

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

«Экономикалық қондырғылардың зиян әкелуі және автоматтандырылуы»  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«     »     20   ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Сусандық заттарға масошандықтан келетіндік  
қондырғылардың зиян әкелуін жетілдіру.

мамандығы бойынша

Орындаған Балманов Ербал Оралбаевич  
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Тарсейенов Н.Т. т.ғ.р., профессор АЭБТУ  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер:

Экономикалық болім бойынша :  
Э.З.К. профессор Жакупов А.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
17» 05 2016 ж.  
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:  
ата оқушы Байзақова С.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
31» 05 2016 ж.  
(колы)

Мөлшер бақылаушы:  
ата оқытушы Бестереков А.М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
05» 06 2016 ж.  
(колы)

Пікір жазушы :  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«     »     20   ж.  
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр энергетика факультеті  
53071800 - электр энергетика мамандығы  
Виеркәсіп қондырғыларының электр желісі және автоматтар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Самжанов Ербал Орақбаевич  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Сұлтамалы заттарға тасымалдайтын ленталық конвейердің электр желісіне жеткізгіш  
ректордың «     » №     бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «     » 20     ж.

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

Қуат  $P=7,5$  кВт, жүргенің номинал кернеуі,  $U_n=380$  жүргенің номинал кернеуі,  $I_n=1000$  айырмашылық номинал айымау жиілігі,  
Қортамы дәрежесі  $IP=54$ ,  $\eta=86,5\%$  пайдалану жер коэффициенті,  
қозғалтқыш маркасы 4A132M6Y3

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

Дипломдағы жоба бес бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде ленталық конвейер туралы жалпы мәліметтер, құрамына және жұмыс істеу принципі туралы жалпылама математтар көрсетілген. Екінші бөлімде қозғалтқышты жобалауға есептеулер үшінші бөлімде электр қозғалтқышының таңдауынан реттеуге, пайдалану жер коэффициентінің артықшылығы есептеулер жүргізілді. Төртінші бөлімде өмір мерзімілік қалыптасқан бөлімде өрт қауіпсіздігі мен электр қауіпсіздігіне есептеулер жүргізілді. Бесінші бөлімде экономикалық есептеулер есептеді.

Сызба материалдарынын (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Асинхронда қозғалтқыштың табиғи электр механикалық сипаттамасы, түрлендірілімінің вольт-жөйімі сипаттамасы, түрлендірілімінен түрлендірілімі механикалық сипаттамасы, скалярлық басқаруда қозғалтқыштың электрмеханикалық сипаттамалары, өтпелі үрдіс графигі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Система управления электроприводов, 2002г - Терехов В.М., Осипов АИ  
 Автоматизация тока электр жетегінің құрамы - Салихов П.И., Мустафин М.А. (2008)  
 Электр жетегінің келіулері: студенттерге арналған - Ибраһимов М.Ж. (2009 ж.) Алматы  
 Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов (1980) Киселов В.И.  
 Характеристики двигателя в электроприводе - Вешневский С.Н. М. Энергия (1977)  
 Электр қорғау: дәрістер жинағы - Абдигүрапов Н.С., Жақсбаев М.К., Хакимжанов Т.Р.  
 Салық экономикасына әдістемелік нұсқау - Туделбаев В.И., Жақсбаев А.А. - Алматы (2008)  
 Частотное управление электродвигателями - Булгаков А.А. Энергоатомиздат (1982)  
 Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов Шеховцев П.В. (2010). Справочник по автоматизированному электроприводе Вешневский С.Н., М. Энергия (1984)

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика бөлімі	Мажуров А.И.	08.02 - 27.05.16	Мажуров
ТЭК және Қ.О.Қ.	Бақырқұлова С.И.	31.05.16	Бақырқұлова
Технико-экономикалық бөлім	Мажуров И.Т.		Мажуров

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Бұсамама даярдау мұралары	4.02.16	
2	Бұсамама даяр және оған байланысты шешімдері	9.02.16	
3	Лентама конвейер	15.02.16	
4	Конвейер қосартамырамама жүйелері, басқару жүйесі мен электр жетекке қолданатын талаптар	17.03.16	
5	Лентама конвейердің қозғалысына қатысты және тиісінше таңдау	25.03.16	
6	Электр қозғалысының есептік параметрлері	29.03.16	
7	Электр қозғалысының Т-түрдегі балама орынбасу сұрақтарының есептік параметрлері	31.03.16	
8	Реттелетін электр жетектің тұрақтандырылуы үшін статикалық сипаттаманы есептеу	5.04.16	
9	Жоғалатын реттелетін белгіленген қозғалысы үшін электр жетек жүйесінің талапқа механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу	7.04.16	
10	Жүйелік тұрақтылығын таңдау	12.04.16	
11	Электр жетектің энергетикалық көрсеткіштері, виртуалды модельдеу өткізгіштері	14.04.16	
12	Біріншілік қозғалыстың негіздері		
13	Жүйелік тұрақтылығын - асинхронды қозғалысының негізгі экономикалық негіздері	5.05.16	
14	Техника - экономикалық көрсеткіштері	17.05.16	
15	Қорытынды	25.05.16	
16	Найдаланатын әрекеттер.	25.06.16	

Тапсырманың берілген уақыты « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ ж.

Кафедра меңгерушісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы

кабылдаған студент

(колы)

(аты-жөні)

## АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассматривается автоматизированный электропривод ленточного конвейера и рассчитывается притягивающая сила и выбрали мощность двигателя и типы. Рассчитывается Т-образная схема замещения. А также, построили искусственные механические и электромеханические характеристики. Был выбран тип электропривода, который регулируемый, и рассчитанной его параметры. Описана математическая модель ЧП ленточного конвейера, составлена виртуальная модель с помощью компьютерной программы. С помощью этой программы выведены графики угловой скорости и переходных процессов.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассматриваются меры соблюдения техники безопасности при использовании электропривода ленточного конвейера, условия охраны труда перед работой, рассчитывается пожаробезопасность и электробезопасность помещения.

А в экономической части рассматриваются капитальные затраты, затраты на заработную плату, на электроэнергию, амортизационные отчисления, экономическая эффективность и время окупаемости.

## АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада ленталы конвейердің автоматтандырылған электр жетегі қарастырылып, тартылу күшіне есеп жүргізілді және қозғалтқыш қуаты мен типі таңдалды. Т-тәрізді балама сұлбаның параметрлері есептелді. Сонымен қатар, жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамалар тұрғызылды. Реттелетін электр жетек типі және оның жиілік түрлендіргіші таңдалды, оның негізгі элементтерінің параметрлері есептелді. ЖТ ленталы конвейір электржетегінің математикалық сипаттамасы жазылып, оның құрылымдық моделі компьютерлік бағдарлама көмегімен құрылды. Электр жетектің виртуальды моделі ойлап-құрастырылып, өтпелі үрдістер зерттелді, және оның графиктері тұрғызылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде ленталы конвейірдегі электр жетегін пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау шараларына талдау жасау, өрт қауіпсіздігі және оның факторларына, электр қауіпсіздігіне есептеулер жасалды.

Ал, экономикалық бөлімінде құралдар шығыны мен жалақы шығындары, ИТЖ мен қызмет көрсетушілердің еңбек жалақысы, жиілік

түрлендіргіш енгізудің экономикалық тиімділігін есептеу жүргізілді. Яғни пайда өсіміне байланысты жылдық экономикалық тиімділік анықталды.

## **ABSTRACT**

In the degree project the automated electric drive conveyor is considered and pays off I prityagovatsya force of the lamellar conveyor and chose the engine capacity and types. The T-shaped equivalent circuit pays off. And also, constructed artificial mechanical and electromechanical characteristics. The type of the electric drive, which regulated, and calculated its parameters was chosen. The state of emergency mathematical model of the lamellar conveyor is described, the model by means of the computer program is made virtual. By means of this program schedules of angular speed and transition processes are output.

In the section of health and safety it is considered measures of observance of safety measures when using the electric drive of the tape conveyor, a laborprotection condition before work, illumination of the working room and system of automatic fire extinguishing pays off.

And in economic part it is considered capital expenditure, costs of a salary, of the electric power, depreciation charges, economic efficiency and payback time.

## Мазмұны

Кіріспе	9
1 Сусымалы заттардың түрлері	11
1.1 Сусымалы заттар және оның қолданылу аймақтары	11
1.2 Конвейір-үздіксіз жұмыс жасайтын электромехникалық құрылғы	13
1.3 Ленталы конвейер	15
1.4 Конвейер қондырғыларының жіктелуі, басқару жүйесі мен электр жетектеріне қойылатын талаптар	20
2 Технологиялық параметрлерді есептеу	22
2.1 Ленталы конвейірдің тартылу күшіне есеп және қозғалтқыш қуатын және типін таңдау	22
2.2 Электрқозғалтқыштың есептік параметрлерін есептеу	24
2.3 Электр қозғалтқыштың Т-тәрізді балама орынбасу сұлбасының есептік параметрлері	24
3 Реттелетін электр жетектің тұйықталмаған жүйесінің сипаттамасын есептеу	27
3.1 Реттелетін электр жетек жүйесінің қозғалтқышының механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу	27
3.2 Жылдамдықты реттеудің белгіленген диапазоны үшін реттелетін электр жетек жүйесінің жасанды механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу	30
3.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және параметрлерін есептеу	34
3.4 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштері және	

динамикалық режимді есептеу, виртуальды моделдегі өтпелі үрдістер	36
3.5 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштерін есептеу	36
3.6 Асинхронды электр жетегін динамикалық режимде есептеу	38
3.7 Электр жетектің виртуальды моделін ойлап-құрастыру және өтпелі үрдістерді зерттеу	42
4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі негіздері	47
4.1 Электр қозғалтқышын пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережесі	47
4.2 Өрт қауіпсіздігі	48
4.3 Өрт факторлары	48
4.4 Электр қауіпсіздігіне есеп жүргізу	53
5 Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйені еңгізудің экономикалық негіздемесі	56
5.1 Техника-экономикалық көрсеткіштері	64
Қорытынды	65
Пайдаланылған әдебиеттер	66



## КІРІСПЕ

Өркениеттің дамыған кезінде барлық өндірісте, өндірістік еңбекті жоғарылату мен өнімнің бағасын түсіру тапсырмасы және заманауи үздіксіз жұмыс жасайтын машиналарды дамыту бағытында келесідей бағыттар ұйымдастырылуда:

1. Үлкен трассаға тартымдылығы төзімді асқын жүктемесіз транспортирға арналған конвейрлер құрастыру;
2. Конвейер өндірісін жоғарылату;
3. Ауыр эксплуатация шартында қызмет жасайтын және машинаның сенімділігін арттыру;
4. Машинаны автоматты басқару және кешенді жүйе;
5. Метал сиымдылықты төмендету, салмағы мен габаритті машиналарды қысқарту;
6. Реттеу әдісі оңтайландырылған негізде, жаңа машиналар құрастыру.
7. Қызмет көрсетуші персоналдың еңбек шартын жақсарту, транспортирдегі жүк шығынын жоюға мүмкіндік алу;
8. Құрал жабдықтар қатарын бір уақытта нормалау.

Өнеркәсіптің еңбегін үлкейту үшін тиісінше өндіріс эффективтілігін жоғарылату керек, автоматтандыру және кешенді механикалық технологиялық процесстерді жүзеге асыру қажет. Шындап келгенде өндіріс жұмыстарын үлкейту мақсатында автоматты басқарылатын транспорттық жүк тасымалына және қойма жұмыстарына мән берілуі тиіс, яғни ауыр физикалық еңбек пен аз квалифицорланған қол еңбектерінің қолданылу аймақтары қысқартылу қажет. Сайып келгенде өндірістің жан-жақтылығына сай, жоғары дәрежеде автоматтандырылған, үздіксіз транспорттық түрдегі қызметтерге арналған құрал-жабдық болуына кепіл болу қажет.

Көбіне жоғары өндірісте үздіксіз транспорттық машина типі конвейер болып табылады.

Үздіксіз транспорттық машинаның негізгі мағынасы-құрылған жолда жүк тасымалдау. Бір уақытта бұлар берілген пунктта жүктер таратылуы керек, оларды жинақтау қажет, белгіленген орынға қойылуы, технологиялық операция негізінде және өндірістік процесте өзгермейтін жұмыс ритімімен қамтамасыз етілуі қажет.

Жүктер, үздіксіз жүк тасымалы машинасының айналымына тасымалына қарай жеке дара және жинақталған болып бөлінеді.

Жинақталған түрдегі жүктер бір-бірінен ара-қашықтығы алыс емес, қорапталынған немесе бір затқа топтастырылған, үздіксіз қозғалыста тізбектеліп орналасқан жеке бөліктік жүктерді тегіс массалық жүк жолымен тасымалдау болып табылады.

Жеке дара жүктер үздіксіз ағын сынды бірінен кейін бірі тізбектесіп орналасады. Бұл жағдайдағы жұмыстық және бос жүріс режимі кезінде машина элементтері бірдей уақытта іске қосылады.

Жеке дара жүктердің негізгі сипаттамасы болып оның ішкі үйкеліс коэффициенті, өртке қауіптілігі, көбіне шаң басу, конвейердің ленталары мен пластиналарының тез арада бүлінуі, транспорт жағдайына төзімділігі аздығы болып табылады.

Өндірістік транспорт аясын ішкі және сыртқы транспорт болып бөлінеді.

Сыртқы транспорт май тасымалдау, жартылай фабрикаттау жұмыстары, дайын өнімді тасымалдау және берілген материалдарды өндіру және дайын өнімдер мен қалдықтарды шығаруға негізделген болып табылады. Сыртқы транспорттың операцияларын орындаушы орталықтар теміржол, автомобильдік транспорттар болып саналады.

Ішкі заводтық транспорт цех аралық және цехтың ішкі жүк тасымалдауы жатады. Цех аралық транспорт өндірістегі түскен жүктерді тарату, цехтарда, қоймаларда жартылай фабрикаттау, өндірістегі дайын өнім мен қалдық өнімдерді тасымалдауға арналған. Цех аралық транспорттың ортасын таңдау оның яғни өндірістің масштабына байланысты болады. Заманауи өндірісте цехаралық қарым-қатынас ондағы үздіксіз жұмыс жасайтын транспорттық машиналар-конвейер арқылы ауыр жүк тасымалдарымен өлшемін табуда.

Ішкі цехаралық транспорт цехтың ішіндегі жүктерді өндірістің технологиялық процесс бойынша бөлімдерге, ішкі қоймаларға, жеке агрегаттар мен жұмыс орындарына таратуға негізделген.

Қазірде заманауи өндіріс кешендерінде бір-бірімен технологиялық байланыс және өндірістік жалғыз жүйе қалыптасқан. Қызмет көрсетуші органның дұрыстығы, цех аралық, цех ішіндегі транспорттың міндеттелген шарт бойынша үздіксіз жұмыс жасауы, өндіріс орнындағы организацияның рациональдығы.

Үздіксіз транспорттық машиналар заманауи үлгідегі өндірістік буынды құралдарға жауап беретін маңызды, көп жұмыс орындары қазірде талап ететін құрылғылар қатарына жатады. Сондықтан да транспорттық машиналар сенімді, ұзақ жұмыс жасайтын, эксплуатацияға төзімді және автоматты режимде жұмыс жасауы жоғары болуы қажет.

Конвейер сызықты, дұрысын айтқанда, резервтік емес жүйе қатынасы.

Конвейердің жұмыс сенімділігін анықтау үшін оның жарамдылық мерзіміне дейін қызмет жасауы және эксплуатация кезіндегі жұмысын қадағалау қажет.

Негізгі факторлары, конвейердің жұмыс сенімділігі электр жабдықтардың істен шығуына және конвейерлік сызықтар мен конвейердің басқару жүйесіне әсер етеді.

## **1 Сусымалы заттардың түрлері**

### **1.1 Сусымалы заттар және оның қолданылу аймақтары**

Сусымалы заттар – құрылыстың барлық жерінде қолданылатын жүк болып есептеледі. Негізгі құрылыста сусымалы заттар – тас, құм, қиық тас, гравий. Жалпы. Жалпылай алғанда құрылыста сусымалы заттарға – шатқал және өзен құмы, цемент ізбесті және басқа да құрылыс қиық тастары, қиыршық тас, керамзит және де минералды қоспалар жатады.

Сусымалы заттарға нақты айтсақ: шатқал мен өзен құмдары, цемент, әк және басқа да құрылыс қиыршық тастары, керамзит, түйіршіктелген тыңайту минералдары, тас, шымтезек, топырақтың әр-түрі жатады.

Сусымалы заттар пішініне байланысты бірнеше түрге бөлінеді:

1. Кесектелген;
2. Түйіршектелген;
3. Тозаң түріндегі.

Сусымалы жүктердің құрамы арнайы материалдарды қолданылу аймақтарына байланысты әр-түрлі болады. Сусымалы материалдар құрамына – тығыздық, материал бөлшегінің көлемі, және де сусымалы тығыздық пен ылғалдылық сипаттамалары өте маңызды. Материал бөлшегінің өлшемдері 0,1-ден 10 мм-ге дейін болады, сондықтан да оларды дара жүк ретінде өлшеуге болмайды.

Бұл көрсеткіштерді құрылыс жұмыстарының әр түрінде ескеру қажет.

### **1.2 Сусымалы жүктерді тасымалдау мен қолданылуы**

Сусымалы жүктер көнеден бері құрылыстың әр жерінде қолданысқа ие. Бұл үй тұрғызу, асфальт төсемелерін орнату, және де құрылыс жұмыстарының майда-шүйде жерлерін айтпағанда жоғары сұранысқа ие болып табылады. Әр сусымалы жүктің түріне қозғалмалы тасымалдаушы таңдау қажет. Мысалы, сусымалы жүктерді көп көлемде таситын болсақ оның беткі жағы борт бөлігінен төгіліп кетпеу керек, сондықтан оның бетін брезентпен немесе арнайы қаптауышпен жабу қажет. Сусымалы заттарды автомобиль контейнерлерімен тасымалдауға болмайды. Себебі, сусымалы заттарды тасымалдауды қиындатады және де тиіп-түсіруі оңайға соқпайды. Сондықтан, жеңіл тәсілдерінің бірі ол арнайы контейнерлермен тасымалдау әдісі болып табылады. Бұл жағдайда жүктерді тасымалдау белгіленген нормалар мен ережелер бойынша іске асады.



1 сурет - Құрылыс жұмыстарына арналған сусымалы материалдар

#### Құрылыс құмы.

Құм – бұл кварц құмы мен басқа да минералдан тұратын жұмсақ, бөлшектелуі жеңіл таудың бөлігі. Рудалық емес құрылыс материалы мен барлық құрылыс жұмыстарында қолданылатын, құрамында саз бен тозаң бөлігінің қоспасынан тұратын материал. Бұл материалды декоративті қолдануға болады. Құм бойынан су өткізіп, керексіз бөлшектерді бөгейді,

Құмды пайда болуына байланысты бірнеше түрге болады: теңіз құмы, шатқал құмы, өзен құмы.

Теңіз құмы – бұл қатты минералдардың ұсақ бөлшектерінен құралған жұмсақ материал. Оны шайып шығару әдісі арқылы теңіз, өзен және көлдің түбінен қазып алады. Теңіз құмы басқа құмның түрлеріне балама құм болып табылады, сондықтан өндірістік-жөндеу жұмыстарында кеңінен қолданылады.

Теңіз құмының өлшеміне байланысты үш түрге бөлеміз: сазды, тозаңды, баданадай ірі. Құмның бұл түрі құрылыс материалдарының ең қолайлысы болып табылады, және де құрылыстың әр бағытында кең қолданысқа ие.

Шатқал құмы – шатқалдар мен жыралардан ашық түрде өңделеді. Бұл тазартылмаған күйде қолданылатын құрылыс құмы. Оның құрамында саз бен тозаңның әр-түрлі бөлшектерінің қоспасы мен тастар болады. Бұл құрылыс материалының бағасы қымбат емес, сол себепті көп сұранысқа ие. Осыған байланысты құрылыс объектілерінің салыну сапасы жоғары.

Құрылыс материалына кіретін саз, ерітіндінің құрамындағы құмның тұнып төмен түсуіне бөгет жасайды, және де әктеу жұмыстарында иілімділік қызметін атқарады. Шатқал құмының ірі дәнді түрін жоғары сапалы бетон өндіруде көп жағдайда қолданады.

Өзен құмы – бұл орналасқан жері мен өндіру әдісіне байланысты табиғи материал болып саналады. Оны ежелгі өзен арнасы мен түбінен қазып өңдейді. Басқа құм түрлеріне қарағанда өзен құмы жоғары тазару дәрежесіне

ие, сондықтан мінсіз таза болып келеді және өндіріліп алынғаннан соң қосымша тазартуды қажет етпейді. Өзен құмының құрамына саз бөлігі мен өзге құм қоспалар кірмейді, сол себепті ол құрылыс жұмыстарында әмбебап материал болып табылады. Өзен құмын 3 түрге бөлуге болады: ірі, орташа және ұсақ. Әр-түрлі құрылыс жұмыстарында құрылыс өзен құмы қолданылады. Бірақ, мұндай өндіру материалы көптеген шығындарды қажет етеді, сондықтан өзен құмы құрылыс аймақтарында аз қолданылады. Өзен құмын жаяу жол тастарын, жол жиек, жол және баспана жұмысы үшін, негізгі тірек астын дайындау үшін, қалау және әктеу жұмыстарын жасау үшін ұсынады. Сонымен қатар өзен құмын жақсы ландшафт әрлендірмесін құру барысында қолдануға болады, себебі бұл сапалы және өсімдік үшін керемет тыңайту болып табылады.

### **1.3 Конвейер-үздіксіз жұмыс жасайтын электромехникалық құрылғы**

Конвейер – сусыма, кесекті немесе дара жүктерді үздіксіз тасымалдауға арналған машина. Кейбір таулы жерлерде, өнеркәсіптер мен фабрикаларда, кен өндіру орындарында, құрылыс аумағында кеңінен қолданылады. Конвейер жұмысының маңызды сипаттамасы оның үздіксіз жұмыс істеуінде. Бұл тұжырымның дұрыстығы болып конвейердің өнеркәсіптерде жүктерді белгілі қашықтыққа тасымалдауы болып табылады.

Бұл жүйе құрастырушыдан талап етілген ауыр өнімдердің жиналу процессін жеңілдетті.

Қозғаушы тетігі жоқ тасымалдаушы конвейерге гравитациялық конвейер, инерциялық конвейер, винттік конвейер жатады. Қозғау тетігі бар конвейер жүктерді белгілі аралықта тасымалдау тәсіліне сәйкес таспалы, ленталы, күреуішті, шөмішті, т.б. болып ажыратылады. Жұмыс ерекшелігіне орай конвейер төсемелі және аспалы болып ажыратылады. Төсемелі конвейер орнықты, қозғалмалы (өздігінен орын ауыстыратын және сүйретілмелі) болуы мүмкін. Конвейер тасымалданатын жүк түріне сәйкес те ажыратылады. Элеватор, аспалы шөмішті, бесікті, қорапты, эскалатор, адымдағыш конвейер, т.б., сондай-ақ біріктірілген (мысалы, роликті – таспалы конвейер) конвейерлер өз алдына ерекше топ құрайды. Таспалы конвейер жылжымалы, топтық және дара жүктерді тасымалдауға арналған. Бұл конвейердің жұмыс өнімділігі бірнеше тонна/сағаттан мыңдаған тонна/сағатқа дейін жетеді. Күрекшелі конвейер науадағы немесе құбырдағы жүктерді қалақшалармен жылжытады. Қалақшалар мен науаның немесе құбырдың көлденең қималарының пішіндері ұқсас болады. Бұл конвейер түрінің құрылысы қарапайым және оның науасының кез келген тұсынан жүкті түсіре беруге мүмкіндік бар. Күрекшелі конвейердің жайылмалы беті үйкелістен тез тозады, сондықтан бұл конвейер қиылған және ұнтақталған материалдарды тасымалдауға пайдаланылмайды. Мұның жұмыстық бөлігінің жылдамдығы 0,16 – 1,0 м/с, жұмыс өнімділігі 50 – 350 тонна/сағат. Бұл конвейермен жүкті

100 м-ге дейінгі қашықтықта тасуға болады. Еңбек өнімділігінің жоғарылығы, құрылысының қарапайымдылығы, жұмыс қауіпсіздігі, т.б. сипаттамаларының тиімді болуына байланысты конвейерлер экономиканың барлық салаларында қолданыс тапты.

Конвейер төмендегіше топтастырылады:

Нысанның бағытының тәуелділігіне байланысты:

- көлденең;
- тік;
- қисық.

Жүк түрінің тәуелділігіне байланысты:

- төгілген;
- саналатын.

Орындалатын функциясына байланысты:

- тасымалданатын;
- құрастырылатын.

Конвейердің өзінің орналасуы бойынша:

- жерде тұратын;
- аспалы.

Тарту органына тәуелділік бойынша:

- ленталық;
- шынжырлы;
- аспалы (төмен тартатын).

Тарту органысыз:

- гравитациялық;
- инерциялық;
- бұрандалы.

Конвейердің әртүрлі құрылымы:

Бұрандалы конвейер науадан тұрады және оған Архимед бұрандасы орнатылған, сусымалы заттарда қолданылады.



2 сурет – Сусымалы заттар тасымалдайтын ленталы конвейер

Аспалы конвейер науадан және аспадан тұрады, металдық дискпен жабылған, науанын ішінде қозғалатын материал (мысалы, тас көмір) болады. Тербелмелі конвейер кіші нысандарда тербелмелі немесе сырғымалы жоғары иілгіш тербелмелерде қолданылады.

Шөмішті конвейер, конвейердің жүк тасымалдайтын органы шөміштер болып табылады, көтеру өсі орталық нүктесінен өтеді, бұл оларға қозғалуға ықпал етеді; құйылма материалдың (көмірдің, шағылдың, қоқыстың, клинкердің) тасуы үшін шөміштер саңылаулармен аражабынмен бекиді. Ленталы конвейердің жүктасымалдаушы органы ленталар болып табылады шынжырлы Ленталы екі конвейер арасында өзіндік ленталар мен арнаулы пластик немесе тоты шыкпайтын күрмеулер құрама қатарлас күрмеулерден құралады.

Пневматикалық конвейер. Конвейер, ауаның ағынымен қамтамасыз етіліп тұратын тұрбадан тұрады және басқа орынға ауыстыруға ыңғайлы, қабырғаларға тығыз жабысып тұратын жабық контейнерлердің, сусымалы материал секілділердің ауа ағындарына байланысты көптеп пайдаланылады.

Роликті конвейер қаңқаға бекітілген роликтен тұрады, кез - келген жағдайда гравитациялық роликті конвейер сынды жеке роликтер де қозғалысқа тура келе алады, барлық қаңқа көлбеумен орналасқан, қазірде ірі қатты объекттер үшін қолданылып жатыр. Кескіш конвейер науадан тұрады және қозғалмалы материал бойынша, әдеттегідей жылжығыш, сақиналық бекітіліп жатқан кесетін шынжыр болады, конвейердің аяғында жүк түсіру секілді қызметті іске асыра алады.

Тіркемелі конвейер қисық сызықтарда жинақтауда және түйіндердің орнын ауыстыру үшін қолданылып жатыр. Монтаж үшін арбаларда, платформаларды жөндеуде тіркемелі конвейер ретінде, жерде тұратын жұмыстарды орындауда олар құрастырушы-дәнекерлегіш жабдықтар ретінде пайдаланылады.

Қазірде конвейерлер құрылымы бойынша бірнеше топқа топтастырылады. Олар бір-бірінен жүктің көлеміне байланысты ерекшеленеді. Осылардың ішінде ленталы тасымалдаушы конвейер жүктердің түріне, тасымалдау ықтималдығына байланысты ленталы конвейер кеңінен пайдаланылады.

#### **1.4 Ленталы конвейер**

Ленталы конвейер - шынжырлы тарту органына бекітілген болаттан жасалған ленталардан тұратын жүк таситын құрылғы.

Қолданылу аймағы:

- таулық массада жүк тасымалдарында;
- жүк тасымалында, ауыр жеке жүктерде, ірі-шақпақ кен орындарында, ыстық агломерация жұмыстарында, әк тас, ыстық пішілген заттарда.

Ленталы конвейерлер технологиялық автомобилдік өндірістерде және көптеген басқа салаларда қолданып жатыр.

Жұмыс жабдықтары:

- пластмасса мата;
- жүріс роликтері;
- тарту органы;
- жетек станциясы.

Артықшылығы:

- бір жағынан лента сияқты конвейермен салыстырғанда, көп жүктерді тиіп жіберудің мүмкіндігі кең;

- құламалы көтерулер мен трасса бойынша жүктерді жіберу қабілеттілігі  $35^{\circ}$ -  $45^{\circ}$  дейін;

- күрделі жүк тасымалы траекториясы бойынша жүктерді жіберудің мүмкіндігі кең;

- Үлкен сенімділік.

Кемшілігі:

- жүктердің қозғалыстары аз жылдамдықта (1,25 м/с дейін);

- басқа шынжырлы конвейерлер сынды;

- конвейердің ұзына бойы массасы үлкен;

- шынжырларда топсалы элементтердің санының көп болуы, олардың күрделілігі және қымбатшылығы;

- жүк тасымалының масса бірлігіне кететін үлкен энергияның шығыны.

Алғаш рет Ленталы конвейер екі жақты жүк тасымалдау конвейерлері, жетекті бу қозғалтқышының еріксіз келуімен Верхнеамурск серіктестік кәсібінде, 1878 жылы Ресейде қолданған еді. Пластинкалы конвейерлер көмір өндіру, жіберу үшін отандық және шетел көмір шахталарында кең қолданыс алды.



3 сурет - Екі жақпен жүк тасымалдайтын конвейерлер



Ленталы конвейердің негізгі құрастырушы бірліктері: пластинкалы мата, жүріс роликтері, тарту органы, айдаушы және керіп кигізілген станциялар. Көлденең қимада тік төртбұрышты болатын маталар, пластиналар немесе трапеция формалы маталар болады; көмірді жіберу үшін пластиналардың жуандығы 3 - 4 мм, үлкен бөлікті тасты тау масса үшін 6 - 8 мм.

Тарту тізбегіне, Ленталы конвейердің тағайындалымы бойынша үш нұсқасы бар:

- 1 - жиналмалы;
- 2 - жинақталмайтын;
- 3 - жинақталмайтын роликті.

Тарту тізбегінің типтері:

- 1 – роликті;
- 2 - тегіс сырғанақты;
- 3 - сырғанақты ребордамен;
- 4 - втулочтық.

Ленталы ТР конвейері: максимал 28° көлбеуде қолданылып жатыр.

Көлденең қалқалармен бекітілген ТРТ типті Ленталы конвейері: 28°-тан артық көлбеуде қолданыс табуда.

Қорапты ТС конвейерлері: 40°-тан артық көлбеуде қолданып жатыр;

Терең иілген ТТР типті конвейерлер: көп емес 60° көлбеуде қолданылып жатыр.

Ұзын пластиналармен жабдықталған ТРЛ конвейерлері: арасында жүк түсіретін жағдай болған кезде, көлденең тасымалдау үшін қолданылып жатыр.

Ленталы КЛ конвейері температурасы 40 градустан жоғары болатын өндірісте қолданылып жатыр, сонымен қатар лента әр түрлі механикалық бұзылуларға тап болған жағдайда пайдаланылады.

КП пластинкалы конвейері ұшып келген жолаушылардың жүктерін тасымалдауға, беруге арналған арнайы Ленталы жылжымалы конвейер. Өзі қара түсті,полиуретанмен үйкеліске шыдамды материалмен жабылған, тұйықталған пластиналармен құрастырылған қозғалатын бет.

Топсалы шынжырлы конвейер. Бұл түрдегі конвейер таралған шынжырлардан және жүк тасуға қолданылатын пластинкалы шынжырлардан тұрады. Ленталы шынжырлар жұлдызшаларда және тегіс роликтерде жұмыс істей алады.Бізге үйреншікті Ленталы шынжырлар ГОСТ 191 - 63 бойынша әзірленіп жатыр. Бұл шынжырлар цапфаларда пластиналардың бекітулер әдісі бойынша айыратын төрт түрде әзірленіп жатыр. Шынжырды бекіту үшін соңында арнайы шеткі буындар қолданып жатыр.

Ленталы агрегат реттелетін басқа автокөлікті түсіру, орын ауыстыру және жүктеу механикаландыру процессін жүзеге асыру үшін әр түрлі профильге, кәсіпорындарда өзі қолданыс табуда. Агрегаттың қозғалатын бөлігі тік төртбұрышты қимадан тұрбалардан тұратын жинамалы рамамен жабдықтаған бұрылысы жоқ және әр түрлі материалдардан бұрыштық пластиналардың тарту қасиетімен бұрылатын доңғалақтармен, тығыз

италиялық электромеханикалық еріксіз келтірумен және екі шынжырмен бекітіліп қапталады.



4 сурет – Құм материалын ленталы конвейер арқылы тасымалдау

Ленталы екішарлы шынжырлармен жеңіл түрдегі конвейерлер (ЕШЖК) автоматтандыру бойынша орталық конструкторлық бюро бойынша игерілген. Бұл конвейерлерде тарту органға сай сапада арнайы Д - 160 екішарлы шынжыр қолданған. Шынжыр пластмасса сырғанақтармен бекітілген металдық шығарып жатыр. Конвейерлер трассаларға және тік көтерулерге, кішкене радиусты бұрылысқа өлшеулі. Иілген ленталы конвейерлер. Бұрылыстармен жүктердің орын ауыстырулары сияқты және тік, көлбеу жағдайындағы төсемелі жолдарға арналған. Бұл түрдегі конвейерлер жақында пайда болды және қазірде қолданылып жатыр, көбінесе көмір тасу көліктерінде.

Тарту элементі. Тарту элементі жонатын конвейерлерде қолданылады, бастапқы түрі, ПВКГ (ГОСТ 588 - 54) түрдегі Ленталық сырғымалы шынжырлары 200, 250, 320 және 400 мм адыммен, жинамалы адыммен 80 мм және (жер асты конвейерлер) кейде арқан дөңгелек қырғыштарда да қолданыс табуда. 99 формасындағы арнайы шынжырлар қолданылып жатыр. Ені 400 мм-ге дейін жонатын тарту элементі әдетте бір шынжырға қызмет көрсетіп жатыр (немесе арқан), ал - екі шынжырда көп кең қырғыштарда болады.

Реттелетін ленталы конвейер.

Түрі : ЛК-650

Конвейердің осы түрі сенімді, үнемді, бағасы да қолайлы.

ЛК-650 типті Ленталы конвейердің техникалық сипаттамасы:

Транспортердің жұмыстық ені: 650 мм;

Конвейердің жұмыстық ұзындығы: 2400 мм;

Жүктемелердің жұмыстық биіктігі: 500 мм.

Ленталы конвейердің қолдану аймағы және құрылымы:

Тарту элементтеріне қимылсыз бекітілген пластиналардан құрастырылған төсеніште жүктердің орнын алмастыруын қамтамасыз ететін конвейерлер Ленталы деп аталады. Бұл конвейерлер күрделі, ауыр және қымбат, ленталы транспортерлер сияқты емес.

Жүктерді кез келген бағытта тасымалдауда оларға зиян келмес үшін лентаны қолдану шектеліп, орнына мықты металдық немесе ағаш төсеніштер пайдаланылуда. Ленталы конвейер (транспортерлер) кескін конструкциясы бойынша классификацияланып және тағайындалып жатыр. Тура трассалармен тік тұйықталған конвейерлер өте кең түрде қолданылып келеді.

Ленталы конвейер өзі үздіксіз әрекет етеді, тірек металдық конструкцияларға таситын құрылым жүрісі бөлік және тарту элементімен құрастырған түрде ұсынылып жатыр. Тарту элементпен сырғанақтармен бағдарлаушы, әдетте екі пластинкалы шынжыр келіп жатыр. Тірек конструкцияда соңғы бекітілген, ал шынжырлар айдаушы және керіп кигізілген жұлдызшаны айналып жатыр.

Шынжырлар редуктор және жалғағыш муфталар арқылы электр қозғалтқыштан, айналмалы жұлдызшалардан айналып өтетін қозғалыс жолын алып жатыр.

Ленталы конвейердің жүріс бөлігі.

Ленталы конвейердің жүріс бөлігі шынжырлардың буындарына қатты нығыздалған төсеніш және кронштейндерден тұрады. Төсеніштің түрі көлбеу болса, максимал бұрыштың бұрылу қасиеттерінің тәуелділігімен таңдалып жатыр.

Ленталы конвейерді таңдау.

ЛК типті ленталы конвейердің қолданылу аймағы: ауыр жүк тасымалдарында, қораппен тасымалданатын жүк түрлерінде және жоғары температуралы материалдарда тік немесе қиғаш жол төсемелерінде қолданылады. ЛК типті ленталы конвейер әртүрлі өндіріс бағытында жекеленген және қапталған жүктерді тасу бағытында, масштабтық қолданысын тапты.



5 сурет – ЛК-650 маркалы ленталы конвейердің сыртқы түрі

1 кесте - Техникалық сипаттамасы

Техникалық сипаттамасы	Өлшемі
Жоғарғы ені,мм	650
Транспортирдің ұзындығы,м (мах)	24
Тарту шынжырының қозғалыс жылдамдығы,м/с	0,15-1,3
Тарту элементі	Ленталы шынжыр
Тарту шынжырының саны,шт	1-2
Қозғалтқыштың қуаты,кВт (мах)	4-11

Ленталы конвейердің секциялары.

Ленталы конвейер бірнеше секцияларға бөлінеді. Секцияның өзі шынжырға бекітілген сырғанақты жолдармен, бағдарлаушылармен, (раманы) металлдықонструкцияны, және пластиналарды ұсынып жатыр.

Секциялар ұзындығы 4...6м. Қазірде профильді (бұрыштан, швеллерден) секциялар әзірленіп жатыр немесе жалға берілуде. Секцияларды болттармен ұстастырады немесе дәнекерлейді. Сырғанақтар үшін бағдарлаушы жолдар бұрыштық профильдерден орындалып жатыр, ал ауыр конвейерлер үшін - швеллерлерден немесе тар жол рельстерімен орындалуда.

### **1.5 Конвейер қондырғыларының жіктелуі, басқару жүйесі мен электр жетектеріне қойылатын талаптар**

Объектілердің тасымалдауына қарай конвейерлер келесі топтарға бөлінеді: жазықтық, вертикалды, еңкіш;

Жүк түріне қарай: үйілме, дара; атқаратын қызметіне қарай: тасымалдағыш, жинастыру деп бөлінеді.

Жұмыс ерекшелігіне орай конвейер: төсемелі, аспалы болып бөлінеді.

Қозғау тетігі бойынша конвейер: таспалы, шынжырлы, канатты (арқанды) болып бөлінеді.

Қозғау тетігі жоқ конвейерге: гравитациялық, инерциялық, винттік жатады. Конвейер тасымалданатын жүк түріне қарай: таспалы, тегіс, кендік, қалталы, беттемелік, шөмішті, бесікті, күреуішті, қырғыш деп ажыратылады.

Винттік конвейер - архимед бұрандасы орналасқан науадан тұрады; сусымалы заттарды тасымалдауға арналған.

Канатты (арқандық) конвейер - науа ішінде түрпілік емес (мысалы, тас көмір) материалды қозғалтатын металл дискілері орналасқан науа мен (сымды

және дөңгелекті) канаттан тұрады.

Тербелмелі конвейер - тербелмелі көлденең бетінде домаламалы және жылжымалы ұсақ объектілерде пайдаланылады.

Шөмішті конвейер - шайқалуға мүмкіндік беріп, асқыш белағашы орта орнында өтетін конвейердің салмақ түсіретін органы ретінде шөміштер болып табылады, өз бетімен шамадан артық тиеу механизмінен қарағанда сусымалы материалдарды тасымалдау үшін (көмір, қоқыс, шағыл, клинкер) шөміштер саңылаусыз қайта жабумен орнатылады.

Пластикалы конвейер - конвейердің салмақ түсіретін органы ретінде пластиналар болып табылады.

Шынжырлы пластикалы конвейер - өзара пластинамен жалғанған қатарлас тізбектерден тұрады.

Пневматикалық конвейер - қабырғаға тығыз іргелес болып, күші ауа ағынымен қамтамасыз етіледі. Сусымалы материал ауа ағыныда сұйық түрінде тасымалданады.

Роликті конвейер - қаңқада бекітілген роликтерден тұрады, жеке роликтер қозғалады, гравитациялық роликті конвейер сияқты тұтас қаңқа еңкіште орналасқан, ірі қатты объектілер үшін пайдаланады.

Қырғыш конвейер - әдетте айналмалы тізбекте бекітілетін және сусымалы материал тасымалданатын науадан тұрады. Жүкті түсіру конвейер соңында және де науа жырығында жүзеге асырылады.

Арбалы конвейер - тасқынды желіде дәнекерленген және құрастырылатын түйіндерді тасымалдау үшін пайдаланылады.

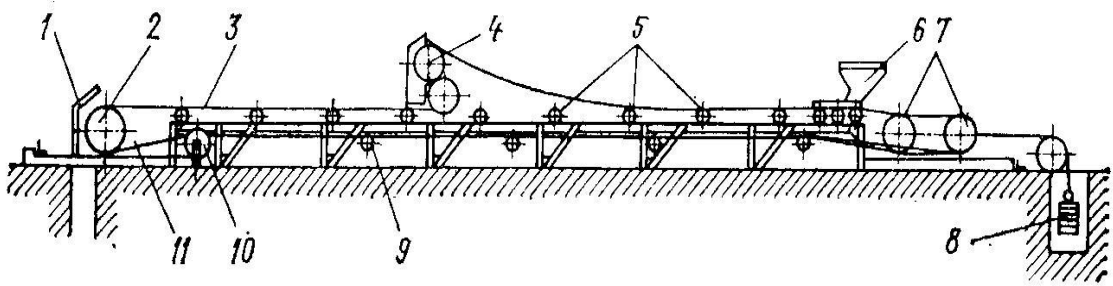
Арбалы конвейердің төсемелі орындалуында монтаждау үшін құрастырылған-дәнекерлеу жабдығында арбалар платформасын пайдалану тиімді болып табылады.

Адымдағыш конвейер - тасқынды желіде дәнекерленген және құрастырылатын түйіндерді тасымалдау үшін пайдаланылады. Арбалы конвейердің төсемелі орындалуында монтаждау үшін құрастырылған-дәнекерлеу жабдығында арбалар платформасын пайдалану тиімді болып табылады.

Таспалы конвейер - агломерациялық фабрикаларда, металлургия зауыттарының домна цехтарында, жылу станцияларында сусымалы жүктерді тасымалдау үшін пайдаланылады.

Тұрақтанған режимде электржетегі ұзақ жұмыс жасауды қамтамасыз етеді және желінің номиналды жылдамдығында қамтамасыздандырады. Динамикалық жүктемелерді азайтуы, барабан мен таспаның, тасымалданатын жүк пен таспаның сенімді тіркелуі мақсатында конвейер қондырғыларының электр жетегі әсіресе зор ұзындығы жағдайында тербеліс динамикалық жүктемелерді жоюға міндетті.

Ұзақ мерзім ішінде ауыспалы жүктемемен жұмыс жасайтын магистралды конвейерлер үшін конвейердің жүк тасымалдаушы тарауының тұрақты үнемі жүктемесін қамтамасыз ету үшін тасқындық орган жылдамдығын реттеу тиімді деп саналады.



1 – тасымалдау воронкасы; 2 – барабанның жетегі; 3 – лентаның жұмыс орамы; 4 – қозғалмалы лақтыру құрылғысы; 5 – лентаның жұмыс орамының ролик тіреуі; 6 – тасымалдау воронкасы; 7 – тартқыш барабаны; 8 – тартқыш құрылғы жүгі; 9 – ролик тірегінің жұмыс орам лентасы; 10 – қабылдама барабаны; 11 – лентаның бос орамы

6 сурет - Ленталы конвейердің сұлбасы

## 2 Технологиялық параметрлерді есептеу

### 2.1 Ленталы конвейердің тартылу күшіне есеп және қозғалтқыш қуатын және типін таңдау

Ленталы конвейерді есептеу әдісі.

Берілген мәліметтер:

$K_3=1,25$ -жетектің қуат коэффициенті;

$V_n=1,3$  – лентаның айналу жылдамдығы, м/с

$h_n=0,6$ -конвейер жетегінің ПӘК.

$L_0=12$ -орталық жетек пен станция арасындағы ара-қашықтық;

$L_{кг}=22,6$ -конвейердің көлденең проекциясының ұзындығы, м;

$L_{кл}=23,6$ -конвейердің лентасының ұзындығы, м;

$V_{лк}=6,5$ -конвейердің көлденең проекциясының ені, м;

$F_{ц}=20$ -тартылу нүктесінің күшейтілуі, Н

$m_r=2$ -төсемнің 1 м ұзындықтағы жүк массасы, кг

$m_0=50$  кг - 1 м ұзындықтағы жүксіз кездегі масса, кг;

$k_{сд}=0,14$ -қозғалыстағы кедергі коэффициенті;

$H=5$ -жүк көтеру биіктігі, м;

$D_6=0,8$  м-барабанның диаметрі;

$i_n=20$ -қабылдаушының беріліс саны;

«Жұлдызша» жетектің тарту күші.

$$F_T=0,205 \cdot F_{ц}+10,5 \cdot m_r(L_0 \cdot k_{сд}+H)+m_0 \cdot k_{сд}(11,55 \cdot L_{кг}+10,5 \cdot L_0), Н; \quad (2.1)$$

$$F_T=0,205 \cdot 20+10,5 \cdot 2(12 \cdot 0,14+5)+50 \cdot 0,14(11,55 \cdot 22,6+10,5 \cdot 12)=2853,59 Н.$$

Массалық және жеке дара жүктердің өндірілуі

$$(2.2) \quad Q_{\text{жеке}} = 1/\alpha_{\text{жеке}} \cdot N_p \cdot K_H \cdot V_n \quad ;$$

$$Q_M = 1/\alpha_T \cdot m_1 \cdot V_n, \text{ дана және кг/с,}$$

мұндағы  $\alpha_{\text{шт}} = 20$  - жасалу орны мен лента ұзындығының арақашықтығы;

$\alpha_T = 2$  - жүктердің ортасының арақашықтығы, м;

$N_p$  - өндірісте жасалынған лента санының қатары, шт;

$K_H$  - біркелкісіздік коэффициенті, бір. қат.;

$V_n$  - стандартты жылдамдық шкаласы - 1 м/с;

$m_1 = 20$  - бір жүктің массасы, кг.

2 кесте – Электр қозғалтқыштың техникалық параметрлері

Түр Өлшем	$n_0$ , об/мин	$U_{1H}$ , В	$P_{\text{двн}}$ , кВт	Номиналды жүктеме кезінде			$s_K$ , %	$J_{\text{дв}}$ , кг · м <sup>2</sup>
				$s_H$ , %	$\cos \varphi_H$	$\eta_H$ , %		
4A132M 6У3	1000	380	7,5	4	0.77	86,5	10.0	7
$m_{\text{II}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{M_H}$	$m_K = \frac{M_{\text{макс}}}{M_H}$	$m_M = \frac{M_{\text{мин}}}{M_H}$	$k_{i\text{дв}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_H}$	Қорғау дәрежесі				
2	2.2	1,6	7,0	IP54				

3 кесте – Электр қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері

$X'_{\mu}$ , о.е.	$R'_1$ , о.е.	$X'_1$ , о.е.	$R''_2$ , о.е.	$X''_2$ , о.е.
2,1	0,06	0.11	0.11	0.14

Келісілген қабылдау бойынша  $N_p = 1$ .

$$K_H = 0,8 \dots 1,0,$$

$$Q_{\text{шт}} = 1/20 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,045 \text{ кг/с,}$$

$$Q_M = 1/2 \cdot 20 \cdot 1 = 10 \text{ кг/с.}$$

Электр қозғалтқыштың есептік қуаты, кВт

$$P_{\text{коз}} = K_3 \cdot F_T \cdot V_n \cdot 10^{-3} / \eta_n \quad ; \quad (2.3)$$

$$P_{\text{коз}} = 1,25 \cdot 2853,59 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / 0,6 = 6 \text{ кВт.}$$

Жетекті асинхронды қозғалтқыштың синхронды жылдамдығын анықтау

$$n_c = \frac{60 \cdot V_n \cdot i_n}{\pi \cdot D_\sigma} ; \quad (2.4)$$

$$n_c = \frac{60 \cdot 1 \cdot 20}{3,14 \cdot 0,8} = 480 \text{ айн/мин.}$$

Анықтама бойынша мына қозғалтқышты аламыз 4А132М6У3 номиналды қуаты  $P_n = 7,5 \text{ кВт}$ .  $7,5 \text{ кВт} \geq 6 \text{ кВт}$  шартты орындайды.

## 2.2 Электрқозғалтқыштың есептік параметрлерін есептеу

Қозғалтқыштың синхронды айналу бұрыштық жиілігі

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,66 \text{ рад/с} . \quad (2.5)$$

Қозғалтқыштың номиналды айналу жиілігі

$$\omega_{н.к\text{оз}} = (1 - S_n) \cdot \omega_0 = (1 - 0,04) \cdot 104,66 = 100,47 \text{ рад/с} . \quad (2.6)$$

Қозғалтқыштың номиналды моменті

$$M_{н.к\text{оз}} = \frac{P_{\text{двн}}}{\omega_{\text{двн}}} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{100,47} = 74,64 , \text{ Н*м} . \quad (2.7)$$

Номиналды фазалық кернеу және статордың номиналды фазалық және желілік тогы.

$$U_{1\text{фн}} = \frac{U_{1\text{лн}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220, \text{ В} ; \quad (2.8)$$

$$I_{\text{фн}} = I_{\text{лн}} = \frac{P_{н.к\text{оз}}}{3 \cdot U_{1\text{фн}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_n} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{3 \cdot 220 \cdot 0,77 \cdot 0,86} = 17 , \text{ А}$$

Қозғалтқыштың тікелей қосқанда максимал тұтынатын тогы

$$I_{1\text{макс}} = k_{i_{к\text{оз}}} \cdot I_{1\text{лн}} = 7 \cdot 17 = 119 , \text{ А} \quad (2.9)$$



Қозғалтқыштың шектік моментінің мәні

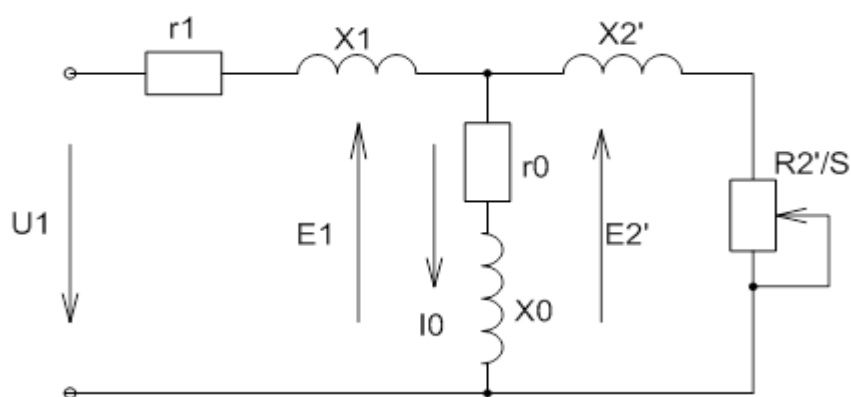
$$M_{\text{коз.ш}} = m_{\text{к}} \cdot M_{\text{коз}} = 2,2 \cdot 74,64 = 164,21 \text{ Нм} \quad (2.10)$$

Қозғалтқыштың іске қосу моменті

$$M_{\text{коз.қосу}} = m_{\text{н}} \cdot M_{\text{коз}} = 2 \cdot 74,64 = 149,28 \text{ Нм.} \quad (2.11)$$

### 2.3 Электр қозғалтқыштың Т-тәрізді балама орынбасу сұлбасының есептік параметрлері

Айнымалы тоқ қозғалтқыштарымен электр жетектерді құрғанда электр жетекті басқару жүйесін жобалау жән баптауға, сонымен қатар асинхронды электр жетектегі өтпелі процестерді модельдеуге қажетті асинхронды қозғалтқыштың параметрлерін анықтау мәселесімен жиі қақтығысады. АҚ (асинхронды қозғалтқыш) тың параметрлерін анықтаудың мүмкін болған нұсқаларының бірі электрлік машинаның конструктивтік параметрлерін пайдалану әдісі болып табылады, бірақ ол кемшілікке ие, бұл әзірлеушілерге электр жетектің осы параметрлері әрқашан жетімді еместігінде және бұдан басқа, есептеудің сәйкес әдістемелерімен қоюдың қажеттілігінде. Асинхронды қозғалтқыштың электр механикалық және механикалық сипаттамаларын есептеу үшін жалпы жағдайда ауыстырудың әртүрлі схемаларымен ұсынылатын математикалық үлгіден пайдалану керек. Асинхронды қозғалтқышты қарапайым әрі ыңғайлы инженерлік есептеу ауыстырудың Т-тәрізді схемасы болып табылады.



7 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы

Т- тәрізді орынбасу сұлбасының есептеу параметрі төменде абсолюттік бірліктерде көрсетілген.

Статор орамдарының активті кедергісі

$$R_1 = R'_1 \cdot \frac{U_{1\phi n}}{I_{1\phi n}} = 0,06 \cdot \frac{220}{17} = 0,776 \text{ Ом} . \quad (2.12)$$

Статор орамдарының шашыранды индуктивті кедергісі

$$X_1 = X'_1 \cdot \frac{U_{1\phi n}}{I_{1\phi n}} = 0,11 \cdot \frac{220}{17} = 1,42 \text{ Ом} . \quad (2.13)$$

Статор орамының шашыранды индуктивтілігі

$$L_1 = \frac{X_1}{2 \cdot \pi \cdot f_{1n}} = \frac{1,42}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,452 \cdot 10^{-3} , \text{ Гн} . \quad (2.14)$$

Статор орамына келтірілген ротордың орамының активті кедергісі

$$R'_2 = R''_2 \cdot \frac{U_{1\phi n}}{I_{1\phi n}} = 0,11 \cdot \frac{220}{17} = 1,42 , \text{ Ом} . \quad (2.15)$$

Статор орамына келтірілген ротордың орамының шашыранды индуктивті кедергісі

$$X'_2 = X_2'' \cdot \frac{U_{1\phi n}}{I_{1\phi n}} = 0,14 \cdot \frac{220}{17} = 1,81, \text{ Ом} . \quad (2.16)$$

Шашыранды магнит ағыны әсерінен туындаған ротор орамының келтірілген индуктивтілігі

$$L_2 = \frac{X'_2}{2 \cdot \pi \cdot f_{1n}} = \frac{1,81}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,57 \cdot 10^{-3} , \text{ Гн} . \quad (2.17)$$

Номинал режим кезіндегі қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі

$$X_{\text{кн}} = X_1 + X'_2 = 1,42 + 1,81 = 3,23, \text{ Ом} . \quad (2.18)$$

Контурдың магниттелу индуктивті кедергісі (бас индуктивті кедергі)

$$X_\mu = X'_\mu \cdot \frac{U_{1\phi n}}{I_{1\phi n}} = 2,1 \cdot \frac{220}{17} = 27,17, \text{ Ом} . \quad (2.19)$$

Статордың тоқтарымен жиынтық әсерінен әуе саңылауында пайда болған магнитті ағынымен түсіндірілетін толық индуктивтілік

$$L_m = \frac{X_\mu}{2 \cdot \pi \cdot f_{1H}} = \frac{27,17}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0.086, \text{ Гн.} \quad (2.20)$$

Электр қозғалтқышының 4A132M6УЗ Т – тәрізді орынбасу сұлбасынан алған параметрлер 4 - кестеде көрсетілген.

4 кесте – 4A132M6УЗ Электр қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері

R1, Ом	X1, Ом	L1, Гн	Xμ, Ом	Lμ, Гн	R'2, Ом	X'2, Ом	L'2, Гн	Xкн, Ом
0.776	1.42	0.452·10 <sup>-3</sup>	27.17	0.086	1.42	1.81	0.57·10 <sup>-3</sup>	3.23

**3 Реттелетін электр жетектің тұйықталмаған жүйесі үшін статикалық сипаттамасын есептеу**

**3.1 Реттелетін электр жетек жүйесінің қозғалтқышының табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу**

Орынбасу сұлбаларының параметрлерін пайдалана отырып, механикалық және электр механикалық сипаттамаларды есептейміз.

Анықталған R<sub>2</sub>', R<sub>1</sub> и X<sub>кн</sub> мәндері бойынша шектік сырғанауды анықтаймыз

$$S_K = \frac{C_1 R_2'}{\pm \sqrt{R_1^2 + X_{кн}^2}} = \frac{1,08 \cdot 1,42}{\sqrt{0,776^2 + 3,23^2}} = 0,46, \quad (3.1)$$

мұндағы

$$C_1 = 1 + (I_0 / (2 \cdot k_i \cdot I_{1H})) = 1 + \frac{19}{2 \cdot 7 \cdot 17} = 1.08 \quad (3.2)$$

Асинхронды қозғалтқыштың бос жүріс тогын келесі формуламен табуға болады

$$I_0(f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_\mu)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,776^2 + (1,42 + 27,17)^2 \cdot (1)^2}} = 7.69, \text{ А,} \quad (3.3)$$

мұндағы  $U_1(f_1) = 220B$  - фазаның кернеуі асинхронды қозғалтқыш статорының орамы  $f_1 = 50$  Гц кезінде;

$\frac{f_1}{f_{1H}} = 1$  - қоректендіруші кернеудің жиілігінің салыстырмалы мәні.

АҚ (асинхронды қозғалтқыш) жиілікті басқарғанда электр механикалық сипаттамасы ротордың келтірілген тогының сырғанауға тәуелділігімен байланысты анықталады

$$I_2'(s, f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + \left(X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_\mu \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}}\right)^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,776 + \frac{1,42}{s}\right)^2 + (3,23 \cdot 1)^2 + \left(\frac{0,776 \cdot 1,42}{s \cdot 27,17 \cdot 1}\right)^2}} \quad (3.4)$$

Сырғанау мәндерін қоя отырып, тоқтың сәйкес мәнін есептеуге болады және  $\omega = \omega_0(1-s)$  формуласының көмегімен бұрыштық жылдамдықтың сәйкес мәнін алуға болады.

Статордың тогына сырғанауға тәуелділігін келесі түрде табуға болады:

$$I_1(s, f_1) = \sqrt{I_0^2(f_1) + I_2'^2(s, f_1) + 2 \cdot I_0(f_1) \cdot I_2'(s, f_1) \cdot \sin \varphi_2(s, f_1)} \quad (3.5)$$

мұндағы

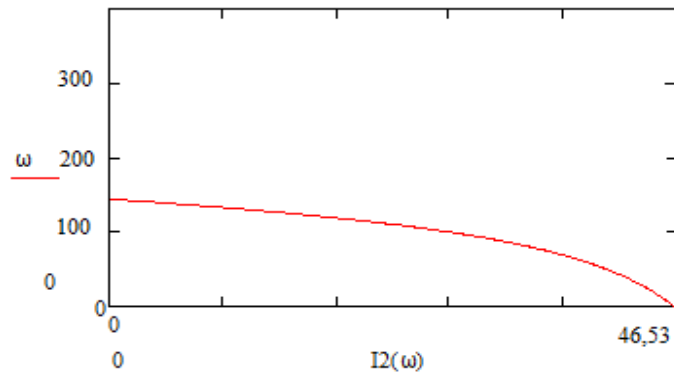
$$\sin \varphi_2(s, f_1) = \frac{X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + \left(X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{3,23 \cdot 1}{\sqrt{\left(0,776 + \frac{1,42}{s}\right)^2 + (3,23 \cdot 1)^2}} \quad (3.6)$$

Нәтижелер 4 кестеде келтірілген.

4 кесте – Есептеудің нәтижелері

S	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
$I_2', A$	14.35	25.84	34.44	40.74	45.36	48.89	51.44	53.65	55.13	56.41
$I_1, A$	17.51	26.73	35.52	41.46	47.12	51.22	52.37	54.82	56.53	57.87

$S = (0 \div 1)$  сырғанауын белгілей отырып 3.1-суретте келтірілген АҚ табиғи электр механикалық сипаттамаларын есептейміз.



8 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи электр механикалық сипаттамасы

Конвейердің механикалық сипаттамасын келесі формуламен есептеуге болады

$$M_c = M_n \cdot 0,05 + M_n \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2. \quad (3.7)$$

Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасын сырғанаудың және кернеудің жиілігінің айнымалы мәндерінде келесі формуламен есептеуге болады

$$M = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2'}{\omega_0 s_j \left[ X_{KH}^2 f_{1*}^2 + \left( R_1 + \frac{R_2'}{s_j} \right)^2 + \left( \frac{R_1 R_2'}{s_j X_{\mu H} f_{1*}} \right)^2 \right]}. \quad (3.8)$$

Қозғалтқыштың қозғалтқыштық режимі кезінде шектік моментін анықтаймыз.

$$M_{kp} = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2 \cdot \omega_0 \left( R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{KH}^2} \right)} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 157 \cdot \left( 0,776 + \sqrt{0,776^2 + 3,23^2} \right)} = 112,85 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.9)$$

мұндағы  $\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{2} = 157 \text{ с}^{-1}$  - синхронды бұрыштық жылдамдық;

$U_{1\phi}$  - асинхронды қозғалтқыштың статорының орамдарының фазалық кернеуі.

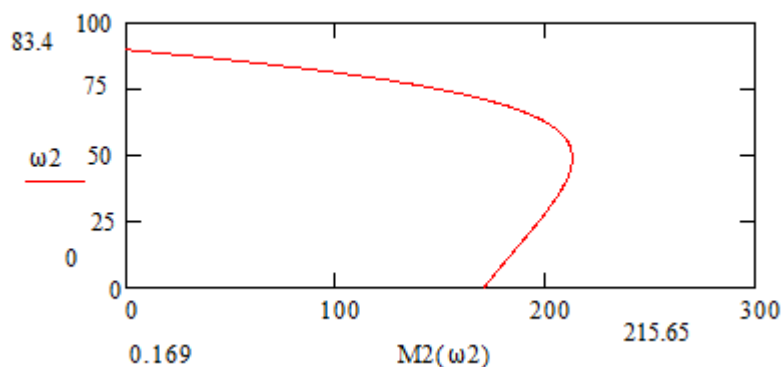
Табиғи механикалық сипаттаманы есептейміз  $M = f(S)$ .

$$M = M_{kp} \cdot \frac{2+q}{\frac{S}{S_{kp}} + \frac{S_{kp}}{S} + q}, \quad (3.10)$$

мұндағы

$$q = \frac{R_1}{R_2} \cdot 2 \cdot S_{kp} = \frac{0.776}{1.42} \cdot 2 \cdot 0.46 = 0,5. \quad (3.11)$$

Сырғанауды 0 ден 1 ге дейін белгілеп,  $M = f(\omega)$  табиғи сипаттамасын құрамыз. Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы сурет 3.2 де көрсетілген.



9 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Табиғи сипаттаманың жұмыс аймағы жоғары қатандыққа ие, оның модулі  $|M| < |M_{НОМ}|$  де дерлік тұрақты, ал  $M_{НОМ} < M < M_K$  де қозғалтқыштың уақытының өсуіне байланысты азаяды және  $\omega = \omega_k$  да нөлге тең болады. Сипаттаманың бұл аймағы  $\omega = 0$  ге дейін қолданылмайды, және осындай қозғалтқыштар үшін осы аймақта сипаттама формасы айтарлықтай мәнге ие емес. Жұмыстың қозғалмалы режиміне  $s = 1$  до  $s = 0$  ге дейінгі сырғанау сай келеді.

### 3.2 Жылдамдықты реттеудің белгіленген диапазоны үшін реттелетін электр жетек жүйесінің жасанды механикалық және электр механикалық сипаттамаларын есептеу

Бірінші басқару заңын таңдаймыз. Конвейердің жылдамдығын реттеу диапазоны жоғары еместігін және осындай кластың механизмдері  $U_1/f_1$  реттеу заңы ретінде іске қосу және максимальды кездердің жоғары еселігін қамтамасыз етуді талап етпейтіндігін ескере отырып,  $U_1/f_1 = \text{const}$  және  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  заңдары қабылдануы мүмкін. Соңғысы жүзеге асыруды күрделі болып табылады, бірақ кернеуді қосымша төмендету есебінен тораптан пайдаланылатын энергияны азайтуға мүмкіндік береді. Вольт-жиілікті сипаттамалардың параметрлерін анықтай отырып, төменгі жиіліктерге

кернеулердің мәндерін сай реттеудің таңдалған заңына қарағанда жоғары қояды.  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  заңын таңдаймыз, өйткені ол едәуір үнемді.

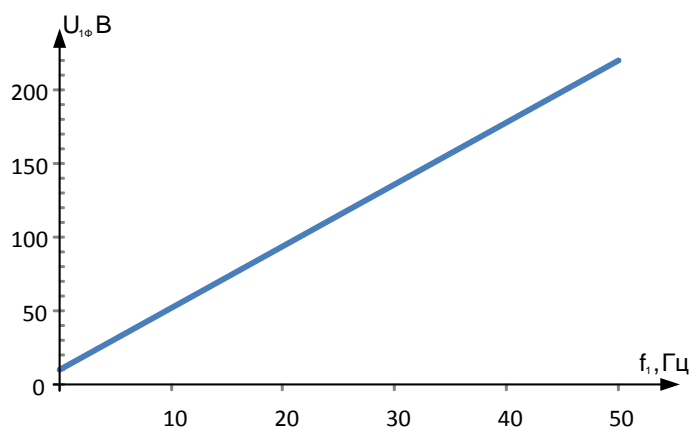
Түрлендіргіштің вольт-жиілікті сипаттамасы  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  реттеу заңында мына формуламен есептелген.

$$U_1(f_1) = U_{1\text{фн}} \cdot \left( \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \right)^2. \quad (3.12)$$

Іске қосу моментің жоғарылату үшін кіші жиіліктерде вольт-жиілік сипаттамасының бастапқы аймағын өзгертеміз, мұндай жағдайда заң мынадай түр алады:

$$U_1(f_1) = 10 + (U_{1\text{фн}} - 10) \cdot \left( \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \right)^2. \quad (3.13)$$

Сипаттама түрі 3.3-суретте көрсетілген.



10 сурет –  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  реттеу заңы кезіндегі түрлендіргіштің вольт-жиілікті сипаттамасы

Жиілік түрлендіргіш - асинхронды қозғалтқыш тұйықталмаған жүйесінің  $U_1/f_1^2 = \text{const}$  реттеу заңында кезінде жиіліктің мәндері 10 нан 50 Гц-ке дейінгі аралықта өзгерген кезде  $\omega(M)$  механикалық сипаттамасы мына формуламен есептеледі:

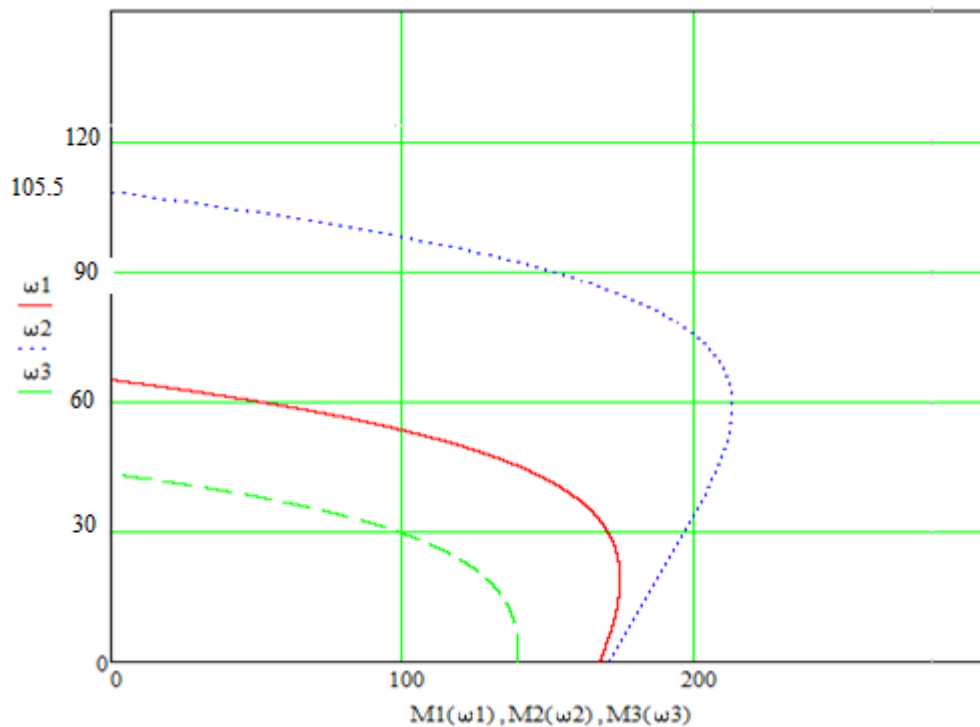
$$M(s, f_1) = \frac{3 \cdot U_1^2(f_1) \cdot R_2'}{\omega_0 \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \cdot s \cdot \left[ \left( X_{\text{кн}} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \right)^2 + \left( R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + \left( \frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_{\mu} \cdot \frac{f_1}{f_{1\text{н}}}} \right)^2 \right]}; \quad (3.14)$$

$$M(s, f_1) = \frac{3 \cdot U_1^2(f_1) \cdot 1,42}{104,66 \cdot \frac{f_1}{50} \cdot s \cdot \left[ \left( 3,23 \cdot \frac{f_1}{50} \right)^2 + \left( 0,776 + \frac{1,42}{s} \right) + \left( \frac{0,776 \cdot 1,42}{s \cdot 27,17 \cdot \frac{f_1}{50}} \right) \right]}; \quad (3.15)$$

мұндағы

$$U_1(f_1) = 10 + (U_{1\text{фн}} - 10) \cdot \left( \frac{f_1}{f_{1\text{н}}} \right)^2 = 10 + (220 - 10) \cdot \left( \frac{f_1}{50} \right)^2$$

Жиіліктері 20Гц, 30Гц, 50Гц болған кездегі тұйықталмаған жүйенің  $\omega(M)$  жасанды механикалық сипаттамалары 3.4 суретте көрсетілген.



11 сурет - Жиіліктері 20Гц, 30Гц, 50Гц болған кездегі тұйықталмаған жүйенің  $\omega(M)$  механикалық сипаттамасы

Жиілік түрлендіргіші – асинхронды қозғалтқыш тұйықталмаған жүйесінің  $\omega(I_1)$  электр механикалық сипаттамалары алдында таңдалған жиілік мәндері бойынша мына формулалармен есептеледі:

$$I_1(s, f_1) = \sqrt{I_0^2(f_1) + I_2^2(s, f_1) + 2 \cdot I_0(f_1) \cdot I_2(s, f_1) \cdot \sin \varphi_2(s, f_1)}; \quad (3.16)$$



$$I_0(f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_\mu)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{U_1(f_1)}{\sqrt{0,776^2 + (1,42 + 3,23)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{50}\right)^2}}. \quad (3.17)$$

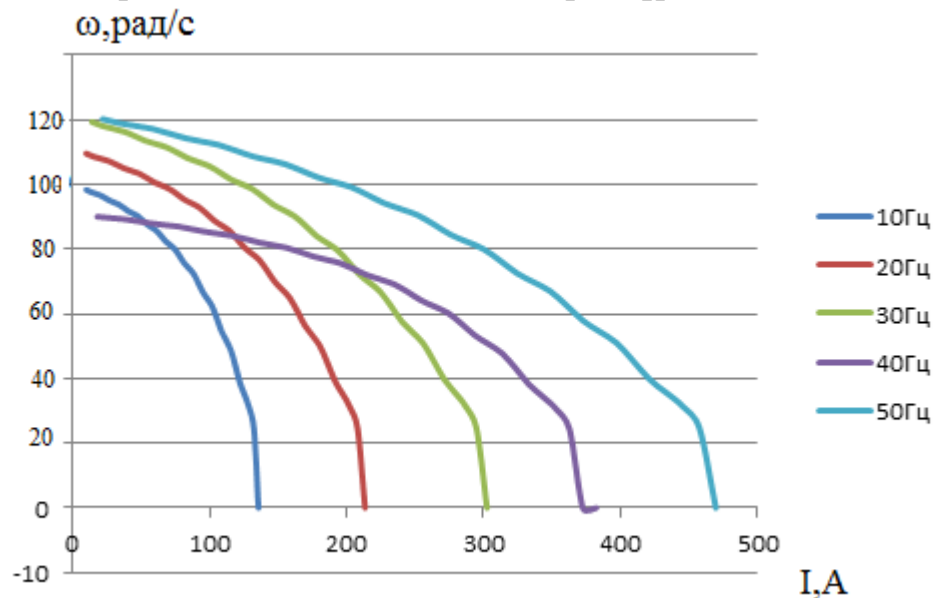
$$I_2'(s, f_1) = \frac{U_1(f_1)}{\pm \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + \left(X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2 + \left(\frac{R_1 \cdot R_2'}{s \cdot X_\mu \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}}\right)^2}} = \frac{220}{\pm \sqrt{\left(0,776 + \frac{1,42}{s}\right)^2 + \left(3,23 \cdot \frac{f_1}{50}\right)^2 + \left(\frac{0,776 \cdot 1,42}{s \cdot 27,17 \cdot \frac{f_1}{50}}\right)^2}}. \quad (3.18)$$

$$\sin \phi_2(s_0, f_1) = \frac{X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{s}\right)^2 + \left(X_{KH} \cdot \frac{f_1}{f_{1H}}\right)^2}} = \frac{3,23 \cdot \frac{f_1}{50}}{\sqrt{\left(0,776 + \frac{1,42}{s}\right)^2 + \left(3,23 \cdot \frac{f_1}{50}\right)^2}}; \quad (3.19)$$

мұндағы

$$U_1(f_1) = 10 + (220 - 10) \cdot \left(\frac{f_1}{50}\right)^2; \quad \omega(s, f_1) = 157,1 \cdot \frac{f_1}{50} \cdot (1 - s). \quad (3.20)$$

Есептеу нәтижесі бойынша 3.5-суретте түрлендіргіш - қозғалтқыш жүйесінің  $\omega(I_1)$  электр механикалық сипаттамалары құрылды.



12 сурет – Скалярлық басқаруда электр қозғалтқыштың электромеханикалық сипаттамалары

### 3.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және параметрлерін есептеу

Жиілік түрлендіргіші (ЖТ) түрлендіргіштің шығысында белгіленген жиіліктің электрлік кернеуін құру есебінен асинхронды электр қозғалтқыштың жылдамдығын байыпты реттеуге қызмет атқарады. Жиілік түрлендіргіші өнеркәсіптік жиіліктің айнымалы тоғын тұрақтыға түрлендіретін түзулегіштен (тұрақты ток көпірі), және тұрақты токты қажетті айнымалы жиілігі мен амплитуданың түрлендіретін инвертордан (түрлендіргіштен) тұрады.

Таңдау мына шартқа сәйкес  $I_{ин} \geq I_{1ин} = 17 \text{ A}$ .

TOSHIBA VFS11 түрлендіргішін тандаймыз өндіруші ЮгПромАвтоматика компаниясы, параметрлері төменде көрсетілген. VF - S11әмбебеп жиілік түрлендіргіш. Қуат диапазоны: 0,4-тен 15 кВт. Қолдану аймағы: станоктар, конвейерлер, миксерлер, насостар мен компрессорларда, крандар. Кіріс кернеуі 500В-қа дейін. Шығыс жиілік диапазоны 0,5-тен 500 Гц-қа дейін.

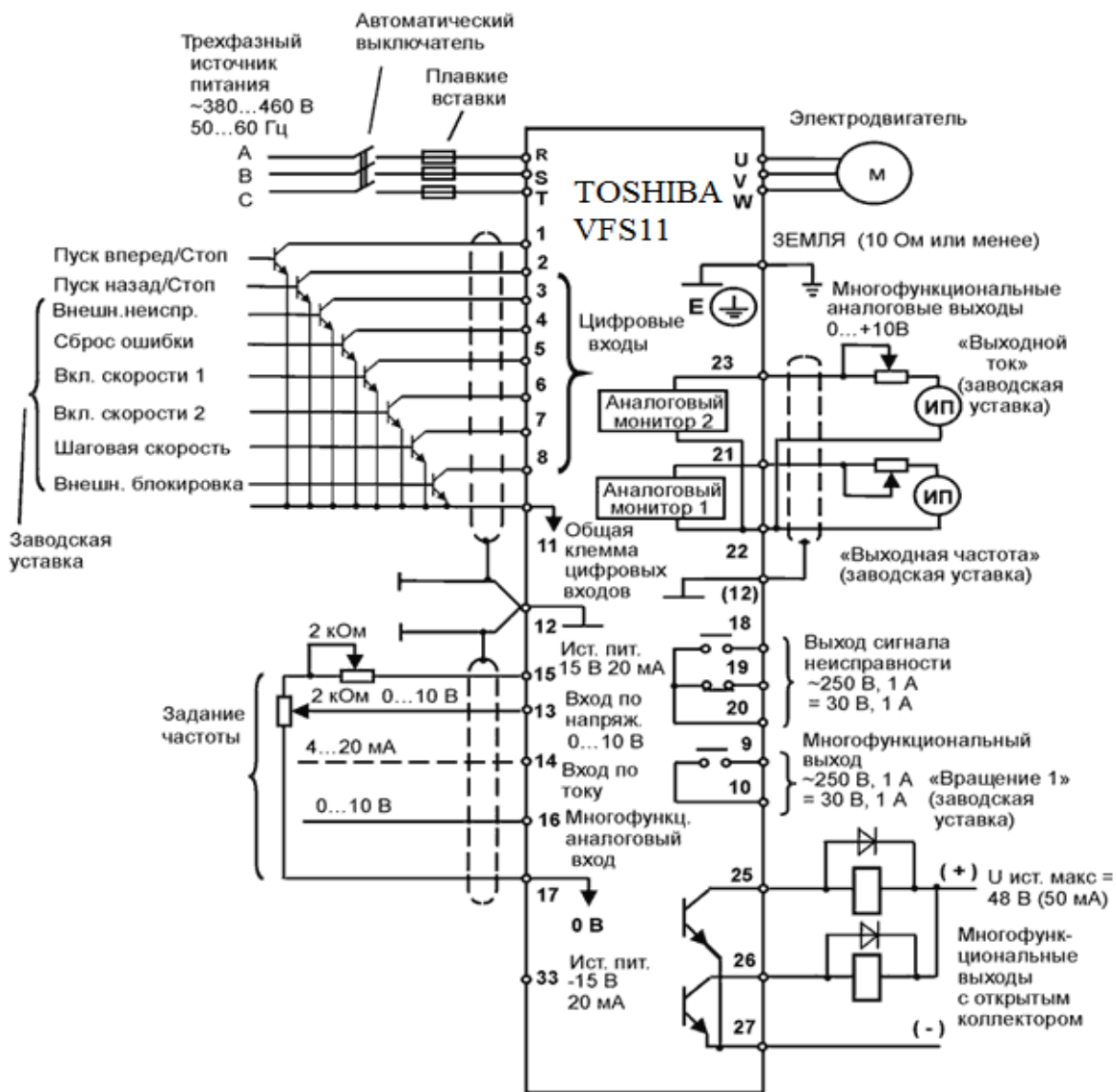
5 кесте – Түрлендіргіш жиілігінің параметрі

Үлгі	Кіріс фазалардың саны	$U_n, \text{В}$	$I_{ин}, \text{А}$	Қозғалтқыштың ұсынылатын қуаты, кВт
TOSHIBA VFS11	3	380 ÷ 460	22	10



13 сурет – TOSHIBA VFS11 түрлендіргіштің сытқы түрі

Жиіліктік түрлендіргіш қосылу сұлбасы 3.7 - суретте көрсетілген.



14 сурет – Жиіліктік түрлендіргіш қосылу сұлбасы

1. Қуатты таңдаймыз

$$P_{p.тп} = \frac{K_z \cdot E_{тп} \cdot I_d}{\eta_{тп}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт.} \quad (3.21)$$

мұндағы  $K_z = 1,1$  – коэффициент қоры;

$\eta_{тп} = 0,95 - 0,97$  – жиілікті түрлендіргіштің ПӘК-і;

$E_{тп} = K_c \cdot K_R \cdot K_o \cdot U_d$  - түрлендіргіштің электр қозғаушы күші;

$K_c = 1,05 - 1,1$  – толық емес тиристордың ашылуын ескеретін

коэффициент;

$U_d$  – орташа түзетілген кернеу;

$K_R = 1,05$  – тиристорлық түрлендіргішке кернеудің түсуін ескеретін коэффициент.

2. Түрлендіргіштің ЭҚК анықтаймыз.

$K_o = 0,9 - 1,1$  – тиристордың суытуын ескеретін коэффициент;

$$E_{тп} = K_c \cdot K_R \cdot K_o \cdot U_d = 1,06 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 380 = 380,64 \quad (3.23)$$

Алынған мәндерді (3.21) формулаға қоямыз

$$P_{р.тп} = \frac{K_s \cdot E_{тп} \cdot I_d}{\eta_{тп}} \cdot 10^{-3} = \frac{1,1 \cdot 380,64 \cdot 22}{0,96} = 9,6 \text{ кВт.}$$

3. Басқарылатын түзеткіштердің параметрлерін анықтау

Түзеткіштердің ара-қатынасының нәтижесінде қабылданған сұлбаға сәйкес есептеу мөлшері анықталады.

$U_{2\phi}$  фазалық кернеуді анықтаймыз.

$$U_{2\phi} = U_d \cdot 1,05 = 380 \cdot 1,05 = 399 \text{ В.} \quad (3.24)$$

мұндағы  $U_{обр.мах}$  – жартылай периодты өткізбейтін вентилдегі кері максимал кернеуін анықтаймыз.

$$U_{обр.мах} = \sqrt{6} \cdot U_{2\phi} = 2,45 \cdot 399 = 977,5 \text{ В.} \quad (3.25)$$

мұндағы  $U_{пр.м.}$  – моменттің ашылу кезіндегі тиристорға тіркелген максималды тура кернеуін анықтаймыз.

$$U_{пр.м.} = \sqrt{6} \cdot U_{2\phi} \cdot \sin \alpha = 2,45 \cdot 399 \cdot 0,5 = 488,8 \text{ В.} \quad (3.26)$$

$I_{в.ор.}$  – вентильдің орташа тоғын анықтаймыз.

$$I_{в.ор.} = I_d / 3 = 22 / 3 = 7,3 \text{ А.} \quad (3.27)$$

$$I_{в} = I_d / \sqrt{3} = 22 / \sqrt{3} = 12,7 \text{ А.} \quad (3.28)$$

**3.4 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштері және динамикалық режимді есептеу, виртуальды моделдегі өтпелі үрдістер**

**3.5 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштерін есептеу**

Номиналды режим

Толық қуат

$$\Delta P_H = P_H \left( \frac{1}{\eta_n} - 1 \right) = 7500 \cdot \left( \frac{1}{0,86} - 1 \right) = 1220,93 \text{ Bm} . \quad (3.1)$$

Қуаттың шығынының айнымалы құраушысы

$$\Delta P_{V.H} = M_H (\omega_0 - \omega_n) \cdot \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 74,64 \cdot (104,66 - 100,47) \cdot \left( 1 + \frac{0,776}{1,42} \right) = 483,65 \text{ Bm} . \quad (3.2)$$

Қуат шығынының тұрақты құраушысы

$$\Delta P_{C.H} = \Delta P_H - \Delta P_{V.H} = 1220,93 - 483,65 = 737,28 \text{ Bm} . \quad (3.3)$$

Қуат шығының коэффициенті

$$a = \frac{\Delta P_{C.H}}{\Delta P_{V.H}} = \frac{737,28}{483,65} = 1,52 . \quad (3.4)$$

Активті қуат

Энергияның пайдалы мөлшері (механикалық жұмыс)

$$A_2 = M_c \cdot \omega_c \cdot t_c = 62,81 \cdot 104,64 \cdot 20 = 1,314 \cdot 10^3 , \quad (3.5)$$

мұндағы  $\omega_c$ ,  $t_c$  – тұрақталған режим кезіндегі бұрыштық жылдамдық және уақыт.

Энергия шығынының тұрақты құраушысы

$$\Delta A_C \approx \Delta P_{CH} \cdot \left( \frac{\omega_c}{\omega_n} \right)^2 \cdot t_c = 737,28 \cdot \left( \frac{104,64}{100,47} \right)^2 \cdot 20 = 15,995 . \quad (3.6)$$

Тұрақталған режим кезіндегі ротордың келтірілген фазалық тогі

$$I_2' = \frac{U_{1\phi}}{\sqrt{\left( R_1 + \frac{R_2'}{S_C} \right)^2 + (X_K)^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left( 0,776 + \frac{1,42}{0,08} \right)^2 + (3,23)^2}} = 11,7 . \quad (3.7)$$

Энергия шығынының айнымалы құраушысы

$$\Delta A_V = 3 \cdot [I_0^2 \cdot R_1 + (I_2')^2 \cdot (\sigma \cdot R_1 + R_2')] \cdot t_c , \quad (3.8)$$

мұндағы  $\sigma$  – түзету коэффициенті.

$$\epsilon = 1 + \frac{2 \cdot I_0 \cdot X_K}{U_1} = 1 + \frac{2 \cdot 20.6 \cdot 3.23}{220} = 1.6 . \quad (3.9)$$

$$\Delta A_V = 3 \cdot [20.6^2 \cdot 0.776 + 11.7^2 \cdot (1.6 \cdot 0.776 + 0.08) \cdot 20] = 5.68 \cdot 10^3 .$$

Желіден тұтынылатын қуат

$$A_1 = A_2 + \Delta A_C + \Delta A_V = 131.4 \cdot 10^3 + 15.995 \cdot 10^3 + 5.68 \cdot 10^3 = 2.56 \cdot 10^5 . \quad (3.10)$$

Реактивті қуат

Бір цикл ішінде реактивті қуаттың тұтынуылуы

$$\sum A_p = \sum_{i=1}^n 3 [I_0^2 \cdot (X_1 + X_\mu) + (I_{2i}')^2 \cdot (X_1 + X_2')] \cdot t_{c,i} ; \quad (3.11)$$

$$\sum A_p = 2,487 \cdot 10^5 B \cdot A ,$$

мұндағы  $n$  – тұрақталған режим саны;

$X_\mu$  – қозғалтқыштың магниттеуші контурдың индуктивті кедергісі;

Электр қозғалтқыштың энергетикалық көрсеткіштері.

Электр қозғалтқыштың энергетикалық (орташа мән) ПӘК.

$$\eta_s = \frac{\sum A_2}{\sum A_1} \cdot 100\% = \frac{8900}{15170} \cdot 100\% = 58,6\% . \quad (3.12)$$

мұндағы  $\sum A_2$  – кезеңдегі пайдалы энергияның жиынтық мөлшері;

$\sum A_1$  – кезеңдегі желіден тұтынылатын толық қуат.

Электр қозғалтқыштың энергетикалық (орта кезеңдегі) қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_3 = \frac{\sum A_1}{\sqrt{(A_1)^2 + (\sum A_p)^2}} = \frac{8900}{\sqrt{8900^2 + 15170^2}} = 0.506 . \quad (3.13)$$

### 3.6 Асинхронды электр жетегін динамикалық режимде есептеу

Электр жетегінің математикалық сипаттамасы және құрылымдық сұлбасын қарастырамыз.

Кез келген конвейердің жұмысын барлауда оның өтпелі процес кезінде жүргізіп жіберу және тоқтауын тексеру қажет.

Өтпелі процесті есептеудің сапасы негізгі тізбектің экстримальды динамикалық ығысуын анықтау сұрағын қосып алуында болып отыр. Конвейерді жүргізіп жіберу немесе тоқтату режимі кезінде пластинканың

қауіпсіздігі үшін немесе жүк тасымалына зиян болмас үшін тез арада пластинканың орны ауысуы қажет немесе тоқтату керек. Яғни конвейер сипаттамасындағы оның төзімділігіне қарау қажет. Басқа тапсырмалар өтпелі процес кезінде жүргізіп жіберу және тоқтау режимдерінде, тізбек контуры бойымен өтетін ток шығынсыз болуын қамтамасыз етеді, есептеу күші экстримальды динамикалық күшейткішпен байланысты, сонымен қатар конвейер жетегінің сипаттамасы бар. Егер жетек қалқу режимінде жұмыс жасауды қамтамасыз етсе, онда құрылғының есептеу күші бәлкім азаятын секілді.

Өтпелі процестің қосылуын есептеу оның қосылу уақытын есептеу және конвейердің тоқтауын есептеу болып табылады. Керексіз динамикалық өзгерістер бола қалса тізбек белгіленген орынға сигнал арқылы хабарлайды, жүргізіп жіберу мен тоқтату кезі көбіне бақылау уақытысы болып табылады, бұл жетектің есептік және фактикалық сипаттамасының бағалануы болып табылады.

Динамикалық электромеханикалық сипаттаманың жүйе теңдеуі мынадай сипатқа ие.

$$\left. \begin{aligned} U_{1\alpha} &= R_1 i_{1\alpha} + d\psi_{1\alpha}/dt - \omega_K \psi_{1\beta}, \\ U_{1\beta} &= R_1 i_{1\beta} + d\psi_{1\beta}/dt + \omega_K \psi_{1\alpha}, \\ U_{2\alpha} &= R_2 i_{2\alpha} + d\psi_{2\alpha}/dt - (\omega_K - \omega_3) \psi_{2\beta}, \\ U_{2\beta} &= R_2 i_{2\beta} + d\psi_{2\beta}/dt + (\omega_K - \omega_3) \psi_{2\alpha}, \end{aligned} \right\} . \quad (3.14)$$

Ротор тізбегіндегі ағын ілінісуі теңдеуі мынадай сипатқа ие .

$$\left. \begin{aligned} \psi_{1\alpha} &= L_1 i_{1\alpha} + L_{12} i_{2\alpha}, \\ \psi_{1\beta} &= L_1 i_{1\beta} + L_{12} i_{2\beta}, \\ \psi_{2\alpha} &= L_2 i_{2\alpha} + L_{12} i_{1\alpha}, \\ \psi_{2\beta} &= L_2 i_{2\beta} + L_{12} i_{1\beta}, \end{aligned} \right\} . \quad (3.15)$$

Екі күрделі теңдеулерді түрлендіріп, динамикалық электромеханикалық сипаттаманың теңдеуін аламыз

$$\left. \begin{aligned} U_{1\alpha} &= (R_1 + pL_1) i_{1\alpha} + pL_{12} i_{2\alpha} - L_1 \omega_K i_{1\beta} - L_{12} \omega_K i_{2\beta}, \\ U_{1\beta} &= (R_1 + pL_1) i_{1\beta} + pL_{12} i_{2\beta} - L_1 \omega_K i_{1\alpha} - L_{12} \omega_K i_{2\alpha}, \\ U_{2\alpha} &= (R_2 + pL_2) i_{2\alpha} + pL_{12} i_{1\alpha} - L_{12} (\omega_K - \omega_3) i_{1\beta} - L_2 (\omega_K - \omega_3) i_{2\beta}, \\ U_{2\beta} &= (R_2 + pL_2) i_{2\beta} + pL_{12} i_{1\beta} - L_{12} (\omega_K - \omega_3) i_{1\alpha} - L_2 (\omega_K - \omega_3) i_{2\alpha}, \end{aligned} \right\} . \quad (3.16)$$

Теңдеу комплексті түрде жазылған, суреттелінген вектордағы  $\alpha$  өсі статор мен ротордың комплексті теңдеулерін қанағаттандыратын бөлік, ал  $\beta$

өсі минимальді болып табылады.

Бұл шарт комплексті түрдегі динамикалық механикалық сипаттаманың теңдеуіне жауап береді.

$$U_1 = R_1 i_1 + d\psi_1/dt + j\omega_K \psi_K; \quad (3.17)$$

$$U_2 = R_2 i_2 + d\psi_{21}/dt + j(\omega_K - \omega_3)\psi_2; \quad (3.18)$$

$$M = P_{\Pi} L_{12} I_M (i_1 - i_2), \quad (3.19)$$

Мұндағы ағын ілінісу векторы статор  $i_1$  мен ротор  $i_2$  токтарының қорытынды векторлары арқылы алынады:

$$\psi_1 = L_1 i_1 + L_{12} i_2; \quad (3.20)$$

$$\psi_2 = L_2 i_2 + L_{12} i_1. \quad (3.21)$$

Динамикалы механикалық сипаттаманың математикалық жазылуы  $\alpha, \beta (\omega_{\text{л}} = 0)$  өстері көмегімен алып,  $U_2 = 0$  қойсақ, онда ротор тізбегіндегі кедергі.

$$\left. \begin{aligned} R'_{2\Sigma} &= R'_2 + R_{\text{Д}2}^3, \\ U_{1\alpha} &= R_1 i_{1\alpha} + d\psi_{1\alpha}/dt, \\ U_{1\beta} &= R_1 i_{1\beta} + d\psi_{1\beta}/dt, \\ 0 &= R'_{2\Sigma} i'_{2\alpha} + d\psi_{2\alpha}/dt + \omega_3 \psi_{2\beta}, \\ 0 &= R'_{2\Sigma} i'_{2\beta} + d\psi_{2\beta}/dt - \omega_3 \psi_{2\alpha}, \\ M &= P_{\Pi} L_{12} I_M (i_{1\beta} i_{2\alpha} - i_{1\alpha} i_{2\beta}), \end{aligned} \right\} \quad (3.22)$$

Бұл түрдегі теңдеу ЭЕМ да сызықсыз жүйені есептеуде қолданылады. Кей жағдайларда асинхронды электр жетектің динамикасы ауытқыған жағдайда, динамикалық процесті қарастырғанда шектелген мәннен асып кеткенде қозғалтқыштың жылдамдығы мен қорытынды ағынның қарастырғанда шектелген мәннен асып кеткенде қарастырылады. Көптеген практикалық жағдайларда динамикалық процеске анализ жасағанда керекті, механикалық сипаттама жұмыс орнының жағдайында алынады. Асинхронды қозғалтқыштың динамикалы механикалық сипаттамасының теңдеуі сызықты жинақталған түрде:

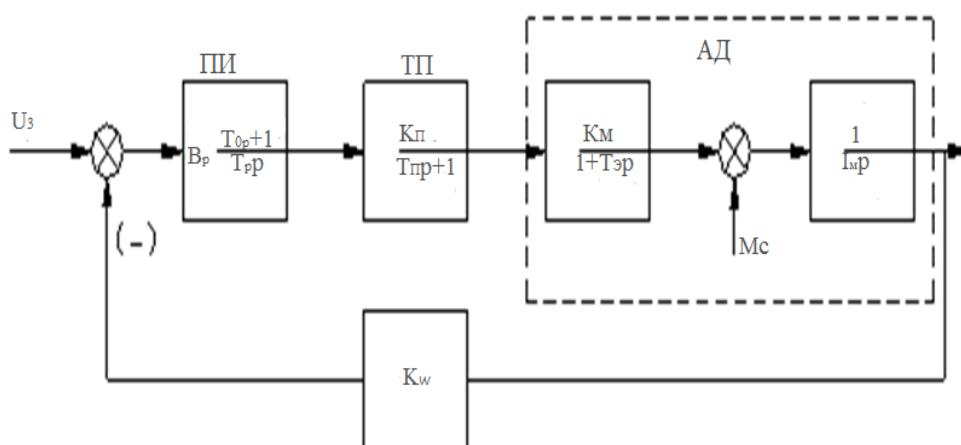
$$(T_3 p + 1) \Delta M = \frac{-2M_K}{\omega_0 S_K} \Delta \omega. \quad (3.23)$$



Динамикалық жүйе теңдеуі қорытынды түрдегі теңдеуді жазуға қолайлы

$$\left(1 + \frac{1}{\omega_0 S_K}\right) M = \frac{2M_K}{\omega_0 S_K} (\omega - \omega_K). \quad (3.24)$$

4.1 - суреттегі кескінде сызықты жүйенің құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



15 сурет - Электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

ПИ - реттегіші реттелген жүйеде түзетілген құрылғы сапасында қолданылады.

ПИ - реттегішіндегі күшейткіш коэффициентін  $\beta_P$  мына формуламен анықтаймыз

$$\beta_P = \frac{T_0}{2T_{\Pi}K_{\Pi}K_M K_{\omega}}, \quad (3.25)$$

мұндағы  $T_{\Pi} = 0,01$  с – уақыт тұрақтысы.

$$K_M = 2M_K / \omega_0 S_K = 2 * 96,85 / 105 * 0.504 = 30,64 \approx 40,$$

мұндағы  $M_K$  - критикалық момент;

$S_K$  - критикалық сырғу.

$$\omega_0 = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 * 3.14 * 50}{3} = 105 \text{ c}^{-1}.$$

$K_{\omega} = 0.001$ - жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті;

$$K_{\Pi} = 40.$$

$$\beta_P = \frac{0.005}{2 \cdot 0.01 \cdot 40 \cdot 40.1 \cdot 0.001} = 1.6 \text{ с};$$

$$T_3 = \frac{1}{\omega_{03} S_K} = \frac{1}{3.14 \cdot 0.193} = 0.02 \text{ с},$$

мұндағы  $T_3$ -электромеханикалық уақыт тұрақтысы.

$$\omega_{03\text{л}} = 2\pi f = 314 \text{ рад.}$$

Асинхронды қозғалтқышты жүргізгенде өтпелі процесті есебін Matlab программасы көмегімен жүргіземіз. 4.1 - суретте Matlab-тың блок - схемасы көрсетілген.

### 3.7 Электр жетектің виртуальды моделін ойлап-күрастыру және өтпелі үрдістерді зерттеу

Электр жетегін модельдеу MatLab бағдарламалық пакетінде орындауға болады. Электржетекті зерттеуде негізгі құралдардың барлығын дерлік жаппай қолдануға мүмкіндік бар.

Өзінің қосымшасымен Simulink пакеті – әртүрлі электрмеханикалық жүйені анықтайтын негізгі құрал. Электр жетегі жүйесін зерттеу барысында, бұл пакетпен анықталмайтын есептер мүлдем жоқ.

Simulink жүйенің математикалық көрсеткішінен бастап және үлгінің құрылымдық жүйесіне микропроцессорларды бағдарлап, зерттелуге әртүрлі мүмкіндік береді. Simulink кітапханасы көзбен шолу нысандарының жиынтығын көрсетеді. Әртүрлі автоматты басқару жүйесін зерттеуге болады. Барлық блоктары үшін параметрлерін қалыпқа келтіру мүмкіндігі бар. Қалыпқа келтіру параметрлері таңдалған блоктың терезесіне көрсетіледі.

Зерттелетін үлгіге мынадай элементтер кіреді:

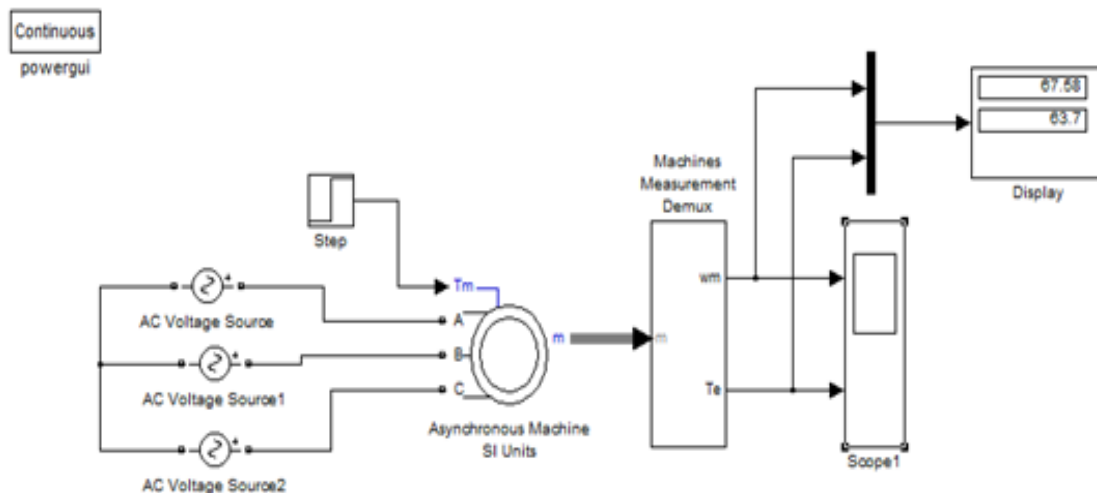
- Asynchronous Machine SI Unit –4A132M6УЗ қозғалтқышына сәйкес келетін асинхронды қозғалтқыш параметрлерінің дайын үлгісі;

- AC Voltage Source синусоидалды кернеуінің номиналды параметрлеріне:  $f=50$  Гц,  $U_m=311$  В;  $U_{\phi}=220$  В,  $U_L=380$  В номиналды мәндерінің үшфазалы кернеу жүйесін өрнектейді.

- Three-Phase V-I Measurement – желідегі тоқ пен кернеуді өлшеу үшін арналған үшфазалы мультиметр.

- Scope түрінің 2 элементі – валдағы момент пен қозғалтқыштың айналу роторындағы жиілік уақытын өзгертуге, сонымен қатар желідегі тоқ пен кернеудің графигін көруге арналған осциллографтың үлгісі.

- Display түрінің 2 элементі – сол параметрлердің орнатылған мәнін тексеруге арналған.
- Step – белгілі момент уақытына қозғалтқыш валының жүктемесін тастауға мүмкіндік беретін элемент.



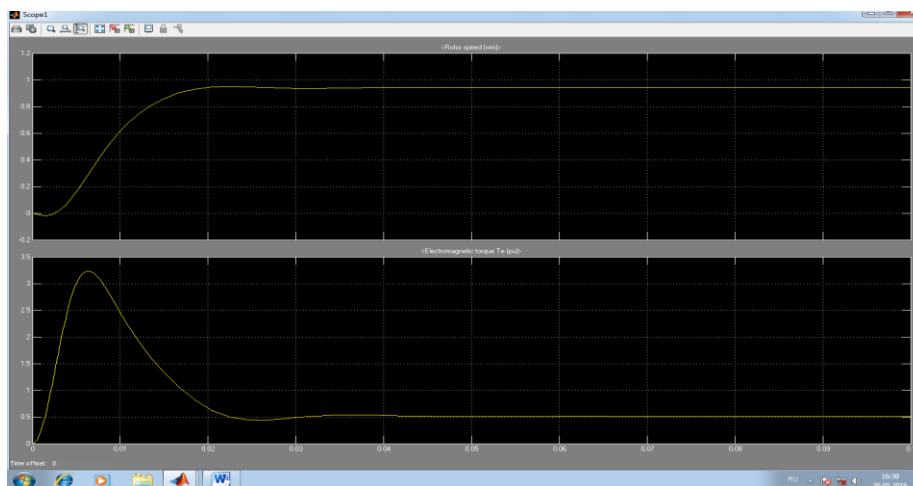
16 сурет - MatLab 6.5 бағдарламалық пакетінде жасалған ЖТ-АҚ жүйесінің виртуальды моделі

Асинхронды қозғалтқыштың жұмысын  $\frac{U}{f} = const$  заңын пайдалана отырып, үш түрлі жиілік үшін ( $f_1=50$  Гц,  $f_2=30$  Гц,) және бос жүріс режимі мен жүктелген режим үшін қарастырамыз.

Сонымен  $f=50$  Гц кезінде  $U_{л}=380$ В;  $f=30$  Гц кезінде  $U_{л}=269$  В;

Қоректендіргіш желінің жиілігі  $f=50$  Гц кезінде және фазалық кернеудің амплитудасы  $U_m= 380$  В болғанда өтпелі үрдістердің  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$  графигі төмендегідей болады (17, 18, 19 суреттер).

Қоректендіргіш желінің жиілігі  $f=30$  Гц кезінде және фазалық кернеудің амплитудасы  $U_m= 269$  В болғанда өтпелі үрдістердің  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$  графигі төмендегідей болады (20, 21, 22 суреттер).



17 сурет -  $M_c=0,5$  Нм тең жүктеме берген кездегі өтпелі үрдіс графигі  
графигі  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=50$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай  
мәндер аламыз:

$$M_c = 0,5 \text{ Нм};$$

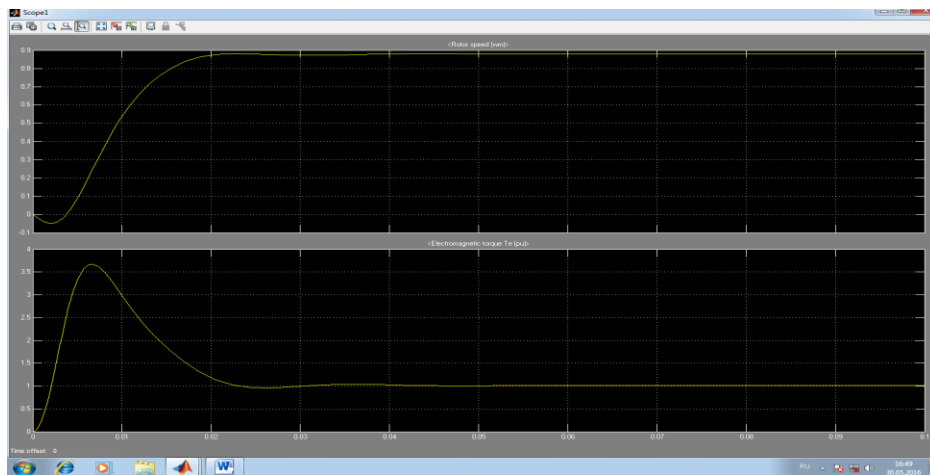
$$\omega_{\text{тұр}} = 96,61 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{ном}} = 37,32 \text{ Нм};$$

$$U = 380 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,1\%;$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t = 0,03$  с.



18 сурет -  $M_c=1$  Нм тең жүктеме берген кездегі өтпелі үрдіс графигі  
 $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=50$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай  
мәндер аламыз:

$$M_c = 1 \text{ Нм};$$

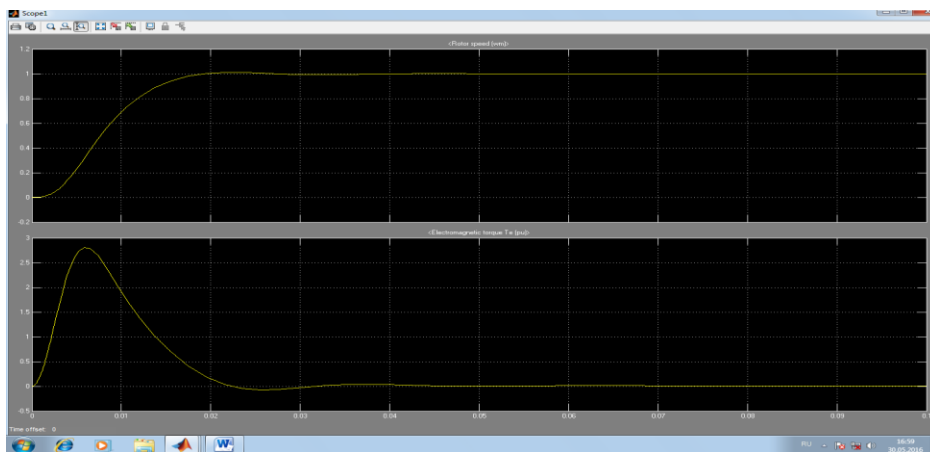
$$\omega_{\text{тұр}} = 88,37 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{ном}} = 74,64 \text{ Нм};$$

$$U = 380 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,07\%;$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t = 0,03$  с.



19 сурет –  $M_c=0$  Нм бос жүріс кезіндегі өтпелі үрдіс графигі  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=50$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай мәндер аламыз:

$$M_c = 0 \text{ Нм};$$

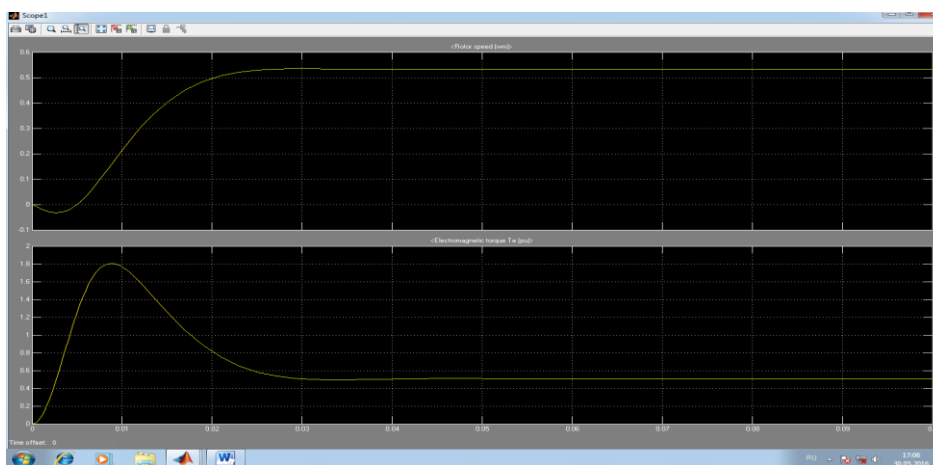
$$\omega_{\text{тұр}} = 100,37 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{ном}} = 0,71 \text{ Нм};$$

$$U = 380 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,2 \text{ \%};$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t=0,04$  с.



20 сурет –  $M_c=0,5$  Нм тең жүктемесіз кездегі өтпелі үрдіс графигі  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=30$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай мәндер аламыз:

$$M_c = 0,5 \text{ Нм};$$

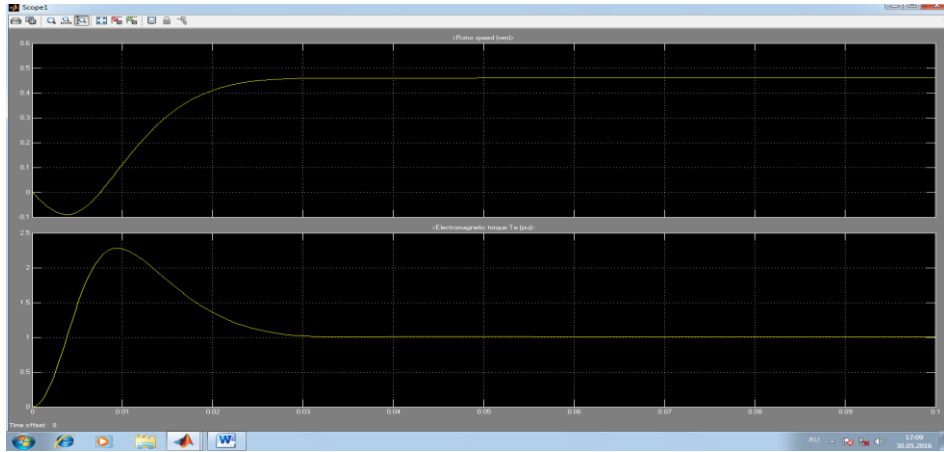
$$\omega_{\text{тұр}} = 57,04 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{ном}} = 37,32 \text{ Нм};$$

$$U = 269 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,08 \text{ \%};$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t=0,025$  с.



21 сурет –  $M_c=1$  Нм тең жүктеме берген кездегі өтпелі үрдіс графигі  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=30$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай мәндер аламыз:

$$M_c = 1 \text{ Нм};$$

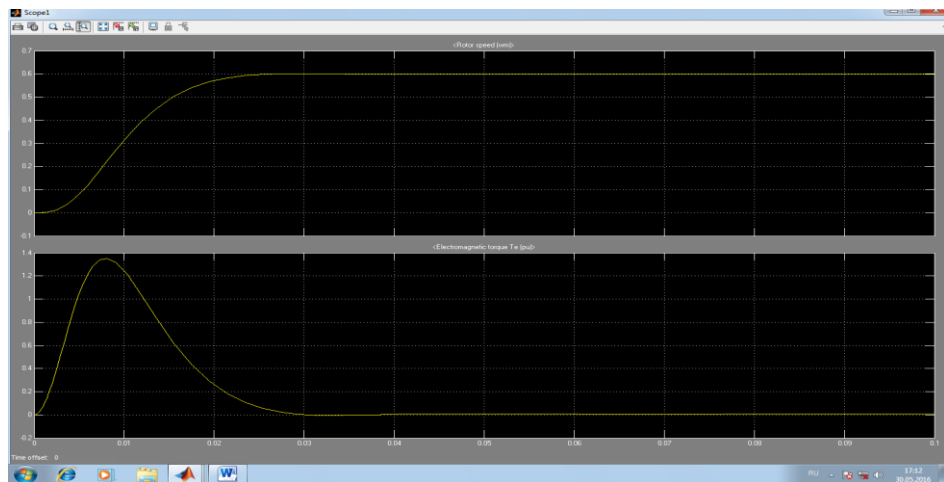
$$\omega_{\text{тұр}} = 46,22 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{НОМ}} = 74,64 \text{ Нм};$$

$$U = 269 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,1 \text{ \%};$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t=0,02$  с.



22 сурет -  $M_c=0$  Нм бос жүріс кезіндегі өтпелі үрдіс графигі  $\omega=f(t)$  және  $M_B=f(t)$ ,  $f=30$  Гц болғанда

Өтпелі үрдіс аяқталғаннан кейін тұрақталған режим үшін мынадай мәндер аламыз:

$$M_c = 0 \text{ Нм};$$

$$\omega_{\text{тұр}} = 60,68 \text{ рад/с};$$

$$M_{\text{НОМ}} = 0,43 \text{ Нм};$$

$$U = 269 \text{ В};$$

$$C_{\text{ө.пр}} = 0,08 \text{ \%};$$

Өтпелі үрдістің ұзақтығы  $t = 0,02$  с.

## **4 Өмір тіршілік қауіпсіздігі негіздері**

### **4.1 Электр қозғалтқышын пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау ережесі**

Қауіпті және зиянды факторлардың потенциалдығын табу үшін еңбек шартын жан-жақты талдау қажет.

Қызметкерлер қабылдаған көзқараста мынандай еңбек жағдайлары болады, олар жұмыскерлердің организміне мүмкін әсер ететін технологиялық және жабдықтарды пайдалану қатынасын ұйғару.

Жұмыскерлердің ағзасына қандайда бір зиянды ықпал жасайтын өндіріс процестерінің нормалы жұмыс істеуіне және өндірісте ең жақсы техника-экономикалық нәтижелеріне жету кезінде үйлесімді еңбек шартын жасау қажет.

Өндірісте ауаның ластануынан ағзаға қауіп тию шарты туу мүмкін. Барлық ластанған ауа ағзаға зиянды ықпал етеді, егер олар ағзаға нормативті мөлшері мен көлемінен көп түссе.

Мынандай заттар зиянды болып келеді:

- адам ағзасымен байланыста болған кезде өндіріс зақымын тудыруы мүмкін;

- кәсіби сырқат немесе қандайда бір жағдайлардан ауру; жұмыс барысы кезінде және де басқа кәсіби еңбек мансаптарындағы медициналық анализдарден табылатын аурулар; Шаң дегеніміз жұмыскердің денсаулығына зиянды ықпал ететін жіңішке дисперсиялы аэрозоль. Адам ағзасына шаң ұзақ әсер еткен кезде шаң бөлшектері тыныс жүйесіне түсіп, пневмоканиоз деп аталатын ауыр емделетін ауру туғыза отырып, өкпеге қауіпті өзгертулер әкеледі.

Электр қозғалтқыштардың саны цехта көп болады, қандайда бір дұрыс пайдаланбау электр тогының зақымдалуына әкеліп тигізеді. Электрлік

зақымдар сымның бір ұшы жерге қосылмағанда және жабдықтардың жөндеуге келмейтін кезінде болуы мүмкін.

Басқада өндірістегі зиянды факторларға шуыл мен дірілдеу кіреді, олардың ұзақ уақытқы әсері, жұмыскерлердің жұмыс қабілеттілігінің төмендеуіне әкеледі. Олар адам ағзасына бірте-бірте әсер етеді және көпке дейін зақымданғандарын адамдар сезбейді.

Ұзақ уақытқы шуылдың адам ағзасына әсері жартылай немесе толық естуді жоғалтуға әкеледі, ал орталық жүйке жүйесіне әсер еткеннен даңғырлақ ауруына әкеледі. Адам жұмыс барысында неғұрлым ой еңбегін қатты сезінсе, соғұрлым зиянды шуыл әсер етеді.

## **4.2 Өрт қауіпсіздігі**

Кез келген өнеркәсіпте, өндірісте өрт қауіпсіздігі басты мәселелердің бірі болып саналады. Сондықтан өрт сөндіру және оны болдырмау шаралары қазіргі кезде өзекті мәселе болып табылады.

Өрт – бұл адамның өмірі мен денсаулығына, қоғам мен мемлекетке зиянын тигізетін, қоршаған ортаға үлкен материалдық зақым келтіретін, қоршаған ортадағы заттардың бақылаусыз жануы.

Ең күрделі, зиян тигізетін өрттер өртке қауіпті объектілерде және басқа да зақымдау факторлары (жарылыс, улы заттардың жиналуы т.б.) бар объектілерде болады. Сонымен бірге, адамдар көп шоғырланған жерлерде де өрт шығу қаупі бар. Дүние жүзінде 1 жылдың ішінде 5 миллионнан көп өрт болады. Он мың адам оттың салдарынан қаза болады. Өрт үлкен материалды шығындарды қажет етеді. Өрттің себептерін социалдық жағы нақты қадағалайды. Өндірістердің өрт қауіпсіздігі өрт болдырмау системасымен қамтамасыз етілуі керек. Өртті болдырмау системасы мен өрт қауіпсіздігі өрттің қауіпті факторлары адамдарға әсерін тигізбейтіндігін қамтамасыз ету қажет. Адамдарға әсер ететін өрттің қауіпті факторлары мыналар, ашық от және от ұшқын, ауа температурасының көбеюі, газ қышқылының концентрациясының төмендеуі, қондырғылардың, ғимараттардың зақымдануы және қирауы, түтін.

Әр нақты объектілерде өртті болдырмау системасы жасалу керек (ғимарат және қондырғыларда, транспорттарда, материалдарды сақтайтын ашық жерлерде).

Өндірістерде өрт және жарылыстар технологиялық режимдердің бұзылуынан, электр қондырғылардың дұрыс қолданбаудан, найзағай разрядтарынан т.б. жағдайларға байланысты зерттеулер көрсетті.

Өрт – бұл арнайы жасалмаған, материалдық шығындарымен қатарласып жүретін, кейде адам өлімі болуы мүмкін, бақылана алмайтын ошақ көзі.



### 4.3 Өрт факторлары

Өрт салдары зақымдау факторларының әрекеттеріне байланысты болады. Оларға жататындар:

- жанғыш заттың отқа тікелей әсері;
- сәулелер есебінен жоғары температуралы заттар мен объектілерге қашықтықтық әсері;
- жану зонасында иісті газбен улану;
- жану кезіндегі токсинді өнімдерден улану;
- құрылыстардың конструктивті бөліктерінің бұзылып құлауынан адамдардың жарақат алуы немесе қаза болуы.

Өрттің адам ағзасына әсер ететін қауіпті факторлары

- ашық от және ұшқындар;
- ауа мен заттардың жоғарғы температурасы;
- жанудың улы заттары;
- түтін оттегінің төмен концентрациясы;
- үйдің құлауы және жарылыстары.

Жану бұл – жанғыш затпен тотықтандырғыш арасындағы тотығу және қалпына келетін реакциялар барысында болатын процесс. Газдар, металлдар және әр түрлі көміртекті заттар жанғыш зат бола алады. Хлор, йод, фтор, бром, және ауадағы өттегі әдетте тотықтандырғыш болып табылады.

Жанғыш зат және тотықтандырғыш қосылып жанғыш қоспа – біртекті (газ+ газ) немесе біртекті емес үстіндегі қабаты ( сұйықтық + газ, қатты зат+газ) болатын заттарды құрайды.

Жанудың екі түрі бар:

- а) диффуздық – тотықтандырғыштың жанатын затпен диффузиялық уақыт жылдамдығы;
- б) кинетикалық – тотықтандырғышпен жанғыш зат арасындағы жану жылдамдығы.

Жарылыс бұл тұйық кеңістікте болатын кинетикалық жану. Жану механизмі жылулық (жанғыш заттың қызуына байланысты) және тізбектік (жанған заттың нәтижесінде жанғыш заттың пайда болуы) болады. Өрттің жану жылдамдығына байланысты:

- а) дефлаграциондық жану - өрттің таратылу жылдамдығы 1м/с;
- б) детонациялық – 1-10 м/с-тан астам;
- в) жарылып жанатын – 10 м/с.

Өздігінен жану - жану көзі болмаған жағдайда, жанғыш затпен тотықтандырғыш арасындағы шек концентрациясы.

Жану процесстері дегеніміз көп мөлшерде жылу шығу және жарық сәуле бөлінуі қоса жүретін күрделі физикалық және химиялық процесс. Жану процесі пайда болып және даму үшін 3 фазадан тұрады:

- жанғыш;

- тотықтырғыш;
- тұтану көзі.

Жаңғыш зат - оттегімен қосылатын заттарды айтады, кейбір кезде заттардың жануы оттегімен ғана емес басқа да фазамен қосу арқылы болады. Мысалы: хлор, бром, күкірт. Жаңғыш зат қатты, сұйық, газ түрінде кездеседі. Әдетте жану процесі заттың газ күйінде жүргізіледі. Қатты және сұйық заттар жану процесі кезінде физикалық және химиялық реакциялар арқылы жаңғыш затқа айналады. Жаңғыш зат ауада оттегі концентрациясын 12-14 пайыз жоғары болса ғана жанады. Жану процесі басталу үшін тұтану көзінің жылу энергиясы жаңғыш зат тұтану температурасына дейін қыздыра салатындай мөлшерде болуы керек. Тұтану көзіне жалын, ашық от, ұшқын, қызған дене, химиялық реакция жану сәуле энергиясы және найзағай жарқылдануында.

Жаңғыш процессінің түрлері: от, алау, жану, тұтану, өздігінен жану, өздігінен тұтану және жарылу.

От алау деп – жаңғыш зат үстінде пайда болған газдың немесе будың тез жанып кетуін айтады. Заттың үстінде жиналған газ немесе бу жанатын ең төменгі температураны сол заттың талалу температурасы деп атаймыз. От алау температурасы жаңғыш заттардың өрт қауіптілігі жөнінде негізгі көрсеткіш болып есептеледі. Осыған сәйкес барлық жанатын заттар өрт қауіптілігі бойынша екі топқа бөлінеді.

1. тез тұтанғыш сұйық;
2. жаңғыш сұйықтар от алау температурасы.

Жану дегеніміз – тұтандыру көзінің әсерінен туатын жану процесі.

Тұтану дегеніміз жалын пайда болған жану процесі.

Өздігінен жану деп – жаңғыш заттың сыртқы тұтандыру көзісіз пайда болған жану процесін айтады.

- өздігінен тұтану жалын пайда болатын өзінен өзі жану процесі.

Жарылу – жылу және газ заттарын шығарып қирату процесін туғызатын өте тез жану процесін айтады. Жарылғыш заттар газ, бу, шаң түрінде болады. Бұл заттар ауада олардың тек белгілі концентрациясы болғанда ғана жарылады. Жаңғыш сұйық заттардың өрт қауіптілігін анықтайтын факторлардың бірі температуралық шегі болып есептеледі.

Көлемді өрт сөндіру үшін көмірқышқыл газының біріктірілген есептік массасы  $m_d$ . кг мына формуламен анықталады:

$$m_d = k \cdot g_n \cdot V, \quad (4.1)$$

мұндағы  $k = 1,2$  - компенсация коэффициенті;

$g_n = 0,4$  - көмірқышқыл газы құрамының өрт сөндіру шоғырлануының нормативті массасы, бөлменің толуын ескереміз  $0,27 \text{ кг/м}^3$  уақытпен 30 с, және  $0,4 \text{ кг/м}^3$  бөлменің толуы 60 с-қа тең;

$V$  = қорғалу бөлмесінің көлемі.

$$V=A \cdot B \cdot H. \quad (4.2)$$

мұндағы  $A = 8$  м - бөлменің ұзындығы;

$B = 6$  м - бөлменің ені;

$H = 2.5$  м - бөлменің биіктігі;

$$V=8 \cdot 6 \cdot 2,5=120 \text{ м}^3.$$

$$m_d=1,2 \cdot 0,4 \cdot 120=58 \text{ кг}.$$

6 кесте – Көмірқышқыл құрамының шығындарын ескермегендегі компенсация коэффициенті

Бөлме	Коэффициент белгісі $k_6$
Есік пен терезе бар жағдайда	1,13-1,25
Терезе болмаған жағдайда	1,07-1,15

Құбыр желісінің ішкі диаметрі  $d_i$  мм, мына формуламен анықталады:

$$d_i = d_1 \sqrt{\varepsilon} , \quad (4.3)$$

мұндағы  $d_1$  – балонның сифонды трубкасының диаметрі, мм;

$\varepsilon$  – балонның бір уақытта сиретілу саны.

$$d_i = 12 \cdot \sqrt{2} = 17 \text{ мм}.$$

Құбыр желісінің эквивалентті ұзындығы мына формуламен анықталады:

$$l_2 = k_1 \cdot l , \quad (4.4)$$

мұндағы  $k_1 = 1,2$  – компенсациясы ретінде жергілікті шығындары ескерілмейтін құбыр желісінің ұзындығын үлкейтетін коэффициент;

$l = 35$  м – жоба бойыншы құбыр желісінің ұзындығы, м.

Бұдан:

$$l_2 = 1,2 \cdot 35 = 42 \text{ м}$$

7 кесте - Компенсациясы ретінде жергілікті шығындары ескерілмейтін құбыр желісінің ұзындығын үлкейтетін коэффициент

Магистральді құбыр желісінің өту ұзындығы, мм	Коэффициент белгісі $k_7$
35-ке дейін	1,2
35-50 аралығында	11
50-ге дейін	1,05

Суландырғыштан шығатын тесіктің көлденең қимасының формуласы:

$$A_3 = \frac{S}{\varepsilon_1}, \quad (4.5)$$

мұндағы  $S$  = құбыр желісінің көлденең қимасы, мм<sup>2</sup>;  
 $\varepsilon_1$  = суландырғыштардың саны.

$$A_3 = \frac{3,14 \cdot 8,5^2}{3} = 76 \text{ мм}^2.$$

Құбыр желісінің диаметрі 35 мм-ден жоғары кезде шығындар келесі жолмен анықталады:

1. Берілген құбыр желісінің ұзындығы бойынша диаметрі 35 мм құбыр желісі үшін шығынды  $Q$ , кг/с табамыз.
2. Көмірқышқыл-салқындатқыштың үлестік шығынын анықтаймыз  $q$ ,

$$q = \frac{q}{9,62},$$

(4.6)

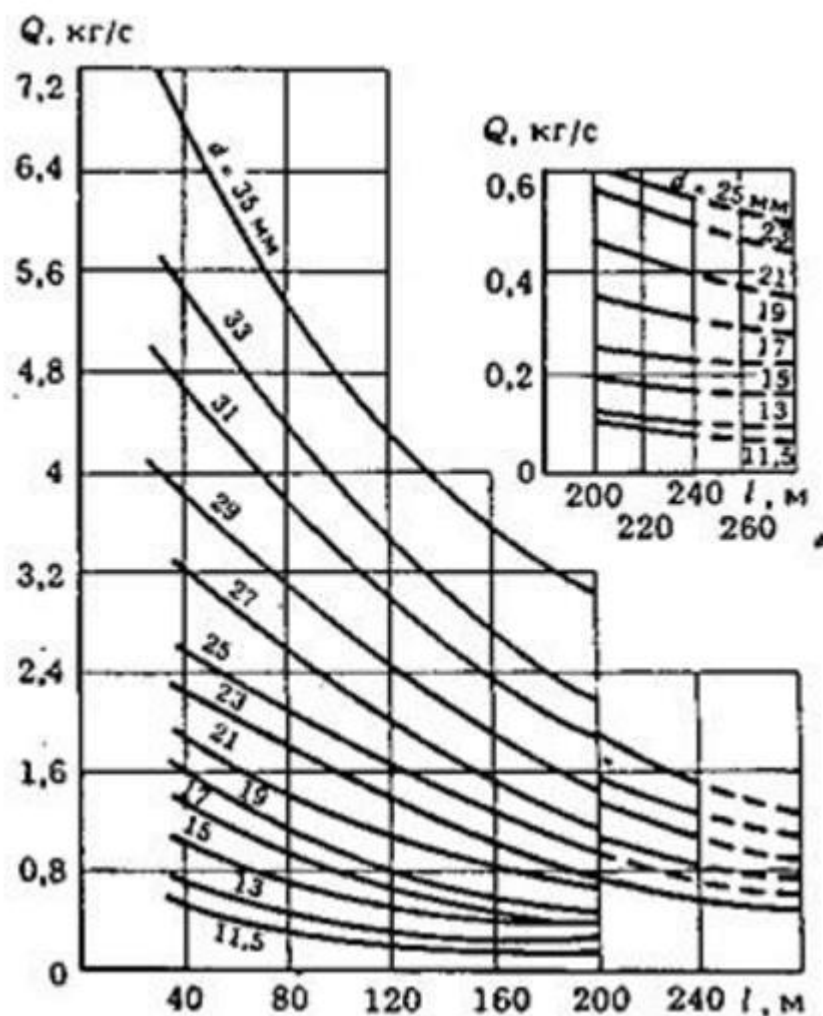
3. Көмірқышқыл-салқындатқыштың кеткен шығынын табамыз  $Q$ , кг/с:

$$Q = Sq, \quad (4.7)$$

мұндағы  $S = 0,785 d^2$  құбыр желісінің көлденең қимасының ауданы см<sup>2</sup>;

( $d$  – құбыр желісінің диаметрі, см)

Бұл жағдайда көмірқышқыл-салқындатқыштың құрамының шығынын график бойынша анықтаймыз, осыдан эквиваленттік ұзындық пен құбыр желісінің диаметрінің тәуелділігіне байланысты 1,4 кг/с-ке тең.



23 сурет - Көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының шығынын анықтайтын график Q

Көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының есептік уақытың берілісі:

$$t = \frac{m_d}{60 \cdot Q}, \quad (4.8)$$

мұндағы  $m_d$  - Көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының есептік массасы, кг/с.

$Q$  - Көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының шығыны

$$t = \frac{58}{60 \cdot 1,4} = 0,7 \text{ мин.} \quad (4.9)$$

Көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының негізгі қосалқы массасының формуласы:

$$m = 1.1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_2}{k}\right), \quad (4.10)$$

мұндағы  $k_2 = 0,2$ -балон мен құбыр желісінің көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының ескерілетін қалдық коэффициенті

$$m = 1.1 \cdot 58 \cdot \left(1 + \frac{0,2}{1,2}\right) = 75 \text{ кг.}$$

8 кесте – Коэффициент белгісі  $k_2$

Сифонды трубканың диаметрі, мм	Құбыр желісінің ұзындық бойынша коэффициент белгісі $k_8$ , м		
	100-ге дейін	101-ден 200-ге дейін	200-ден аса
10	0,2	0,23	0,25
12	0,2	0,25	0,28

Алынған есептемелерді қорытындыласақ, автоматты өрт сөндіру жүйесінің дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін көмірқышқыл-салқындатқыш құрамының 40 литр сыйғызатаын 3 баллоны қажет, оның 25 кг массасы қоспа және жұмыс қысымы 12,5 МПа.

### 4.3 Электр қауіпсіздігіне есеп жүргізу

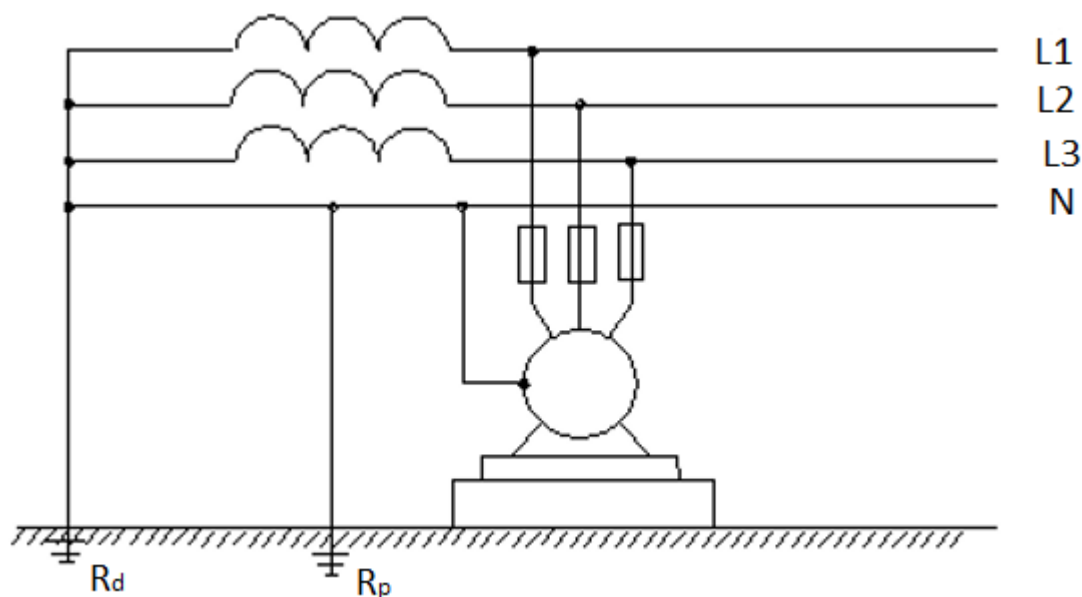
Қорғаныстық жерлендіру қондырғының металдық ток жүретін бөліктерінде кернеу пайда болғанда, электр тогымен жарақаттанудан қорғанудың ең қарапайым және ең тиімді әдісі болып табылады.

Қорғаныстық жерлендіру деп жермен немесе оның баламасымен корпусқа тұйықталуы нәтижесінде кернеулік жағдайда болатын электр қондырғыларының металды ток жүрмейтін бөліктерін арнайы электрлік жалғау аталады.

Электр қондырғысын жерлендіру үшін болаттан жасалған жасанды жерлендіргіштер пайдаланылды.

Есептеулер жерлендіргіш құрылғыны орналастыратын аймақтың ең үлкен меншікті кедергісіне ие жерді (топырақ) геологиялық іздеу нәтижесі бойынша жүргізіледі.

Кернеуі 1000 В дейінгі жерлендірілген бейтараптамалы электр қондырғылары үшін жерлендіргішті есептеу жерлендіргіш тогының жайылуға рұқсат етілген кедергісінің мәні бойынша жүргізіледі.



24 сурет - Электр қондырғының жерге қосу сұлбасы

Қысқа тұйықталу тогы формула бойынша сымдық желілер арқылы анықталады:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0 + R_i + \frac{z_0}{3}} = \frac{220}{0,058 + 0,097 + 0,09} = 897,9 \text{ А}, \quad (4.11)$$

$\frac{z_0}{3} = 0,009 \text{ Ом}$  - ТМ-1000/10 типті трансформатордың есептік кедергісі ;  
 $R_0, R_i$  - фазалы және нөлдік сымның активті кедергісі ;

$$R_0 = R_\phi \cdot L = 0,38 \cdot 0,15 = 0,058 \text{ Ом}, \quad (4.12)$$

$R_\phi = 0,38 \text{ Ом/км}$  – фазалық сым үшін кедергісі ;  
 $L = 150 \cdot 10^{-3} \text{ км}$  - фазалы және нөлдік сымның ұзындығы ;

$$R_i = R_n \cdot L = 0,65 \cdot 0,15 = 0,097 \text{ Ом}, \quad (4.13)$$

$R_n = 0,63 \text{ Ом/км}$  – нөлдік сым үшін кедергі

Желідегі фазалық кернеу:

$$U_0 = U_n / 1,73 = 380 / 1,73 = 220 \text{ В}. \quad (4.14)$$

Ток еселігін формула бойынша анықтаймыз:

$$E_0 = I_0 / I_n \geq E_e, \quad (4.15)$$

мұндағы  $E_c = 3$  – рұқсат етілген ток еселігі;  
 $I_n$  - сақтандырғыштың номиналды тогы ПН-2 ( $I_n = 100A$ ).  
Шарттың орындалуы:

$$E_0 = 897,9/100 = 8,97 > 3.$$

Жерге байланысты максималды кернеуді анықтаймыз:

$$U_0 \geq U_c = I_0 \cdot z_1, \quad (4.16)$$

$I_0 = 897,9$  А - біліктегі тұйықталу тогы;  
 $z_1 = R_1 = 0,097$  – нөлдік сым кедергісі;  
 $U_c = 200$  В – адамға сезілу кернеуі 0,1 с уақыт аралығындағы.

$$U_c = 897,9 \cdot 0,097 = 87 \text{ В};$$

Орындалу шарты:

$$87 < 200 \text{ В}.$$

## **5 Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйені енгізудің экономикалық негіздемесі**

Бұл дипломдық жобада жиілікті түрлендіргішті энергия үнемдеу үшін қолдану амалдары қарастырылған. Жиілікті түрлендіргіш ретінде мен TOSHIBA VFS11 0.4-15 кВт етіп таңдадым. Қозғалыстың басты жетегі болып таңдалған асинхронды қозғалтқыш типі 4A132M6У3. Жобаланып отырған электр желісінің базалық жетегімен салыстырғанда мынадай артықшалықтары бар: - энергия қорын үнемдеу;



- істен шығуы азайып, жабдықтың қызмет көрсету мерзімінің артуы;
- желілік механизмдегі динамикалық күштің азаюы.

Нарықтық қатынас жағдайындағы инвестицияның қаржылық-экономикалық тиімділігінің негізгі критерийлері мен көрсеткіштеріне алынады:

а) интегралдық көрсеткіштер:

- таза дисконттық табыс - бұл көрсеткіш есебі төлемердің таза ағымын (таза табыс) дисконттау арқылы жүргізіледі; нысанның инвестициясының қаржылық тиімділік критерийі  $Tt > 0$ , шарты болып табылады, сол жағдайда инвестиция табыстылығы дисконттаудың орташа нормативтік (немесе капиталдың орташа құны) өлшемінен асады.

- табыстылықтың ішкі нормасы - дисконттау нормаларының мәндерімен анықталады, яғни таза дисконттық табыс нөлге теңесуін анықтайды; жобаланып отырған нысанның инвестициясының тиімділік критерийі табыстылықтың ішкі нормаларының дисконттау нормативінің орташа өлшемінен асу шарты болып табылады.

б) жай көрсеткіштер:

- пайданың жай нормасы – инвестиция рентабельдігінің жай нормасы; есептеу өлшемдерінің табыстың минимал немесе орташа деңгейімен (құнды қағаздар, депозиттік жинақтар бойынша) салыстыру осы жобаны әрі қарай дамытудың мақсаттылығын сараптауға мүмкіндік ашады

- салынатын капиталдың өзін-өзі ақтауының жай мерзімі белгілі бір мерзімде таза табыстың инвестицияны жабады, нысанның өзіне жұмыс істеу мерзімін анықтайды, яғни алынатын таза пайда көлемі бастапқы инвестициялаған капиталдың қайту мерзімі ретінде есептеледі.

Критерийлер жүйесі мынадай ерекшеліктерімен сипатталады:

- жүйеге бағалаудың бірнеше әдістері енеді. Әрбір жоба бағалаудың барлық әдістері бойынша бағаланады;

- инвестициялар мен қаржылық ағым инвестициялық жоба мерзімі мен оның жүзеге асу орнына сай болуы қажет;

- қаржылық көрсеткіштер салыстырмалығы қажет:

а) инфляцияда;

б) түрлі мерзімді инвестициялауда және инвестициялық жобаның жүзеге асыру кезеңдегі қаржылық ағым пайда болғанда.

Инвестиция тәжірибесінде қаржылық ағымдар таза шығын немесе таза кіріс түрінде болады.

Таза шығын – түрлі табыс көзінен түрлі шығындардың асып кетуі, " - ". Таза кіріс – түрлі табыс көзінің түрлі шығындардан асып кетуі, " + ". Тиімділік әдетте бастапқыда немесе инвестициялық жобаның бірінші

жылында базаланады. Инвестициялар мен қаржы ағымының өлшемдері жылдық өлшемдер ретінде қарастырылады.

Конвейер қондырғысының автоматтандырылған электр жетегінің жүйесін таңдап, салыстырмалы түрде қазіргі қолданылатын электр қозғалтқышты, жобалатын электр қозғалтқыш пен талдау анализ жүргіземіз.

Экономикалық баға ең төменгі шығыстарға негізделіп жатыр: бастапқы шығындар, электр энергиясына кететін шығындарға, жөндеу және қолдану кезіндегі шығындар. Конвейер қондырғысының электр жетегінің жүйесінің салыстырмалы мәліметтері кесте де берілген.

9 кесте - Салыстырылатын жүйе мәліметтері

Конвейер қондырғысының мәліметі	Базалық нұсқа	Жобаланатын нұсқа
Конвейердің саны	2	2
Қуаты Жетек Қозғалтқышының түрі	110 кВт, АД-КЗР	7.5 кВт, АД-КЗР
Жиілік түрлендіргіші	N750B700H типті	TOSHIBA VFS11 типті

Амортизациялық және қаржы шығындары

Капиталды қаржы жұмсауды есептейміз. Капиталды қаржы жұмсауды мына формула бойынша есептейміз:

$$K = K_{э. д.} + K_{п. ч.} + K_{у. а.} \quad (5.1)$$

мұндағы,  $K_{э. к.}$  — электрқозғалтқыштың құны;

$K_{ж. т.}$  — жиілік түрлендіргіштің құны;

$K_{а. к.}$  — автоматика құрылғыларының құны;

$K_{б.к.}$  — басқа қондырғылардың құны.

Конвейер қондырғысының күрделі қаржы жұмсаудың есебі, базалық нұсқадағы (реттелмейтін электр жетегі) және жобалатын нұсқадағы («ЖТ-АҚ жүйесінің электр жетектің жылдамдығы реттелетін») күрделі қаржы жұмсауды салыстыруды кесте түрінде көрсетеміз.

10 кесте - Конвейер қондырғысының базалық және жобаланатын нұсқа үшін капиталды қаржы жұмсаудың есебінің салыстыруы

	Базалық нұсқа	Жобалатын нұсқа

Атауы	Баға мың. теңге	Құны мың . теңге	Баға мың. теңге	Құны мың. теңге
Электрқозғалтқыш	137500	275000	137500	275000
Жиілік түрлендіргіш	412500	412500	61000	61000
Автоматика құрылғылары(ПК)	142000	142000	81000	81000
Басқа қондырғылар (дроссел және т.б.)	-	55000	-	27500
Жалпы қосындысы	884500		444500	

Жиілікті түрлендіргіштерді электр жетек құрамында қолдану кезінде электр энергиясының шығынын 50-60% ға дейін үнемдеуге болады.

Негізгі болімде есептеулер нәтижесінде таңдалған FDU-48-500 маркалы жиілікті түрлендіргішінің төлқұжатты мәліметтерінде көрсетілгендей электр энергиясының жылдық шығынының шамасын 30% ға үнемдеуге болады

Әрбір нұсқа бойынша жылдық амортизациялық шығындар мына формула бойынша анықталады:

$$C_a = \frac{H_a K}{100}, \quad (5.2)$$

мұндағы:  $H_a$  – амортизациялық шығындар нормасы;  $K$  – нұсқаның қаржылық өлшемдегі құны.

12%-ға тең амортизациялық шығынның орташаланған нормасы алынады. Онда амортизациялық шығындар бірінші нұсқа бойынша:

$$C_a = \frac{12 * 884500}{100} = 106140 \text{ теңге};$$

екінші нұсқа бойынша:

$$C_a = \frac{12 * 444500}{100} = 53340 \text{ теңге.}$$

Жұмсалатын электр энергиясының шығыны

Жұмсалатын электр энергиясының шығындары әрбір нұсқа бойынша мына формуламен анықталады:

$$C_3^{\text{б}} = P * T_T * C, \quad (5.3)$$

мұндағы  $P$  – нысанның номинал қуаты, кВт;

$T_T$  – жұмыс мерзімінің тиімділік қоры, сағ.;  $C$  – бір кВт сағ. электр энергиясының құны, теңге/кВт сағ.

Базалық нұсқа үшін номинал қуат 90 кВт, жаңа нұсқа үшін 90 кВт. Екі ауысымда жұмыс істейтін цехы бар екі нұсқа бойынша да мерзімнің тиімділік қоры жылына 5000 сағатты құрайды. Электр энергиясы 16,02 теңгеге тең, (кВт сағ) деп аламыз. Формуланы пайдалана отырып, базалық нұсқа бойынша электр энергиясы шығының анықтаймыз:

$$C_3^b = 90 * 5000 * 16,02 = 7209000 \text{ теңге.}$$

Жиілікті түрлендіргішті қолдану кезіндегі шығының үнемделген шамасы электр энергиясын есептегенде 30% .

$$C_3^b = 90 * 5000 * 16,02 * 0,3 = 2162700 \text{ теңге;}$$

$$C_3 = 7209000 - 2162700 = 5046300 \text{ теңге.}$$

Жиілікті түрлендіргішті қолданғанда келесідей сомма 5046300 теңге үнемделеді.

Асинхронды қозғалтқыш үшін жөндеу циклының жоспарланған ұзақтығы:

$$T_{III} = T_{TAB} \cdot \beta_K \cdot \beta_C, \quad (5.4)$$

мұндағы,  $T_{ТАБЛ.ДВ.}$  – қозғалтқыш үшін жөндеу циклының ұзақтығы,

$T_{ТАБЛ.КОЗ} = 15$  жыл;

$\beta_p$  – қондырғының жұмыс сметасымен анықтау коэффициенті

$\beta_K = 0,65$ ;

$\beta_0$  – қондырғының негізгі категориясына қатысты машинаның жөндеу циклын ескеретін коэффициент  $\beta_C = 0,75$ .

$$T_{жт.ак} = 15 \cdot 0,75 \cdot 0,85 = 7,3 \text{ жыл.}$$

Жиілік түрлендіргіш үшін:

$$T_{III.ПЧ} = T_{ТАБЛ.ПЧ} \cdot \beta_0, \quad (5.5)$$

Энергетикалық қондырғының атқарымы асинхронды қозғалтқыш үшін екі жөндеу жұмыстарының арасы күнтізбелік уақытпен ай түрінде көрсетілген. Жөндеу аралық кезеңінің ұзақтығы:

$$t_{нл} = t_{маб} \cdot \beta_k \cdot \beta_c, \quad (5.6)$$

мұндағы,  $t_{маб} = 12$  ай- жөндеу аралық кезеңнің кестелік шамасы;

$$t_{нл} = 12 \cdot 0,75 \cdot 0,65 = 5,85.$$

Алынған өлшем бойынша бір жыл ішіндегі ағымдағы және капиталды жөндеу жұмыстарының санын есептеуге болады. Капиталды жөндеу жұмыстарының саны келесідей:

$$M_{к.р} = \frac{1}{T_{пл}} = \frac{1}{7,3} = 0,14. \quad (5.7)$$

Бір жылдағы ағымдағы жөндеу жұмыстары сәйкесінше анықталады:

$$M_{а.р.коз} = 1,6 = 2. \quad (5.8)$$

Бір жылға тапсырылған жөндеу жұмыстар саны, сонымен қатар еңбек сыйымдылығының тапсырылған нормасы бойынша жылдық жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығы анықталады. Электр машинаның жылдық еңбек сыйымдылығы келесі формуламен есептеледі:

$$T_{к.р.ад} = M_{к.р.ад} \cdot H_{к.р.ад} \cdot K_{\omega}, \quad (5.9)$$

мұндағы,  $H_{к.р.ад}$  – қозғалтқыш үшін капиталды жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылық нормасы,

$$H_{к.р.ад} = 12,5 \text{ адам/сағат};$$

$K_{\omega}$  – түзету коэффициенті, электр қозғалтқыштың айналу жиілігін ескеретін,  $K_{п.р} = 1$ ;

$n = 2$  - бір типті машинаның немесе аппараттардың саны, дана.

$$T_{к.р.ад} = 0,14 \cdot 12,5 \cdot 2 = 3,5 \text{ адам/сағат}. \quad (5.10)$$

Ағымдағы жөндеу жұмыстардың сәйкес типі үшін еңбек сыйымдылығын капиталды жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығы секілді анықтаймыз.

$$T_{т.р.ад} = M_{т.р.ад} \cdot H_{т.р.ад} \cdot K_{\omega} = 1,6 \cdot 1,5 \cdot 2 = 4,8 \text{ адам/сағат}. \quad (5.11)$$

Түзету коэффициенттерін ескермегенде, электр жетегінің ағымдық жөндеудің еңбек сыйымдылығын кестеге сәйкес, еңбек сыйымдылығының

техникалық қызмет көрсету 10 % тең деп аламыз.1 жылда электр жетегінің еңбек сыйымдылығының техникалық қызмет көрсетуі мына өрнек арқылы анықталынады:

$$T_{T,O} = 0,1 \cdot 12 \cdot n_{cm} \cdot H_{mp} = 0,1 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 7 = 25,2 \text{ адам/сағат}, \quad (5.12)$$

мұндағы,  $n_{cm} = 3$  – жұмыс ауысымның саны.

Жөндеу және техникалық қызмет көрсетуге кететін уақыттың қосынды шығындары:

$$T = T_{T,P} + T_{KP} + T_{T,O} = 3,5 + 4,8 + 25,2 = 33,5 \text{ адам/сағ}; \quad (5.13)$$

Пайдаланылмалы қондырғының белгілі жылдық еңбек сыйымдылығы, жөндеу жүргізетін жұмысшысының қойылатын тарифтік құнын ескерсек, сонымен қатар сәйкес салығын, осыдан жөндеу жүргізетін жұмысшының бір жылдық еңбек ақысына кететін шығынды анықтауға :

Базалық нұсқа үшін:

$$C_{зп} = C_{TAP} \cdot C_{НАЛ} \cdot T_{\Sigma}, \quad (5.14)$$

мұндағы,  $C_{TAP}$  – жөндеу жүргізетін жұмысшының сағаттық тарифтік құны(4-ші разряд бойынша)  $C_{тар} = 2750$  теңге/сағ;

$C_{НАЛ}$  – еңбек ақы беруге байланысты салықты төлеген кезде шығынды анықтау коэффициенті:

11% - социалды сақтандыруға аударым;

10% - зейнетақы қорына аударым;

25% - сыйақыға аударым;

10% - қосымша жалақы төлеуге аударым.

$T_{\Sigma}$  – пайдаланылмалы қондырғының еңбек сыйымдылық соммасы.

$$C_{зп} = 2750 \cdot (0,11 + 0,10 + 0,25 + 0,1) \cdot 38,2 = 73535 \text{ мың теңге},$$

Атауы және бірлік өлшемі	Белгіленуі	Базалық нұсқа	Жобаланатын нұсқа
Амортизациялық аударымдар, мың тг.	$C_a$	106140	53340
Бір жыл ішінде тұтынылатын электрэнергия.	$\mathcal{E}_Г$	450000	780300

Электрэнергияның құны, мың. тг.	$C_{ээ}$	7209000	2162700
Жөндеу жұмысының жоспарлы ұзақтығы, жыл.	$T_{пл}$	7	7
Жөндеу аралық циклдің жоспарлы ұзақтығы, ай.	$t_{пл}$	4	6
1 жылдағы күрделі жөндеу жұмыстары.	$M_{кр}$	0,2	0,14
1 жылдағы ағымдық жұмыстардың саны.	$M_{тр}$	3	1,6
Күрделі жөндеу жұмыстарының е.сыйымдылығы.	$T_{кр}$	5	3,5
Ағымдық жөндеу жұмыстары е.сыйымдылығы.	$T_{тр}$	8	4,8
Техникалық қызмет көрсету еңбек сыйымдылығы.	$T_{то}$	25,2	25,2
Т.қ.к және жұмыстары-ң жалпы қосындысы.	$T$	38,2	33,5

11 кесте - Базалық нұсқа мен жобаланатын нұсқаның көрсеткіштері

Жөндеу жұмыстары мен қызмет көрсету үшін материал бағасы жөндеу жұмысшыларының негізгі жалақысынан салықты ескермей 100% - ғатең деп аламыз:

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{зп2} = C_{ТАР} \cdot C_{НАЛ} \cdot T_{\Sigma 2}, \quad (5.15)$$

$$C_{зп2} = 2750 \cdot (0,11 + 0,10 + 0,25 + 0,1) \cdot 33,5 = 64487,5 \text{ мың теңге.}$$

Базалық нұсқа үшін:

$$C_{МАТ1} = C_{ТАР} \cdot T_{\Sigma 1} = 2750 \cdot 38,2 = 105050 \text{ мың теңге.} \quad (5.16)$$

Жобаланатын нұсқа үшін:

$$C_{МАТ2} = C_{ТАР} \cdot T_{\Sigma 2} = 2750 \cdot 33,5 = 92125 \text{ мың теңге.} \quad (5.17)$$

Жалпы цехтық шығын салықты ескермей негізгі жалақының 100% деп аламыз:

$$C_{ц1} = C_{МАТ1} = 105050 \text{ мың теңге,} \quad (5.18)$$

$$C_{ц2} = C_{МАТ2} = 92125 \text{ мың теңге.}$$

Жалпы зауыттық шығын салықты ескермей негізгі жалақының 50% деп аламыз:

$$C_{з1} = 0,5 \cdot C_{ц1} = 0,5 \cdot 105050 = 52525 \text{ мың теңге,} \quad (5.19)$$

$$C_{32}=0,5 \cdot C_{12}=0,5 \cdot 92125=46062,5 \text{ мың теңге.}$$

Осылай қондырғының пайдаланылмалы электрлік бөлігінің жылдық шығынын есептеу мен екі нұсқа үшін жылдық пайдаланылмалы шығындарды анықтау үшін керекті өлшемдерді таптық.

$$C_{\text{ЭКСПЛ}}=C_{3.П}+C_{\text{МАТ}}+C_{Ц}+C_3+C_Э+C_A, \quad (5.20)$$

$$C_{\text{ЭКСПЛ1}}=73535+105050+105050+52525+3010478+70760=3417398 \text{ мың теңге,}$$

$$C_{\text{ЭКСПЛ2}}=64487,5+92125+92125+46062,5+2147543+35560=3077903 \text{ мың теңге.}$$

Қабылданған шешімнің экономикалық пайдалылығына талдау жүргізу үшін келтірілген шығын тәсілін қолданамыз:

$$З = E_H \cdot K + C_{\text{ЭКСПЛ}}, \quad (5.21)$$

мұндағы  $E_H = 0,15$  – дамыған мемлекеттер үшін ЮНИД ұсынысына сәйкес.

$$З_1=0,15 \cdot 3417398=5126097 \text{ мың теңге,} \quad (5.22)$$

$$З_2=0,15 \cdot 3077903=4616854 \text{ мың теңге.}$$

Экономикалық тиімділік есептейік:

$$Э=З_1-З_2=5126097-4616854=5092425 \text{ мың теңге.} \quad (5.23)$$

Капиталды салымды салыстыру және талдау ,пайдаланылмалы шығын мен электр энергия шығыны, реттелмейтін электр жетектің кемшілігі электр энергиясының көп көлемін тұтынатынын көрсетеді. Ал реттелетін электр жетегінің негізгі шығыны жиілік түрлендіргіш құны болып табылады. Бірінші жағдайда жөндеу жұмыстарына және қызмет көрсетуге кететін шығындар көп. Экономикалық нәтижеге талдау жүргізіп қорытынды жасауға болады, жиілікті құрылғысы бар электр жетегі экономикалық тиімді.

## 5.1 Техника-экономикалық көрсеткіштері

Конвейер қондырғысының базалық және экономикалық нұсқадағы техника-экономикалық көрсеткіштерін салыстыру үшін кесте құрамыз.



12 кесте - Салыстырылатын жүйелер үшін техника-экономикалық көрсеткіштер

Атауы	Белгіленуі	Базалық нұсқа	Жобаланған Нұсқа
Қозғалтқыштың номиналды қуаты, кВт	$P_n$	110	90
Қозғалтқыштың номиналды ПӘК, %	$\eta_{н.дв.}$	95	92
Түрлендіргіштің номиналды ПӘК, %	$\eta_{н.пр.}$	-	90
Капиталды салым, мың теңге	К	884500	444500
Амортизациялық аударым, мың теңге	$C_a$	70760	35560
Тұтынылған электр энергия бағасы, мың теңге	$C_{\text{э}}$	3010478	2147543
Жөндеу жұмысшыларының жалақысы, мың теңге	$C_{\text{зп}}$	452708,3	77671,4
ЭЖ жөндеуге кететін материалдар құны, мың теңге	$C_{\text{мат}}$	105050	92125
Цехтық шығындар, мың теңге	$C_{\text{ц}}$	105050	92125
Жалпы зауыттық шығындар, мың теңге	$C_{\text{з}}$	52525	46062,5
Жылдық пайдаланылмалы шығындар, мың теңге	$C_{\text{экс}}$	3417398	3077903
Келтірілген шығындар, мың теңге	З	5126097	4616854
Экономикалық тиімділік, мың теңге	Э	5092425	

### Қорытынды

Бұл дипломдық жобада ленталы конвейердің автоматтандырылған электр жетегі қарастырылып, қозғалтқыштың қуаты және типі таңдалды. Оның жасанды механикалық және электромеханикалық сипаттамалары тұрғызылды. Ленталы конвейердің экономикалық тиімді электржетегі ретінде жиілік түрлендіргіш асинхронды қозғалтқыш жүйесі қабылданды. Бұл жетек

үшін жиілік түрлендіргіш таңдалып, оның параметрлері анықталды. Жетектің энергетикалық параметрлері есептелді. Ленталы конвейер электржетегінің математикалық сипаттамасы келтіріліп, оның құрылымдық моделі ойлап құрастырылды. Matlab бағдарламалық пакетінде қозғалтқыштың виртуальды моделі ойлап құрастырылып, жүктелген жағдай мен жүктеме азайған жағдайдағы бұрыштық жылдамдық пен өтпелі процесстер қисықтары алынды. Алынған модельдер мен таңдалған электр жетегі кешендегі конвейердің барлық жұмысын толықтай қанағаттандырды және электр жетек конвейеріне қойылатын талаптарға сай болып табылды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде ленталы конвейердегі электр жетегін пайдалануда техника қауіпсіздігін сақтау шараларына талдау жасалынды, жұмысқа кірісер алдындағы еңбек қорғау шарты мен өрт қауіпсіздігі және электр қауіпсіздігі, жұмыс орнында еңбекті қорғау бойынша микроклимат параметрлеріне талдау жасалынды.

Ал, экономикалық бөлімінде капиталды шығындар, жалақы шығындары, экономикалық тиімділік, электр энергиясына шығыны, амортизациялық аударымдар, экономикалық тиімділік қарастырылды. Яғни кешендегі өнімнің пайда өсімінің бірқалыптылығына көз жеткізілді.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі**

- 1 Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008ж.
- 2 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Еңбекті қорғау. Дәрістер жинағы (050718 – Электр энергетика мамандығы бойынша барлық түрде оқитын студенттер үшін) Алматы: - АЭЖБИ, 2006. – 36 б.
- 3 Б.И. Түзелбаев, А.А. Жақыпов. Сала экономикасы. Бітірушілер жұмысының

экономикалық бөлімін орындауға арналған әдістемлік нұсқаулар (Электр энергетикасы бағыты бойынша оқитын бакалаврлар үшін). – Алматы: АЭЖБУ, 2008.

3 Исаханов М.Ж. И 85 Электр жетегі негіздері: Техникалық мамандық алушы студенттерге арналған//,-Алматы, 2009.- 178 бет.

4 Алексеев С.Б. Силовые преобразовательные устройства: учеб.пособие. – Алматы: АИЭС, 2006.- 90с.- 2 н.а., 2 ч.з.

5 Жумагулов К.К. Трансформаторы: учеб.посо-бие.- Алматы, 2007.- 66с.- 3 н.а., 2 ч.з.

6 Сагитов П.И., Мустафин М.А. Айнамалы ток электр жетегі (айнымалы токтары): оқу құралы. –Алматы, 2008.- 58б.- 3 н.а., 2 ч.з.

7 Сагитов П.И. Электропривод постоянного тока: Учеб.пособие.- 94с.- 3 н.а., 2 ч.з.

8 Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы. - Алматы, 2007.- 80б.- 2 н.а., 1 ч.з.

9 Тетельмин В.В., Язев В.А. Нефтегазовое дело. Полный курс. Учеб. пособие. –Долгопрудный: Интеллект, 2009.-800

10 Иванченко Ф. К. Конструкция и расчёт подъёмно-транспортных машин. - 2-е изд. перераб. и доп. - К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. - 424 с.

11 Соколов М.М., Данилов П.Е. «Асинхронный электропривод с импульсным управлением в цепи ротора» Л: Энергия, 1972 г.

12 Ключев В.И., Терехов В.М. «Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов» Л: Энергия, 1980 г.

13 Елисеев В.А., Шинянский А.В. «Справочник по автоматизированному электроприводу» 15.Вешневский С.Н. «Характеристики двигателя в электроприводе» М: Энергия, 1977 г.

14 Долин П.А. «Основы техники безопасности в электроустановках» М: Энергоатомиздат, 1984 г.

15 Булгаков А.А. «Частотное управления асинхронными двигателями» М: Энергоатомиздат, 1982 г.

16 Шеховцев П.В. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов / М.:ФОРУМ, 2010.-352с.:ил.