Tp)*x(4);
                                d(5)=0.2*x(3)-0.2*x(1)-20*x(5);
                                d(6)=-((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc)/T2)*x(2)-...
                                    ((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc)/T2)*x(4)-...
                                    ((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc*Kp*T1)/(T2*Tp)+1/T2)*x(6);
```

```

q=abs(x(1)^2+x(2)^2+x(3)^2+x(4)^2+x(5)^2+x(6)^2+a(1)*d(1)+...
a(2)*d(2)+a(3)*d(3)+a(4)*d(4)+a(5)*d(5)+a(6)*d(6));
    if q<=q1 q1=q;end;
    x(1)=x(1)+h;end;
    x(2)=x(2)+h;end;
    x(3)=x(3)+h; end;
    x(4)=x(4)+h;end;
    x(5)=x(5)+h;end;
    x(6)=x(6)+h;end;
    r=r+1;
    if r>=m break;end;
end
clc
disp('Kp=');disp(Kp);
disp('Koc=');disp(Koc);
disp('T1=');disp(T1);
disp('T2=');disp(T2);
x0 = [0;0;0;0;0;0];
[T,X]=ode113(@rdur,[0 2],x0);
plot(T,X(:,1),'r.-')
hold on
grid on
hold off
    function dx=rdur(t,x)
dx=zeros(6,1);
Uz=10; Tp=0.033;
dx(1)=1.14*x(2)-6.25*x(1)+0.117*x(5);
dx(2)=(Kp/Tp)*x(6)-(1/Tp)*x(2);
dx(3)=1.14*x(4)-6.25*x(3)+0.117*x(5);
dx(4)=(Kp/Tp)*x(6)-(1/Tp)*x(4);
dx(5)=0.2*x(3)-0.2*x(1)-20*x(5);
dx(6)=(1/T2)*Uz-
((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc)/T2)*x(2)-...
((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc)/T2)*x(4)-...
((0.2*Koc*T1)/(T2*Tp)+(0.2*Koc*Kp*T1)/(T2*Tp)+1/T2)*x(6);
    end
    function f=podpr1(z1,z2,z3,z4,z5,z6)
n=6; k=1;
while k<=n l=k; while l<=n b(k,l)=rand; l=l+1;
end; k=k+1; end;
f=b(1,1)*z1^2+b(1,2)*z1*z2+b(1,3)*z1*z3+...
b(1,4)*z1*z4+b(1,5)*z1*z5+b(1,6)*z1*z6+b(2,2)*z2^2+...
b(2,3)*z2*z3+b(2,4)*z2*z4+b(2,5)*z2*z5+b(2,6)*z2*z6+...
b(3,3)*z3^2+b(3,4)*z3*z4+b(3,5)*z3*z5+b(3,6)*z3*z6+...
b(4,4)*z4^2+b(4,5)*z4*z5+b(4,6)*z4*z5+b(5,6)+b(5,5)*z5^2+...
b(5,6)*z5*z6+b(6,6)*z6^2;
    end
end
end

```

Бағдарламаның санау нәтижесі:

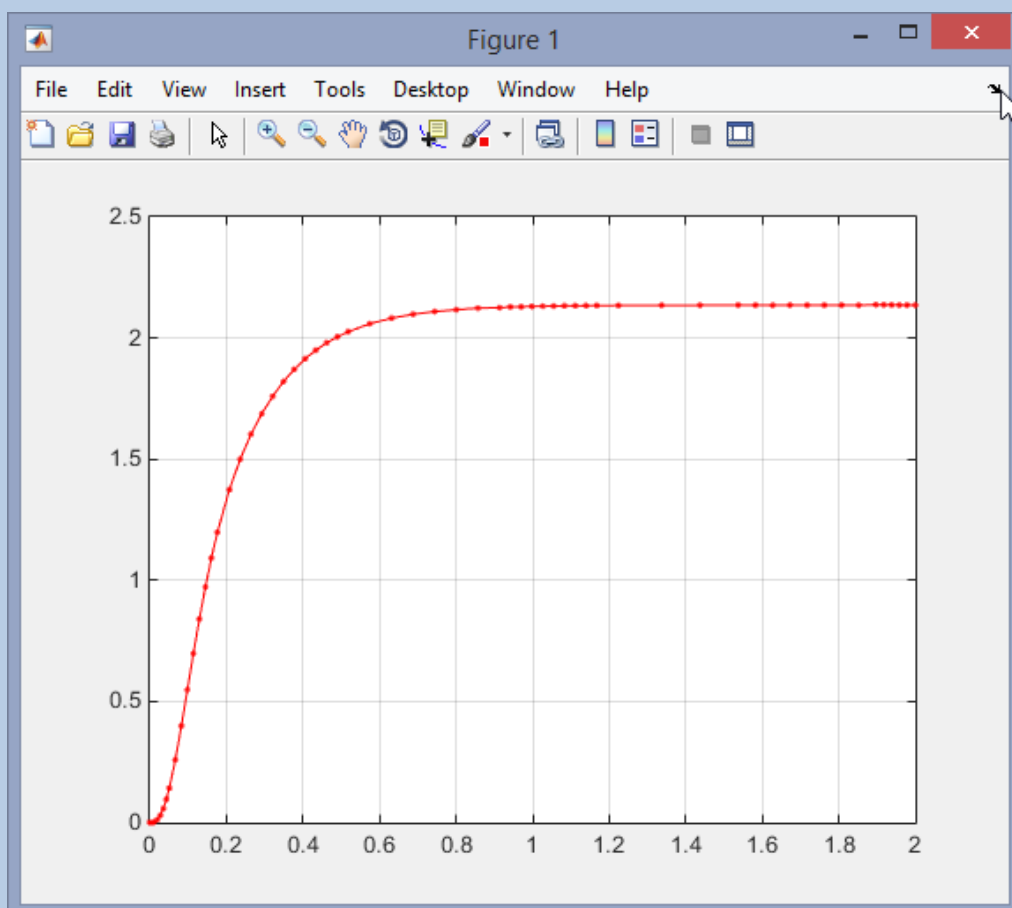
$$K_p=10.6439;$$

$$K_{oc}=0.4796;$$

$$T_1=0.0632;$$

$$T_2=0.3028.$$

Ленталы конвейердің екі қозғалтқышты асинхронды электр жетегінің (ЕҚАЭЖ) басқару жүйесінің параметрлерін синтездеуге арналған MATLAB бағдарламасы алгоритмдік тілінде жазылған сызықты және сызықты емес автоматты басқару жүйелерін синтездеу мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Басқару жүйесінің параметрлерін синтездеу ЕҚАЭЖ-ң берілген құрылымдық сұлбамен және берілген басқару әрекетімен жүзеге асырылады. ЕҚАЭЖ-ң параметрлерін синтездеудің бастапқы деректері асинхронды қозғалтқыштың параметрлері болып табылады. 2.4 суретінде көрсетілген қозғалтқыш жылдамдығының өтпелі процесінің сызбасы ЕҚАЭЖ қозғалысының тұрақтылығын растайды.



2.4 сурет - Қозғалтқыш жылдамдығының өтпелі процесінің сызбасы



### **3 Өміртіршілік қауіпсіздігі**

#### **3.1 Электр қауіпсіздігі және зиянды өндірістік факторлар**

Тіршілік қауіпсіздігі - бұл адамға қауіп төндіретін қауіптерді, олардың пайда болу заңдылықтарын және одан қорғану тәсілдерін зерттейтін білім саласы.

Техникалық прогрестің қазіргі деңгейі кеңінен электр жабдықтарды қолданбауы мүмкін емес, бұл өз кезегінде үнемі оның қауіпсіз және қорғаныс құралдарына қойылатын талаптарды жетілдіруді қажет етеді. Электр қауіпсіздігі саласындағы жұмыс «Тұтынушылардың электр құрылғыларын техникалық пайдалану ережелері» және «Технология тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелері» бойынша толық, нақты орындалуын қамтамасыз ететін жүйе шараларына негізделуі қажет.

Апаттардың көп мөлшері техникалық қызмет көрсету және жөндеу кезінде электр жетегі, басқару тетігі, электр жарығы, дәнекерлеу құрылғыларында, электрленген көліктерде, электр жабдықтарында, жүк көтергіш механизмдерінде, қолмен тасымалданатын құралдарда, сонымен қатар жоғары жиілікті қондырғыларда орын алады.

Кернеу электр қондырғылары екі топқа бөлінеді: 1000 В дейінгі кернеу және 1000 В -тан жоғары. Тәжирибеде көрсеткендей, электр жарақаттары кернеуі 1000 В дейінгі электр қондырғыларында жиі кездеседі.

Жазатайым оқиғалардың көпшілігі жұмыстың ұйымдастырылуының төмен деңгейіне және ережелерді өрескел бұзудың салдарынан болады. Соның ішінде:

- ашық ток өткізгіш бөліктермен және сымдармен тікелей байланыс;
- оқшауланған жері зақымдалған ток жүретін бөліктерге жанасу;
- қондырғының металды бөлігінде кездейсоқ аса жоғарғы кернеудің болатын жеріне жанасуы;
- қорғаныс жерлендіргіштің болмауы немесе бұзылуы;
- жөндеу немесе тексеру кезінде кернеудің дұрыс берілмеуі;
- электр тогының доға арқылы әсер етуі.
- қадамдық кернеудің әсері және т.б.

Қауіпсіздік - бұл бәріне әсер ететін қорғалатын объектінің күйі, зат, энергия және ақпарат ағындары рұқсат етілген шектен аспайтын құндылықтар.

Күнкөріс - бұл күнделікті адамның іс-әрекеті және демалысы, өмір сүру тәсілі.

#### **3.2 Көмір шахтасындағы еңбек жағдайын талдау**

Тіршілік қауіпсіздігі дегеніміз - адамдардың техносферамен қарым-қатынасы жайлы және қауіпсіздігі. Оның басты мақсаты - техносферадағы адамдарды антропогендік және табиғи шығу тегінің жағымсыз әсерінен

қорғау және өмір сүрудің қолайлы жағдайларына қол жеткізу. Бұл мақсатқа жетудің құралдары - бұл қоғамның техносферадағы физикалық, химиялық, биологиялық және басқа жағымсыз әсерлерді қолайлы мәндерге дейін төмендетуге бағытталған білім мен дағдыларды іске асыруы. Бұл тіршілік қауіпсіздігі ғылымына кіретін білім жиынтығын, сондай-ақ өмір тіршілік қауіпсіздігін жалпы білім саласындағы орны - техносфера экологиясын анықтайды.

Өндірістегі сау және қауіпсіз еңбек жағдайлары еңбекті қорғауды басқаруды дұрыс ұйымдастырумен қамтамасыз етіледі. Басқару объектісі ретінде саналады: техникалық қызметі, жұмыс орындарында, өндірістік алаңдарда, цехтар мен жалпы кәсіпорындарда қауіпсіз және сау еңбек жағдайларын тікелей қамтамасыз ететін қызметтер мен бөлімдер.

«Қазақстан Республикасы еңбек заңнамасының негіздеріне» сәйкес еңбек заңнамасы мен еңбекті қорғау ережелерінің сақталуын қадағалау мен бақылауды мыналар:

1) Мемлекеттік санитарлық қадағалау дегеніміз қоршаған ортаның ластануын болдырмау жөніндегі шаралардың орындалуын бақылау.

2) Энергетикалық қадағалау жөніндегі мемлекеттік инспекция дегеніміз электр қондырғыларын жобалау және пайдалану ережелерінің сақталуын қадағалайды.

3) Мемлекеттік өртке қарсы қадағалау дегеніміз объектілерде өрт режимінің сақталуын қадағалау.

Кәсіподақ органдары мемлекеттік инспекциялармен еңбекті қорғау жағдайын бақылауға жауапты. Әрбір кәсіпорында кәсіподақ комитетіне еңбек заңнамасының орындалуы мен еңбекті қорғау талаптарының сақталуын бақылауды жүзеге асыруға көмектесетін еңбек қорғау комиссиясы бар. Бұл комиссиялардың құрамына әкімшілік өкілдері кірмейді.

Тарихи тұрғыдан көмір кен орындарын жерасты қазу жұмысшылардың қауіпсіздігі мен денсаулығы тұрғысынан ең жоғары тәуекел деңгейімен сипатталған.

Көмір өнеркәсібінде еңбекті қорғау саласындағы құзыретті органдар, жұмыс берушілер, жұмысшылар және олардың өкілдері арасында жаңа технологиялардың, елеулі күрделі салымдардың, үздіксіз оқытудың және еңбекті қорғауға деген көзқарастың арқасында маңызды және тұрақты ең жақсы өзгерістерге қол жеткізілді. Осыған қарамастан, бірқатар маңызды тыйымдар мен шектеулерді қамтитын және қауіпті факторлардың әсерін бағалауға және бақылауға мүмкіндік беретін толыққанды қауіпсіздік жүйесі болмаған кезде, жазатайым оқиғалар, денсаулық жағдайының нашарлауы және кәсіптік аурулар сияқты құбылыстар болуы мүмкін.

Көмір кенорындарын жерасты әдісімен игеру бұрын-соңды қазіргі кездегідей әртүрлілікпен және динамизммен ерекшеленген емес. Көмір индустрияландыру үдерісіне «отын» ретінде қызмет етті және қызмет етеді. Бүкіл әлемде бұл электр энергиясын өндіруде ең көп қолданылатын энергия тасымалдаушы, сонымен қатар металлургияға қажетті ресурс.

Осылайша, көптеген елдердің экономикасында көмір өте маңызды рөл атқарады. Көмірдің маңыздылығы оны тұтыну мен өндірудің, әсіресе Азиядағы бұрын-соңды болмаған өсу қарқынынан көрінеді. Бұл жағымды тенденцияны көмір өнеркәсібіндегі соңғы өзгерістер одан әрі күшейтеді. Көмірді сұйылту және газдандыру сияқты технологиялардың, сондай-ақ экологиялық таза технологиялардың кеңінен таралуы көмірге қосымша және тұрақты сұраныстың пайда болуына ықпал етеді.

Көмірді жер астынан өндіру кезінде жұмысшылар әртүрлі қауіпті жағдайларға, жағдайларға және жағдайларға, жарақаттарға, өлімге, ауруларға және денсаулықтың нашарлауына әкелуі мүмкін.

### **3.3 Жұмыс орнының жарықтануын есептеу**

#### *1. Жарық көздерін таңдау*

Жасанды жарықтандыру түрлерінің бірі – LED. Өнеркәсіптік LED шамдары үнемді болып келеді. Оларды жоғары ылғалдылық жағдайында, жоғары және төмен температураларда, тозаңдатылған ғимараттарда пайдалануға болады. Оған сыртқы әсерді барынша азайтатын және қызып кетуді болдырмайтын корпусстың ерекше конструкциясы есебінен қол жеткізіледі.

Светодиодты элементтер өндірістік кәсіпорындарда және ірі ғимараттарда қолданылады. Олар люминесцентті және дәстүрлі көздермен салыстырғанда электр энергиясының шығынын 4-7 есе азайтуға қабілетті болып келеді. LED шамдары берік және арнайы күтімді немесе қызмет көрсетуді қажет етпейді. Олар жоғары беріктілік қоры бар, өйткені колба полимерлі материалдан жасалған, сондықтан күрделі пайдалану шарттарына сәйкес келеді. Сынған кезде люминесцентті шамдар сияқты улы заттар бөлмейді, сондықтан олар үй-жайда отырған адамдардың денсаулығына қауіп төндірмейді.

#### *2. Жарықтандыру жүйесін таңдау*

Екі жүйені жасанды жарықтандыруды жобалау: жалпы (біркелкі және локализацияланған) және аралас болып бөлінеді. Жұмыс үй-жайында жалпы біркелкі жарықтандыру арқылы қолданылады.

#### *3. Жарықтандыру аспаптарын таңдау*

Жарықтандыру жүйесін жобалау кезінде шамның таңдауын анықтайтын негізгі көрсеткіштер қоршаған орта жағдайларын, шамның жарығының таралуын, шамның тиімділігін ескере отырып шамның дизайнын қарастыру қажет.

#### *4. Жарықтандыру аспаптары мен қауіпсіздік коэффициентін таңдау*

СН РК 2.04-XX-2011 құрылыс нормалары жаңадан салынып жатқан және қайта жаңартылып жатқан әртүрлі мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстардың үй-жайларын, ғимараттардан тыс жұмыс жүргізу орындарын, өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық кәсіпорындарының алаңдарын, темір жолдарын жарықтандыруды, қалаларды, кенттер мен ауылдық елді

мекендерді, автокөлік тоннельдерін сыртқы жарықтандыруды жобалауға, сондай-ақ пайдалану процесінде олардың жай-күйін бақылауға қолданылады.

Төмен шаң бөлетін аудандар үшін  $K_3 = 1,5$  светодиодты шамдар қолданылады.

80%-ға жуық ақпараттарды адам көзбен көру каналы арқылы алады. Келіп түсетін ақпараттың сапасы көбінесе жарықтандыруға байланысты болады: қанағаттандырмайтын көлемі немесе сапасы тек қана көзді ғана шаршатпайды, сонымен қатар ағзаның толығымен шаршауына әкеледі. Дұрыс жарықтандырмау тек жарықты алудың себепшісі болуы мүмкін: нашар жарықтандырылған қауіпті аумақтар, жарықтандыратын шамдар және олардан түсетін өткір көлеңкелер жұмысшылардың толық бейімделу бағытын тудырады немесе нашарлатады. Әдетте жарықтандырудың екі түрі қолданылады. Оларға табиғи және жасанды жарықтандырулар жатады. Жарықтандыру қондырғысын жобалағанда келесі негізгі сұрақтарды шешеу қажет: жарықтандыру жүйесін, жарық көзінің түрін, жарықтандыру шегін таңдау міндетті.

Жарықтың ағымды қолдану коэффициентін қолдана отырып шахтаны жалпылама жарықтандыруын есептеу қажет.

Шамның жарықтық ағыны мына теңдеу арқылы анықталады:

$$F_{л} = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{\eta \cdot N}. \quad (3.1)$$

мұндағы  $E$  – номиналды қалыпты жарықтандыру,  $E = 100$  лк.;

$K$  – шамдардың ескіруін, оның шаң басудын және шамдардың ластануын ескеретін коэффициент,  $N = 1.5$ ;

$S$  – шахтаның жарықтану ауданы.

$$S = A \cdot B = 120 \cdot 72 = 8640 \text{ м}^2. \quad (3.2)$$

мұндағы  $Z$  – жарықтанудың бірқалыпты еместігін білдіретін коэффициент;

$N$  – шамдардың саны,  $N = 200$ ;

$\eta$  - жарықтың ағымын қолдану коэффициенті;

Шахтаның  $I$  индексі, төбенің ( $\rho_n$ ), қабырғалардың ( $\rho_c$ ), еденің ( $\rho_p$ ) шағылыстыру коэффициентіне байланысты табылады:

$$\rho_n = 70\%, \quad \rho_c = 50\%, \quad \rho_p = 10\%. \quad (3.3)$$

$$i = \frac{A \cdot B}{v_1(A + B)} = \frac{120 \cdot 72}{4(120 + 72)} = 11.3 \quad (3.4)$$

$i > 1$  кезінде барлық жағдайларда  $i = 5$  қабылдаймыз,  $\eta = 70\%$  пайдалану коэффициентін табамыз:

$$E_{л} = \frac{100 \cdot 8640 \cdot 1.5 \cdot 11}{0.70 \cdot 200} = 10138 \text{ (мм)}. \quad (3.5)$$

ДРЛ – 250 түріндегі шамды таңдаймыз.  $N = 250$  Вт.

### 3.4 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Жасанды жарықтандыруды есептеу үшін СНиПРК2.04-052002 табиғи және жасанды жарықтандыру қолданылады. А1'В1'Н1 берілген өлшемдері бар және қабырғаның, еденнің және төбенің ( $r_c = 50\%$ ,  $r_n = 30\%$ ,  $r_p = 10\%$ ) өлшемін ескереді. Шағылу коэффициенті 19x22x10 мәніндегі бөлменің өлшемі. Бөлмедегі жарықтандыру мен қондырғылардың деңгейі өздігінше таңдалып алынады. Төбе мен шам арасындағы биіктік жарықтандыру құрылғысы мен жарық көзінің түріне байланысты өздігінше таңдалады. Номиналды кернеу  $U_H = 220$  В, нөлдік емес 3-фазалы болып келеді, кернеудің кему есебі  $DU = 3,5\%$  тең. Жұмысшылар үшін жұмыс орнының жақсы жарықтандыру шарттары екі деңгейлі жарықтандыру ретінде қолданылады. Жұмыстан тыс уақытта бірінші деңгейдегі жарықтандыру электр энергиясын үнемдеу үшін қолданылады, яғни түскі уақытта. Осы түскі уақытта люминесценттік шамдар пайдаланылады, ал жұмыс уақытында жұмысшылардың жұмыс орнын жақсы жарықтандыру үшін доғалық разряд шамдары қосылады. Қарастырылып жатқан бөлмеге арналған шешім доғалық разряд шамдары мен люминесценттік шамдармен бірдей болады, бірақ есептеулер кезінде орнатылатын шамның қуаты мен типін, шамдардың көлемін, олардың шам мен жұмыс істеу алаңының минималды биіктігін ескеру қажет.

$$H_{P1} = H_1 - h_{p1} - h_{01} = 10 - 0,8 - 0 = 9,2, \quad (3.6)$$

$h_{01} = 0$  ЛЛ шамына арналған. Себебі бұл жарықтандыру бірінші деңгейге жатады.

$$H_{P2} = H_2 - h_{p2} - h_{02} = 10 - 1,5 - 1,0 = 7,5 \text{ м}. \quad (3.7)$$

$h_{02} = 1,5$  ДРЛ шамына арналған.

Бөлменің индексі мына теңдеумен анықталады:

$$i_2 = \frac{A_2 \cdot B_2}{H_{P2}(A_2 + B_2)} = \frac{19 \cdot 22}{7,5(19 + 22)} = 1,35,$$

$$i_1 = \frac{A_1 \cdot B_1}{N_{p1}(A_1 + B_1)} = \frac{19 \cdot 22}{9,2(19+22)} = 1,07. \quad (3.8)$$

Осыдан кейін анықтамалық әдебиеттің көмегімен шамның типіне қатысты шамның  $h$  пайдалану коэффициентін және  $z$  бөлмесіндегі ең төменгі жарықтандыру коэффициентін анықтау қажет.

Пайдалану коэффициенті:

$h_2 = 58\% = 0,58$  УПД ДРЛ арналған  $h_{02} = 71\% = 0,71$  арналған ЛЛ 1-ші топқа жатады.

Минималды жарықтандыру коэффициенті:

$z_1 = 1,15$  ДРЛ үшін арналған  $z_2 = 1,1$  ЛЛ үшін арналған.

Минималды жарықтандырудың қажетті деңгейі, лк:

$E_1 = 200$  ДРЛ үшін арналған  $E_2 = 200$  ЛЛ үшін арналған.

Қор коэффициенті:

$K_1 = 1,8$  ДРЛ, үшін арналған  $K_2 = 1,2$  ЛЛ үшін арналған.

Жарық ағынын келесі теңдеу бойынша анықтаймыз:

$$F_1 = \frac{E_1 \cdot K_1 \cdot S_1 \cdot z_1}{N_1 \cdot h_1} = \frac{200 \cdot 1,8 \cdot 418 \cdot 1,15}{12 \cdot 0,58} = 24900 \text{ лм}, \quad (3.9)$$

$$F_2 = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{N \cdot \varphi} = \frac{200 \cdot 1,2 \cdot 209 \cdot 1,1}{20 \cdot 0,71} = 3890 \text{ лм}.$$

Өндірістік бөлмеге арналған жарық ағыны бойынша шамды таңдаймыз: Ол NAV T-250 4Y 250 түріне сәйкес келеді.

Өндірістік бөлмеге арналған шамның түрі НВР1хNAVТ-250 4Y 250W сәйкес келеді.

Шамдардың саны -  $N$ : ДРЛ - 12 дана, және люминесценттік шам – 12 дана.

Номиналды жарық ағынын анықтағанда, бір жарықтандырудағы шамдардың санын ескеру қажет (1 дана). Бөлмедегі жарық ағынының қателігін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\Delta F_1 = \frac{\sum F_{H1} - F_{p1}}{F_{H1}} \cdot 100\% = \frac{27000 - 24900}{27000} \cdot 100\% = 7,7\%, \quad (3.10)$$

$$\Delta F_2 = \frac{\sum F_{H2} - F_{p2}}{F_{H2}} \cdot 100\% = \frac{4650 - 3890}{4650} \cdot 100\% = 16,34\%.$$

Орнатылған шамдарға өткізгіштердің көлденең қимасын анықтау үшін №1 аумағында кВт түрлі сымдарға ие желілердің осы бөлімі арқылы берілетін барлық тармақтардың мәндерін анықтау қажет.  $C = 8$  А, В және С фазалары үшін бірдей, екі өткізгіш жүйесіне арналған  $U_n = 127$  мыс өткізгіш үшін:

$$M_1 = P_1 \cdot l_1 + P_2(l_1 + l_2) + P_3(l_1 + l_2 + l_3) + P_i(l_1 + l_2 + l_3 \dots + l_i). \quad (3.11)$$

Шамдардың қуатын ескере отырып, жекелеген секциялардың жүктемелерін, реттеуші жабдықты іске қосудағы қуат шығындарын және шамдардың сандарын анықтаймыз:

ДРЛ шамы үшін  $P_{\text{ПРА}} = 23$ :

$$P_1 = P_{\text{Л}} + P_{\text{ПРА}} = 250 + 23 = 273 \text{ Вт}; \quad (3.12)$$

$$l_1 = l_9 = (H - h_{\text{подс.ш.о}} - h_{\text{ш.о}}) + h_0 + 4,4 + 4,5;$$

$$l_1 = l_9 = (10 - 1,5 - 1,0) + 1,0 + 4,4 + 4,5 = 17,4 \text{ м.}$$

$$l_2 = l_{11} = l_1 + 4,8 = 22,2 \text{ м.}$$

$$l_3 = l_{11} = l_1 + 4,8 = 27 \text{ м.}$$

$$l_4 = l_{12} = l_3 + 4,8 = 31,8 \text{ м.}$$

$$l_5 = 13,2 \text{ м}; l_6 = 17,7 \text{ м}; l_7 = 22,5 \text{ м}; l_8 = 27,3 \text{ м.}$$

А, В және С фазалары үшін төмендегідей жүктемелердің моменттерін табамыз:

$$\sum M = P_1 \cdot l_1 + P_2(l_1 + l_2) + P_3(l_1 + l_2 + l_3). \quad (3.13)$$

$$\sum M = 273 \cdot 17,4 + 273 \cdot (17,4 + 22,2) + 273 \cdot (17,4 + 22,2 + 27) + 273 \cdot (17,4 + 22,2 + 27 + 31,8) = 60 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

$$\begin{aligned} \sum M &= P_5 \cdot l_5 + P_6(l_5 + l_6) + P_7(l_5 + l_6 + l_7) + \dots \\ &= 273 \cdot (13,2 + 17,7) + 273 \cdot (13,2 + 17,7 + 22,5) + 273 \\ &\cdot (13,2 + 17,7 + 22,5 + 27,3) = 45 \text{ кВт} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

Сым қимасы:

$$S = \frac{\sum i}{c \cdot \Delta U} \quad (3.14)$$

$c = 8$ ;

$\sum M_1$  және  $\sum M_3$  үшін:

$$S = \frac{\sum M_1}{M} = \frac{60}{8 \cdot 3,5} = 2,14 \text{ мм}^2. \quad (3.15)$$

S қосымшасынан ең жақын үлкен мәнін  $S = 2,14 \text{ мм}^2$  ескере таңдаймыз.

$\Sigma M_2$  үшін:

$$S = \frac{\Sigma M}{c \cdot \Delta U} = \frac{45}{8 \cdot 0,35} = 16 \text{ мм.}^2 \quad (3.16)$$

$\Gamma$  қосымшасынан ең жақын үлкен мәнін  $S = 2.5 \text{ мм}^2$  таңдаймыз.

№1 және №2 аумағындағы жарықтандыру жүйелеріндегі кернеудің төмендеуі:

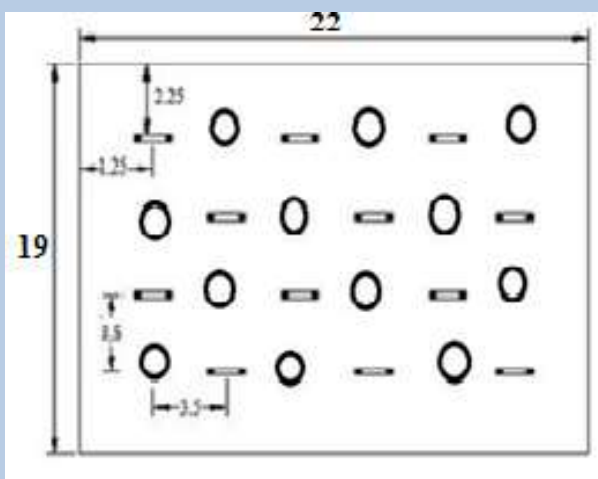
$$\Delta U_{\text{№1}} = \frac{\Sigma pl}{c \cdot S} = \frac{60}{8 \cdot 2,14} = 3,5. \quad (3.17)$$

№2 аумағындағы жарықтандыру жүйесіндегі кернеудің төмендеуі:

$$\Delta U_{\text{№2}} = \frac{\Sigma pl}{c \cdot S} = \frac{45}{8 \cdot 16} = 3,5. \quad (3.18)$$

Алынған мәндер жоғалған кернеудің берілген мәнінен аспайды.

3.1 суретте жарықтандыру сұлбасы көрсетілген.



3.1 сурет - Шахтаның жарықтандыру сұлбасы

Қорытынды: ДРЛ 24900 лм. және ЛЛ 3890 лм. ретінде арналған жарық ағыны анықталды, өндірістік бөлмеге арналған шамдар таңдалды. Әрбір жарық беру шамдарының саны ескерілді (12 шам) – 1 дана.

**Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды.**

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде электр қауіпсіздігі және шахтадағы зиянды өндірістік факторлар, сонымен қатар көмір шахтасындағы еңбек жағдайына талдаулар жүргізілді.

Өндірістік бөлмеге арналған жарық ағыны бойынша шам таңдалды (NAV T-250 4Y 250). Өндірістік бөлмеге арналған шамның түрі НВР1хNAVТ-250 4Y 250W. ДРЛ 24900 лм және ЛЛ 3890 лм-ға арналған жарық ағыны



анықталды, өндірістік бөлмеге арналған шамдар таңдалынды. Әрбір шамдағы шамдардың саны ескерілді (12 шам) – 1 дана.

## 4 Дипломдық жұмыстың экономикалық негіздемесі

### 4.1 Техникалық деректемелері

Техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеу екі балама электр жетек жүйесінің салыстырмалы техникалық деректерін талдау негізінде жүзеге асырылады. Жаңа жүйе қолданыстағы жүйесімен салыстырғанда электр энергиясын тұтынуды азайтады, асинхронды қозғалтқыштардың қызмет ету мерзімін арттырады, электр қозғалтқыштарының қызмет ету мерзімін жақсартады және тұрақты факторлардың жұмысына сыртқы факторлардың әсерін азайтады.

Экономикалық бағалау минималды төмендетілген шығындар принципіне негізделген: минималды бастапқы шығындар, пайдалану шығындары, электр энергиясы шығындары. Техникалық себептер бойынша ең тұрақтысы тұрақты ток электр жетегі болып табылады. Балама жүйе ретінде КТТ-АҚ жүйесі таңдалады. Салыстырылған жүйелер қозғалтқыштарының техникалық деректері 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – Салыстырылатын жүйе қозғалтқыштарының техникалық деректері

Нұсқа	Бірінші нұсқа: Тұрақты тоқты жетек	Екінші нұсқа: Айнымалы тоқты жетек
Қозғалтқыш түрі	4AM200L2	4A225M6У3
Қуат, кВт	40	37
ПӘК, %	0,90	0,95
cos φ	0.89	0.91
Айналу жиілігі, айн./мин.	1000	1000

### 4.2 Жетек шығындарын есептеу

Келтірілген шығындар келесі формула бойынша есептеледі:

$$Z_{\text{кел.}} = E_n \cdot K + C_{\text{сум.}} \quad (4.1)$$

Бастапқы шығындар электр жетегінің сметалық құнын, іске қосуды реттеу аспаптарының және монтаждау жұмыстарының өзіндік құнынан,

тасымалдау және сатып алу шығындарынан, монтаждау ұйымының жоспарланған үнемдеуін құрайтын күрделі салымдарды есептеу жолымен анықталады.

Электр жетегінің ең қымбат компоненттері қозғалтқыш пен түрлендіргіш болып табылады. Осыған сәйкес, тұрақты ток жетегінің болжамды құны:

$$K_{\text{ЭЖ1}} = K_{\text{Коз.1}} + K_{\text{Т1}} = 220000 + 350000 = 570000 \text{ теңге,} \quad (4.2)$$

мұндағы  $K_{\text{Коз.1}} = 280000$  – электр қозғалтқыштың құны (ТТК), теңге;

$K_{\text{Т1}} = 350000$  – түрлендіргіштің құны, теңге;

Айнымалы токты электр жетегі үшін:

$$K_{\text{ЭЖ2}} = K_{\text{Коз.2}} + K_{\text{Т2}} = 165000 + 230000 = 395000 \text{ теңге,} \quad (4.3)$$

мұндағы  $K_{\text{Коз.2}} = 195000$  – электр қозғалтқыштың құны (АТК), теңге;

$K_{\text{Т2}} = 230000$  – түрлендіргіштің құны (КТТ), теңге;

Іске қосуды реттеу аспабының құны конвейердің электр жетегінің түрлендіргіш құнының бір бөлігі (12%) ретінде анықталады.

Онда бірінші нұсқаның жетегі үшін:

$$K_{\text{Т1}} = 0,12 \cdot K_{\text{Т1}} = 0,12 \cdot 350000 = 42000 \text{ теңге,} \quad (4.4)$$

Онда екінші нұсқаның жетегі үшін:

$$K_{\text{Т2}} = 0,12 \cdot K_{\text{Т2}} = 0,12 \cdot 230000 = 27600 \text{ теңге,} \quad (4.5)$$

Монтаждау жұмыстарының құны электр жетегі мен жұмыс механизмі үшін бөлек есептеледі. Электр жетегі үшін монтаждау жұмыстарының құны электр жетегі құнының 6% -на тең, жұмыс механизмі үшін электр жетегі құнының 5% -ына тең болуы мүмкін. Осылайша, 1-ші нұсқа бойынша монтаждау жұмыстарының құны:

$$K_{\text{Мр1}} = (0,06 \cdot 0,605) \cdot K_{\text{ЭЖ1}} = (0,06 + 0,05) \cdot 570000 = 62700 \text{ теңге,} \quad (4.6)$$

Екінші нұсқа бойынша жұмыстың құны:

$$K_{\text{Мр2}} = (0,06 \cdot 0,05) \cdot K_{\text{ЭЖ2}} = (0,06 + 0,05) \cdot 395000 = 43450 \text{ теңге,} \quad (4.7)$$

Тасымалдау және сатып алу шығындары электр жетегінің жалпы құнының 2% құрайды және 1-нұсқа бойынша монтаждау жұмыстарының құны:

$$K_{\text{Тсш1}} = 0,02 \cdot (K_{\text{Эж1}} + K_{\text{Мр1}}) = 0,02 \cdot (570000 + 62700) = 12654 \text{ теңге}, (4.8)$$

2-нұсқаны таңдау кезіндегі шығындар:

$$K_{\text{Тсш2}} = 0,02 \cdot (K_{\text{Эж2}} + K_{\text{Мр2}}) = 0,02 \cdot (395000 + 43750) = 8769 \text{ теңге}, (4.9)$$

Жоғарыда келтірілген есептеулерден тұрақты электр жетегі бар бірінші нұсқа альтернативті жүйеге қарағанда үнемді емес екенін атап өтуге болады. Бұл бірінші нұсқадағы тасымалдау және сатып алу шығындары, сондай-ақ монтаждау жұмыстарының құны айтарлықтай жоғары болуына байланысты.

Түсінікті болу үшін екі нұсқа бойынша капиталды салымдардың есептелуі 4.2 кестеде келтірілген.

4.2 кесте – Капиталды салымдарды есептеу

Шығын көздері	Бірінші нұсқа: Тұрақты токты жетек	Екінші нұсқа: Айнымалы токты жетек
	Теңге бойынша құны	Теңге бойынша құны
1. Электр қозғалтқыш	220000	165000
2. Түрлендіргіш	350000	230000
3. Іске қосуды реттеу аспабы	42000	27600
4. Монтаждық жұмыс	62700	43450
5. Тасымалдау мен өңдеу шығындары	12654	8769
6. Қосынды капиталдық салым	570000	395000

### 4.3 Пайдалану шығындарын есептеу

Пайдалану шығындарын есептеу кезінде есептеу жүргізілетін кезеңнің мәнін білу керек. Айнымалы және тұрақты ток жетектерін салыстыру кезінде 1 жыл мерзімімен шектелеміз.

Жылдық пайдалану шығындары - бұл электр жетегі мен жыл ішінде механизмді басқаруға және өндірістің жылдық көлемін босатуға қажетті жұмыс механизмінің жалпы шығындары, яғни, механизмді пайдалану құны. Жылдық пайдалану шығындары, әдетте, тұтынылған электр энергиясының құнын, амортизацияны және қондырғының электр бөлігі үшін жылдық пайдалану шығындарын қамтиды.

Электр энергиясына шығындар жылына жұмсалатын энергия мөлшерімен, номиналды қозғалтқыш қуатымен және электр энергиясының тарифтік ставкасымен анықталады. Жылына жұмсалған энергияны есептеу үшін пайдалану коэффициентімен анықталатын электр жетегінің бір жылға арналған жалпы жұмыс уақытын білу қажет:

$$K_{\text{қол.}} = \frac{(\text{ПВ} \cdot t_{\text{жұм.см.}})}{(t_{\text{см}} \cdot 100\%)} = \frac{(100 \cdot 8)}{(8 \cdot 100)} = 1, \quad (4.10)$$

мұндағы ПВ – құрылғының қосылу ұзақтығы, %;

$t_{\text{жұм. см}}$  - ауысу аралығындағы құрылғының қосылу ұзақтығы, сағ.;

$t_{\text{см}}$  – жұмыс сағатының саны.

$K_{\text{қол.}}$  коэффициентін біле отырып, қондырғының жұмыс уақытының санын жылына анықтауға болады:

$$T_{\Gamma} = T_{\text{жұм.к}} \cdot n_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot K_{\text{қол.}} = 2530 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 = 2024 \text{ сағ.}, \quad (4.11)$$

мұндағы  $T_{\text{жұм.к}}$  - бір жұмыс күннің саны;

$n_{\text{см}}$  - бір күндегі ауысу саны.

Жылына жұмсалатын энергия бірінші нұсқа формулаларымен анықталады:

$$\mathcal{E}_{\Gamma 1} = \frac{P_{\text{қоз.н1}} \cdot T_{\Gamma}}{\eta_{\text{н1}}} = \frac{40 \cdot 2024}{0,90} = 89956 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}, \quad (4.12)$$

мұндағы  $P_{\text{қоз.н1}}$ ,  $\eta_{\text{н1}}$  – тұрақты ток қозғалтқышының номиналды параметрлері (4.1 кестедегі).

Екінші нұсқа үшін:

$$\mathcal{E}_{\Gamma 2} = \frac{P_{\text{қоз.н2}} \cdot T_{\Gamma}}{\eta_{\text{н2}}} = \frac{37 \cdot 2024}{0,91} = 82295 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}, \quad (4.13)$$

мұндағы  $P_{\text{қоз.н2}}$ ,  $\eta_{\text{н2}}$  – асинхронды қозғалтқышының номиналды параметрлері (4.1 кестедегі).

Осылайша, 1-ші нұсқа бойынша электр энергиясының шығындарын келесідей есептеуге болады:

$$C_{\mathcal{E}1} = \mathcal{E}_{\Gamma 1} \cdot C_{\text{нег.}} = 89956 \cdot 14,8 = 1331349 \text{ теңге.} \quad (4.14)$$

мұндағы  $C_{\text{нег.}}$  – тарифтік ставка, теңге / кВтсағ. (негізгі төлем).

Осыған сәйкес, екінші нұсқа бойынша тұтынылған электр энергиясының шығындары есептеледі:

$$C_{\mathcal{E}2} = \mathcal{E}_{\Gamma 2} \cdot C_{\text{нег.}} = 82295 \cdot 14,8 = 1217966 \text{ теңге.} \quad (4.15)$$

Амортизациялық аударымдар электр жетегінің есептік құнының 9,5% құрайды. Бірінші нұсқа үшін:

$$C_{\mathcal{A}1} = 0,095 \cdot K_{\text{эж1.}} = 0,095 \cdot 570000 = 54150 \text{ теңге.} \quad (4.16)$$

мұндағы  $k_{эж1}$  – тұрақты токтың электр жетегінің сметалық құны, теңге.  
Екінші нұсқа үшін:

$$C_{a1} = 0,095 \cdot K_{эж2} = 0,095 \cdot 395000 = 37525 \text{ теңге.} \quad (4.17)$$

мұндағы  $k_{эж2}$  – асинхронды электржетектің сметалық құны, теңге.

Жабдықтың пайдалану шығындарына көптеген компоненттер кіреді. Екі нұсқадағы электр жетектерінің жабдықтарын жөндеуге болады, ол жоспарлы-профилактикалық жөндеуден өтеді, оның жиілігі мен көлемі жоспарлы-профилактикалық қызмет сметасымен реттеледі. Сонымен қатар, жабдық үнемі техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді және белгілі бір шығындарды талап етеді. Осылайша, жабдықты жөндеу және техникалық қызмет көрсету құнын жөндеу жұмысшыларының жалақы шығындарының, жөндеуге және техникалық қызмет көрсетуге арналған материалдардың, жалпы цехтың және зауыт шығындарының қосындысы ретінде анықтауға болады.

Жөндеу жұмысшыларының жалақысы жабдықтың электр бөлігін жөндеуге және техникалық қызмет көрсетуге жұмсалатын уақыт мөлшерімен анықталады, бұл өз кезегінде жабдықты жөндеу мен қызмет көрсетудің еңбек сыйымдылығына байланысты. Бүкіл электр жетегі жүйесін 4 негізгі бөлікке бөлуге болады: қозғалтқыш, түрлендіргіш, трансформатор және іске өосуды реттеу аспабы.

Осы бөліктердің әрқайсысы үшін жөндеу мен қызмет көрсетудің еңбек сыйымдылығы бөлек анықталады. Содан кейін барлық есептелген мәндер қосылады. Еңбек сыйымдылығын есептеу үшін жөндеу циклінің жоспарланған ұзақтығын және күрделі жөндеу кезеңін, жылына жөндеу санын және т.б. анықтау қажет.

Жөндеу циклінің жоспарланған ұзақтығы (жөндеу циклі - бұл екі негізгі жоспарлы жөндеу арасындағы күнтізбелік уақытпен көрсетілген энергетикалық жабдықтың жұмыс уақыты) тұрақты ток қозғалтқышы үшін:

$$T_{пл1қоз.} = T_{кес.қоз.} \cdot \beta_k \cdot \beta_p \cdot \beta_0 = 9 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,85 = 11,5 \text{ жыл.} \quad (4.18)$$

мұндағы  $T_{кес.қоз.}$  - электр қозғалтқыштарын жөндеу циклінің ұзақтығы;  
 $\beta_k$  - коллекторлы машиналардың қызмет ету мерзімінің төмендеуін ескеретін коэффициент;

$\beta_p$  - жабдық жұмысының ауысымымен анықталатын коэффициент;

$\beta_0$  - негізгі жабдық ретінде жіктелген машиналардың жөндеу циклінің төмендеуін ескеретін коэффициент.

Асинхронды электр қозғалтқышы үшін:

$$T_{пл1а.қоз.} = T_{кес.қоз.} \cdot \beta_p \cdot \beta_0 = 9 \cdot 2 \cdot 0,85 = 15,3 \text{ жыл.} \quad (4.19)$$

Трансформатор үшін:

$$T_{\text{пл1тр.}} = T_{\text{кес.тр.}} \cdot \beta_0 = 9 \cdot 0,85 = 6,8 \text{ жыл.} \quad (4.20)$$

мұндағы  $T_{\text{пл1тр.}}$  – трансформаторларды жөндеу циклінің ұзақтығы.  
Тиристорлық түзеткіш үшін:

$$T_{\text{пл1түз.}} = T_{\text{кес.түз.}} \cdot \beta_0 = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ жыл.} \quad (4.21)$$

мұндағы  $T_{\text{кес.түз.}}$  - тиристорлық түзеткіштерді жөндеу циклінің ұзақтығы.

Кернеу түрлендіргіші үшін:

$$T_{\text{пл1түр.}} = T_{\text{кес.түр.}} \cdot \beta_0 = 6 \cdot 0,85 = 5,1 \text{ жыл.} \quad (4.22)$$

мұндағы  $T_{\text{кес.түр.}}$  - кернеу түрлендіргіштерін жөндеу циклінің ұзақтығы.

Жоспарлы күрделі жөндеу кезеңі (күрделі жөндеу кезеңі - бұл екі жоспарлы жөндеу арасындағы күнтізбелік уақыт айларымен көрсетілген, электр жабдықтарының жұмыс уақыты):

$$t_{\text{пл1қоз.}} = t_{\text{кес.қоз.}} \cdot \beta_k \cdot \beta_p \cdot \beta_0 = 9 \cdot 0,75 \cdot 2 \cdot 0,7 = 9,45 \text{ ай.} \quad (4.23)$$

мұндағы  $t_{\text{кес.қоз.}}$  - қозғалтқыш үшін күрделі жөндеу кезеңінің мәні.  
Асинхронды қозғалтқыш үшін:

$$t_{\text{пл2қоз.}} = t_{\text{кес.қоз.}} \cdot \beta_p \cdot \beta_0 = 9 \cdot 2 \cdot 0,7 = 12,6 \text{ ай.} \quad (4.24)$$

Трансформатор үшін:

$$t_{\text{пл.тр.}} = t_{\text{кес.тр.}} \cdot \beta_0 = 9 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ ай.} \quad (4.25)$$

мұндағы  $t_{\text{кес.тр.}}$  - трансформаторлар үшін күрделі жөндеу кезеңінің ұзақтығы.

Тиристорлық түзеткіш үшін:

$$t_{\text{пл.түр.}} = t_{\text{кес.түр.}} \cdot \beta_0 = 24 \cdot 0,7 = 16,8 \text{ ай.} \quad (4.26)$$

мұндағы  $t_{\text{кес.түр.}}$  - тиристорлық түзеткіштер үшін күрделі жөндеу кезеңінің ұзақтығы.

Кернеу түрлендіргіші үшін:

$$t_{\text{пл.түр.}} = t_{\text{кес.түр.}} \cdot \beta_0 = 18 \cdot 0,7 = 12,6 \text{ ай.} \quad (4.27)$$

мұндағы  $t_{\text{кес.түр.}}$  - кернеу түрлендіргіштері үшін күрделі жөндеу

кезеңінің ұзақтығы.

Алынған мәндерге сүйене отырып, 1 жылдағы күрделі және ағымдағы жөндеу санын есептеуге болады. Жылына алғашқы күрделі жөндеу:

а) тұрақты қозғалтқыш үшін:

$$M_{\text{кр.1қоз.}} = \frac{1}{T_{\text{пл.1қоз.}}} = \frac{1}{11,5} = 0,087. \quad (4.28)$$

б) асинхронды қозғалтқыш үшін:

$$M_{\text{кр.1қоз.}} = \frac{1}{T_{\text{пл.2қоз.}}} = \frac{1}{15,3} = 0,065. \quad (4.29)$$

в) трансформатор үшін:

$$M_{\text{кр.тр.}} = \frac{1}{T_{\text{пл.тр.}}} = \frac{1}{6,8} = 0,147. \quad (4.30)$$

г) түзеткіш үшін:

$$M_{\text{кр.түз.}} = \frac{1}{T_{\text{пл.түз.}}} = \frac{1}{8,5} = 0,118. \quad (4.31)$$

д) кернеу түрлендіргіші үшін:

$$M_{\text{кр.түз.}} = \frac{1}{T_{\text{пл.түр.}}} = \frac{1}{5,1} = 0,196. \quad (4.32)$$

Бір жылдағы ағымдағы жөндеу саны:

$$M_{\text{тр.1қоз.}} = 0,106 \cdot M_{\text{т.р.2қоз.}} = 0,08 \cdot M_{\text{т.р.тр}} = 0,238, \quad (4.33)$$

$$M_{\text{тр.түр.}} = 0,06 \cdot M_{\text{т.р.пр}} = 0,079. \quad (4.34)$$

Жылына берілген жөндеу саны үшін, сондай-ақ берілген еңбек сыйымдылығы (кестелік мәнге сәйкес) үшін жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы анықталады. Электр машиналарын күрделі жөндеуден өткізудің жылдық еңбек сыйымдылығы:

$$T_{\text{кр.1қоз.}} = M_{\text{к.р.1қоз.}} \cdot N_{\text{к.р.қоз.}} \cdot k_w \cdot k_k = 0,087 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,8 = 3,22 \text{ сағ.} \quad (4.35)$$

мұндағы  $N_{\text{к.р.қоз.}}$  - берілген қуаттағы электр қозғалтқыштарына күрделі жөндеудің еңбек сыйымдылығы коэффициенті;

$k_w$  - электр қозғалтқышының жылдамдығын ескеретін түзету

коэффициенті;

$k_k$  - коллекторлық машиналар жұмысының еңбек сыйымдылығының жоғарылауын ескеретін коэффициент.

Асинхронды қозғалтқыш үшін күрделі жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$T_{к.р.2қоз.} = M_{к.р.2қоз.} \cdot N_{к.р.қоз.} \cdot k_w = 0,065 \cdot 25 \cdot 1,1 = 1,79 \text{ адам-сағ.} \quad (4.36)$$

Трансформатор, тиристорлық түзеткіш және кернеу түрлендіргіші үшін күрделі жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы келесідей есептеледі:

$$T_{к.р.тр.} = M_{к.р.тр.} \cdot N_{к.р.тр.} = 0,147 \cdot 88 = 12,94 \text{ адам-сағ.} \quad (4.37)$$

$$T_{к.р.түз.} = M_{к.р.түз.} \cdot N_{к.р.түз.} = 0,118 \cdot 35 = 4,13 \text{ адам-сағ.} \quad (4.38)$$

$$T_{к.р.түр.} = M_{к.р.түр.} \cdot N_{к.р.түр.} = 0,196 \cdot 50 = 9,8 \text{ адам-сағ.} \quad (4.39)$$

мұндағы  $N_{к.р.тр.}$  - трансформаторларға арналған күрделі жөндеудің еңбек сыйымдылығы;

$N_{к.р.түз.}$  - шахта конвейерінің электр жетегінің түзеткіштерін күрделі жөндеудегі еңбек сыйымдылығы.

$N_{к.р.түр.}$  - шахта конвейерінің электр жетегінің түрлендіргіштерін күрделі жөндеуден өткізудің еңбек сыйымдылығы.

Жабдықтың тиісті түрлеріне арналған ағымдағы жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы күрделі жөндеудің еңбек сыйымдылығына ұқсас анықталады:

$$T_{кр.1қоз.} = M_{к.р.1қоз.} \cdot N_{к.р.қоз.} \cdot k_w \cdot k_k = 0,106 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,8 = 5,25 \text{ сағ.} \quad (4.40)$$

$$T_{к.р.2қоз.} = M_{к.р.2қоз.} \cdot N_{к.р.қоз.} \cdot k_w = 0,08 \cdot 25 \cdot 1,1 = 2,2 \text{ адам-сағ.} \quad (4.41)$$

$$T_{т.р.тр.} = M_{т.р.тр.} \cdot N_{к.р.тр.} = 0,238 \cdot 17 = 4,05 \text{ адам-сағ.} \quad (4.42)$$

$$T_{к.р.түз.} = M_{к.р.түз.} \cdot N_{к.р.түз.} = 0,06 \cdot 10 = 0,6 \text{ адам-сағ.} \quad (4.43)$$

$$T_{к.р.түр.} = M_{к.р.түр.} \cdot N_{к.р.түр.} = 0,079 \cdot 15 = 1,19 \text{ адам-сағ.} \quad (4.44)$$

мұндағы  $N_{к.р.қоз.}$ ,  $N_{к.р.тр.}$ ,  $N_{к.р.түз.}$  және  $N_{к.р.түр.}$  - әртүрлі типтегі жабдықтарға арналған ағымдағы жөндеудің еңбек сыйымдылығы (олар күрделі жөндеуге арналған кестелер бойынша табылған).

Басқару іске қосуды реттейтін аспапты күрделі (ағымдағы) жөндеудің



жылдық еңбек сыйымдылығы электр жетегін күрделі (ағымдағы) жөндеудің еңбек сыйымдылығының 25% -на тең қабылданады, бұл өз кезегінде тұрақты қозғалтқыштың, трансформатордың және түрлендіргіштің жөндеу еңбек сыйымдылығынан тұрады.

$$T_{п.р.к.р.1} = 0,25 \cdot (T_{к.р.1қоз.} + T_{к.р.тр} + T_{к.р.түз.}) = 0,25 \cdot (3,22 + 12,94 + 4,13) = 5,07. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.45)$$

$$T_{п.р.т.р.1} = 0,25 \cdot (T_{т.р.1қоз.} + T_{т.р.тр} + T_{т.р.түз.}) = 0,25 \cdot (5,25 + 4,05 + 0,6) = 2,47. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.46)$$

Айнымалы ток жетегі үшін:

$$T_{п.р.к.р.1} = 0,25 \cdot (T_{к.р.1қоз.} + T_{к.р.тр.}) = 0,25 \cdot (1,79 + 9,8) = 2,9. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.47)$$

$$T_{п.р.т.р.2} = 0,25 \cdot (T_{т.р.1қоз.} + T_{т.р.тр.}) = 0,25 \cdot (2,2 + 1,19) = 0,85. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.48)$$

Жабдыққа техникалық қызмет көрсетудің еңбек сыйымдылығы түзету коэффициенттерін ескерусіз жабдықты ағымдағы жөндеудің еңбек сыйымдылығы нормасының 10% -на тең қабылданады. Осылайша, жабдыққа қызмет көрсетудің жылдық еңбек сыйымдылығын тұрақты электр жетегінің формулалары бойынша анықтауға болады:

$$T_{т.о.1қоз.} = 0,1 \cdot N_{т.р.қоз.} = 0,1 \cdot 12 \cdot 7 = 8,4. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.49)$$

$$T_{т.о.тр.} = 0,1 \cdot 12 \cdot N_{т.р.тр.} = 0,1 \cdot 12 \cdot 17 = 20,4. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.50)$$

$$T_{т.о.түз.} = 0,1 \cdot 12 \cdot N_{т.р.түз.} = 0,1 \cdot 12 \cdot 10 = 12. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.51)$$

Айнымалы ток жетегі үшін:

$$T_{т.о.2түр.} = 1,2 \cdot 12 \cdot N_{т.р.түр.} = 0,1 \cdot 12 \cdot 15 = 18. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.52)$$

Тұрақты электр жетегі үшін:

$$T_{пр.то.1} = 0,1 \cdot (T_{т.о.1қоз.} + T_{т.о.тр} + T_{т.о.вып}) = 0,1 \cdot (8,4 + 20,4 + 12) = 4,08. \text{ адам/ сағ.} \quad (4.53)$$

Айнымалы ток жетегі үшін:

$$T_{\text{пр. то. 2}} = 0,1 \cdot (T_{\text{т. о. 1қоз.}} + T_{\text{т. о. түр}}) = 0,1 \cdot (8,4 + 18) = 2,64 \text{ адам/ сағ.} \quad (4.54)$$

Салыстыру ыңғайлылығы үшін екі нұсқа бойынша да жөндеу мен техникалық қызмет көрсетудің күрделілігін есептеу 4.3 кестеде келтірілген.

4.3 кесте - Жөндеудің күрделілігін есептеу нәтижелері және қарастырылып отырған жабдыққа техникалық қызмет көрсету.

Қондырғы түрі	Тұрақты токты электр жетегі	Айнымалы токтың электр жетегі
Күрделі жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы, адам-сағат		
Электр қозғалтқышы	3,22	1,79
Трансформатор	12,94	-
Түрлендіргіш	4,1	9,8
Іске қосуды реттеу апараты	5,64	3,03
Ағымдағы жөндеудің жылдық еңбек сыйымдылығы, адам-сағат		
Электр қозғалтқышы	5,25	2,2
Трансформатор	4,05	-
Түрлендіргіш	0,6	1,19
Іске қосуды реттеу апараты	2,47	0,85
Техникалық қызмет көрсетудің жылдық еңбек сыйымдылығы, адам-сағат		
Электр қозғалтқышы	8,4	8,4
Трансформатор	20,4	-
Түрлендіргіш	12	18
Іске қосуды реттеу апараты	4,08	2,64
Тұрақты токты электр жетегі	Айнымалы токтың электр жетегі	
83,15	47,9	

Жабдық жұмысының белгілі жылдық еңбек сыйымдылығына сәйкес, жөндеу жұмысшысының тарифтік ставкасын ескере отырып, сәйкесінше салықтар бойынша, 1-ші нұсқаға жөндеу жұмысшыларының бір жылдағы жалақысының құнын анықтауға болады:

$$C_{з. п. 1} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{нал}} \cdot T_{\text{сум. 1}}, \text{ теңге.} \quad (4.55)$$

$$C_{з. п. 1} = 733 \cdot 1,6 \cdot 83,15 = 97518. \quad \text{тенге.}$$

мұндағы  $C_{\text{тар}}$  - жөндеу жұмысшысының сағаттық жалақысы, тг. (IV санат үшін);

$C_{\text{нал}}$  – еңбек ақы төлеуге байланысты салық төлеу құнын анықтайтын коэффициент;

$T_{\text{сум.1}}$  - тұрақты электр жетегі жабдықтарының жұмысының жалпы еңбек сыйымдылығы.

Екінші нұсқа үшін:

$$C_{з.п.2} = C_{\text{тар}} \cdot C_{\text{нал}} \cdot T_{\text{сум.2}}, \quad (4.56)$$

$$C_{з.п.2} = 733 \cdot 1,6 \cdot 47,9 = 56177. \quad \text{тенге.}$$

мұндағы  $T_{\text{сум.1}}$  - айнымалы ток электр жетегі жабдықтарының жұмысының жалпы еңбек сыйымдылығы.

Жабдықты жөндеуге және техникалық қызмет көрсетуге арналған материалдардың құны салық төлеу шығындарын қоспағанда, жөндеу жұмысшыларының негізгі жалақысының 100% -на тең алынады;

бірінші нұсқа үшін:

$$C_{\text{мат.1}} = C_{\text{тар}} \cdot T_{\text{сум.1}} = 733 \cdot 83,15 = 60949 \quad \text{тенге,} \quad (4.57)$$

екінші нұсқа үшін:

$$C_{\text{мат.2}} = C_{\text{тар}} \cdot T_{\text{сум.2}} = 733 \cdot 47,9 = 35111 \quad \text{тенге.}$$

Жалпы цех шығындары салықты есептемегенде негізгі жалақының 100% -на тең деп қабылданады, бұл жағдайда цехтың жалпы есептеулері жабдықты жөндеуге және техникалық қызмет көрсетуге арналған материалдардың құнына тең:

$$C_{ц.1} = C_{\text{мат.1}} = 60949 \quad \text{тенге,} \quad (4.58)$$

$$C_{ц.2} = C_{\text{мат.2}} = 35111 \quad \text{тенге.}$$

Зауыттың жалпы шығындары салықты есептемегенде негізгі жалақының 50%-на тең деп қабылданады, бұл жағдайда жалпы шеберхана шығындарының жартысын құрайды:

$$C_{з.1} = 0,5 \cdot C_{ц.1} = 0,5 \cdot 60949 = 30475 \quad \text{тенге,} \quad (4.59)$$

$$C_{з.2} = 0,5 \cdot C_{ц.2} = 0,5 \cdot 35111 = 17556 \quad \text{тенге.}$$

#### 4.4 Жылдық шығындарды есептеу

Қондырғының электр бөлігінің жылдық пайдалану шығындарын есептеу үшін, сондай-ақ екі нұсқа бойынша жылдық пайдалану шығындарын анықтау үшін барлық мәндер табылды. Жалпы шығындар күрделі салымдар мен жылдық пайдалану сомасы ретінде анықталды:

$$C_{\text{Экс}} = (C_z + C_a + C_{\text{Экс.эл}}) \text{ тенге,} \quad (4.60)$$

$$C_{\text{Экс,эп1}} = 97518 + 60949 + 60949 + 30475 = 249891 \text{ тенге,}$$

$$C_{\text{Экс,эп2}} = 56177 + 35111 + 35111 + 17556 = 249891 \text{ тенге,}$$

$$C_{\text{Экс1}} = 30475 + 54150 + 249891 = 334516 \text{ тенге,}$$

$$C_{\text{Экс2}} = 17556 + 37525 + 143955 = 199036 \text{ тенге.}$$

Салыстырылған электр жетектеріне жалпы шығындарды күрделі салымдар мен жылдық пайдалану шығындарын қосу арқылы анықтаймыз:

$$C_{\Sigma} = C_a + C_{\text{э}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{мат}} + C_{\text{ц}} + C_z + C_{\text{Экс.эп}} + C_{\text{Экс}}, \quad (4.61)$$

$$C_{\Sigma 1} = 54150 + 1331349 + 97518 + 60949 + 60949 + 30475 + 249891 + 334516 = 2219797 \text{ тенге,}$$

$$C_{\Sigma 2} = 37525 + 1217966 + 37886 + 35111 + 35111 + 17556 + 249891 + 199036 = 1830082 \text{ тенге.}$$

Төмендетілген шығындарды келесі теңдеу бойынша есептейміз:

$$Z_{\text{прив}} \cdot E_n \cdot K \cdot C_{\text{сум}} \quad (4.62)$$

$$Z_{\text{прив,1}} = 0,15 \cdot 570000 + 2219797 = 2305297 \text{ тенге,}$$

$$Z_{\text{прив,2}} = 0,15 \cdot 395000 + 1830082 = 1889332 \text{ тенге.}$$

мұндағы  $E_n=0,15$  - дамушы елдер үшін ЮНИДО ұсынысына сәйкес алынады.

### **Экономикалық бөлім бойынша қорытынды**

Жоғарыда келтірілген есептеулерге сәйкес, екі баламалы электр жетек жүйесін салыстырған кезде айнымалы тоқты электр жетегі жүйесінің екінші нұсқасы үшін төмендетілген шығындары анағұрлым төмен болады деп

болжауға болады және оған сүйене отырып, екінші нұсқа ең тиімді деп тұжырымдаймыз.

## **Қорытынды**

Дипломдық жұмыста кернеу тиристоры бар шахта конвейерінің асинхронды электр жетегінің басқару жүйесі өңделген. Теориялық бөлімде конвейерлердің классификациясы, құрылысы, жұмыс істеу принципі және қолданылу аймағы қарастырылған. Оның кемшіліктері мен артықшылықтары қарастырылады. Таспалы конвейерлердің негізгі элементтері, жетегінің негізгі элементтері толығырақ таңдалып, оларға анықтама берілді.

Есептеу бөлімінде өңделген жүйенің құрылымдық сұлбасы құрылып, реттеу жабдықтарының ерекшеліктері қарастырылды. Жұмыста шахта конвейерінің екі асинхронды электр жетегі жүйесінің құрылымдық сызбасы және оның математикалық моделі сипатталған. Конвейердің екі асинхронды электр жетегінің қозғалысының тұрақтылығы есептелді, беріліс функциясы сипатталды. Екі қозғалтқышты асинхронды электр жетегінің параметрлеріне синтез жүргізілді.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде электр қауіпсіздігі мен зиянды өндірістік факторлар қарастырылып, көмір шахтасындағы еңбек жағдайына талдау жүргізіліп, жұмыс орнының жарықтануы мен жасанды жарықтандыруға есептеулер жүргізілген.

Жұмыстың экономикалық бөлігінде шахта конвейерінің екі қозғалтқышты электр жетегінің екі баламалы жүйесінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін салыстырмалы талдау арқылы экономикалық тиімділікті бағалау жүргізілді. Нәтижесінде экономикалық тұрғыдан тиімді нұсқа таңдалды.

## Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Светличный П.Л. Электропривод и электроснабжение горных машин. – М.: Недра, 1968.
3. Браславский И.Я, Ишматов З.Ш, Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений; под ред. И.Я.Браславский. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
4. Половко А.М., Бутусов П.Н. MATLAB для студента. – СПб .: БХВ – Петербург, 2005.
5. Бессекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб, Изд –во «Профессия», 2004.
6. Дьяков В.А., Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. и др. Ленточные конвейеры в горной промышленности. - М.: Недра, 1982. 349с.
7. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, Гл.ред.физ. – мат.лит., 1988.
8. Цыба Ю.А., Шадхин Ю.И., Тойгожинова Ж.Ж. Определение передаточной функции замкнутой системы ТП – ВД в программируемом комплексе Matlab //Вестник КазАТК. – Алматы: 2014, №6.
9. Теория автоматического управления. Ч. II. Под ред. А.В. Нетушила. – М.: «Высшая школа», 1972.
10. Безаев В.Г. Методика расчета обратных связей в асинхронном электроприводе с экстремальным управлением. / Труды МЭИ. - 1982. Вып.570.
10. Катрюк, И.С. Машины непрерывного транспорта. Конструкции, проектирование и эксплуатация: учеб. пособие / И.С. Катрюк, Е.В. Мусияченко. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. - 266 с.
11. Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода, Вестник АУЭС. – 2011. №2 (13).
12. ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: ИПК Изд-во стандартов.
13. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические. Справочник. – 3-е изд. (с изм.). – М.: Спецтехника, 2003.
14. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 8. – Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010.
15. Н.В. Кояин, О.П. Мальцева, Л.С. Удут. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод. Имитационные модели в среде модели MATLAB-Simulink. Исследование электропривода посредством компьютерного моделирования: учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2013.
16. Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010.

17 Правила устройства электроустановок /Минэнерго М.:Энергоатомиздат, 1985.

18 Безопасность жизнедеятельности. Защита от производственного шума. Методические указания к выполнению дипломного проекта, Алматинский институт энергетики и связи. Алматы, 1995.

19 Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса. - М., Высшая школа, 2003. Голланцев Ю.А. и Мартынов А.А. Частотное управление двигателем переменного тока. М.: Энергия, 1984.

20 Грузков С.А. Электроснабжение летательных аппаратов. М.: Энергия, 1984.

21 Джендунбаев А.-З. Р. Математическая модель асинхронного генератора с учетом потерь в стали. Электричество №7, 2001, с .36-45.

22 Ильинский Н.Ф., Ипатенко В. Н. Тепловые модели в неноминальных циклических режимах. Электричество, 1984, № 7, с. 37-41.

23 Кацман М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу. М.: Высшая школа, 2001.

24 Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.И. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

25 Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учеб. Пособие для студентов высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.И. Ишматов, В.Н. Поляков; Под ред. И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

26. Москаленко В.В. Электрический привод: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 364 с.