

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., профессор Оржанова Ж.К.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
«_____» _____ 2020 ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Жем-шөп ұсақтағыштың электр жетегін жетілдіру
5B071800 - «Электр энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Болат Алпамыс Бауржанұлы ЭАТК-16-4
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Алдибеков Исабай Танирбергенович., т.ғ.д., профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Кеңесшілер:
Техникалық бөлімі бойынша:

_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Экономикалық бөлім бойынша:

Түзелбаев Бақберген Ибадиллаевич, PhD докторы
_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Мусаева Ж.К., б.ғ.к., доцент
_____ (ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«_____» _____ 20__ ж.
(қолы)

Пікір жазушы:

Исаханов Муратбек Жанабатырович, т.ғ.к., ҚазҰАУ профессоры
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
«_____» _____ 20__ ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғ. ДӘУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

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

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Болат Алпамыс Бауржанұлы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Жем-шөп ұсақтағыштың электр жетегін жетілдіру

Ректордың «11» 11 2019 №147 бұйрығы бойынша бекітілген.
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «28» мамыр 2020 ж.

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

Ұсақтағыш қондырғысының техникалық параметрлері:

Түрі - ДУ-11; Қуаты - 11 кВт; Меншікті өнімділік - 2,5 т/сағ;

Синхрондық айналу жылдамдығы - 3000 айн/мин.

Электр қозғалтқышының параметрлері және сипаттамалары

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе
қысқаша мазмұны:

Кіріспе

1. Жемді ұсақтағыштардың технологиялық және конструктивтік ерекшеліктері,
қолданылатын жетектердің түрлері

2. Электржетектің күштік бөлігінің элементтерін таңдау және параметрлер есептеу

3. Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін
есептеу

4. Электржетектің тұйықталған жүйесінің функциональдық және құрылымдық
(структуралық) сұлбасын құру

5. Электр жетектің элементтерінің беріліс функцияларын анықтау

6. MATLAB бағдарламасында электржетектің динамикалық сипаттамаларын анықтау

7. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

8. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде)
тізімі

талатын сызуларды көрсету)

1. ДУ- 11,0 типті әмбебап ұсақтағыштың құрылысы
2. ДУ-11 әмбебап ұсақтағыштың техникалық сипаттамалары
3. Жем ұсақтағыштың электр жетегінің функционалдық сұлбасы
4. Асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы
5. Асинхронды электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары
6. Электр қозғалтқыштың әртүрлі жиіліктегі жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары
7. Жиіліктік түрлендіргіштің желіге қосылу сұлбасы
8. Ұсақтағыштың басқарылатын электр жетегінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы
9. Матлаб бағдарламасындағы электр жетектің виртуальды моделі және өтпелі үрдістердің графигі
11. Тіршілік қауіпсіздігіне қатысты есептеулер нәтижелері
12. Экономикалық есептеулердің нәтижелері

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. –М.: Энергоатомиздат.-2009
2. Браславский И.Я., З.Ш. Ишиматов, В.Н. Поляков. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Под ред. И.Я.Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004
3. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А 90 А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с., ил
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебн. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімшелер	Кеңесші	Мерзімі	Қолы
Негізгі бөлім	Алдибеков И.Т.		
Өмір тіршілік қауіпсіздігі	Мусаева Ж.К.		
Экономикалық бөлім	Тузелбаев Б.И.		

Диплом жұмысын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Дипломдық жұмыс тақырыбы бойынша материалдар жинау және ғылыми әдебиеттермен танысу	18.11.2019	
2.	Жемді ұсақтағыштардың технологиялық және конструктивтік ерекшеліктері,	09.12.2019	

	<i>қолданылатын жетектердің түрлері</i>		
3.	<i>Электржетектің күштік бөлігінің элементтерін таңдау және параметрлер есептеу</i>	<i>06.01.2020</i>	
4.	<i>Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу</i>	<i>27.01.2020</i>	
5.	<i>Электржетектің тұйықталған жүйесінің функциональдық және құрылымдық (структуралық) сұлбасын құру</i>	<i>14.02.2020</i>	
6.	<i>Электр жетектің элементтерінің беріліс функцияларын анықтау</i>	<i>11.03.2020</i>	
7.	<i>MATLAB бағдарламасында электржетектің динамикалық сипаттамаларын анықтау</i>	<i>10.04.2020</i>	
8.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>08.05.2020</i>	
9.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>21.05.2020</i>	
10.	<i>Дипломдық жұмысты рәсімдеу</i>	<i>28.05.2020</i>	

Тапсырманың берілген уақыты « 18 » қараша 2019 ж.

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

Жұмыс жетекшісі _____ Алдибеков И.Т., т.ғ.д., профессор
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Болат А.Б.
(қолы) (аты

-жөні

Аңдатпа

Дипломдық жобада тапсырмаға сәйкес жем-шөп ұсақтағышының электр жетегін жаңарту қарастырылды.

Жобада ұсақтағыштар туралы жалпы мағлұматтар келтіріліп, олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптар тұжырымдалған. Ұсақтағыштың электр жетек жүйесі ретінде «жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалынды.

Ұсақтағыштың жүктемелеріне есептеу жүргізіліп, есптік қуатқа сәйкес қуаты 11 кВт тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш таңдалды. Қозғалтқыштың орынбасы сұлбасының параметрлері анықталды және оның табиғи және жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары тұрғызылды.

Жобада автоматтандырылған электржетектің күштік сұлбасын жобаланып, жиіліктік түрлендіргішті таңдалды және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Қозғалтқыштың математикалық моделі келтіріліп, басқару нысанының параметрлері есептелген және ұсақтағыштың электр жетегінің құрылымдық сұлбасы көрсетілген. Электржетектің динамикалық сипаттамаларын талдау үшін имитациялық модель жасалынған және өтпелі үрдістердің динамикасы көрсетілген.

Жобада қондырғыға қатысты ауа ластануын сонымен қатар шу мен дірілге қатысты қауіпсіздік шаралары қарастырылып, ұсынылған электр жетегінің экономикалық тиімділігі есептелген.

Аннотация

В дипломной работе согласно заданию рассматривается модернизация электропривода измельчителя кормов.

В работе приводятся общие сведения о измельчителях и сформулированы требования, предъявляемые к электроприводам и системам управления. В качестве системы электропривода измельчителя была выбрана система «преобразователь частоты - асинхронный двигатель».

Проведен расчет нагрузки измельчителя и выбран асинхронный электродвигатель мощностью 11 кВт. Определены параметры его схемы замещения и построены естественные и искусственные механические и электромеханические характеристики.

Рассмотрена силовая схема электропривода, выбран частотный преобразователь и определены параметры его элементов. Приведена математическая модель электродвигателя, рассчитаны параметры объекта управления и показана структурная схема автоматизированного электропривода. Для анализа динамических характеристик электропривода построена его имитационная модель и исследованы переходные процессы при различных режимах.

В работе предусмотрены меры безопасности от загрязнения воздуха, а также от шума и вибрации агрегата и рассчитана экономическая эффективность предлагаемого электропривода.

Absract

In the diploma project, according to the assignment, the modernization of the feed chopper electric drive is considered.

The project provides general information about the grinders and formulates the requirements for electric drives and control systems. The system “frequency converter - asynchronous motor” was chosen as the electric drive system of the grinder.

The compressor load was calculated and an asynchronous electric motor with a power of 11 kW was selected. The parameters of its equivalent circuit are determined and natural and artificial mechanical and electro-mechanical characteristics are constructed.

The power circuit of the electric drive is considered, the frequency converter is selected and the parameters of its elements are determined. A mathematical model of the electric motor is given, the parameters of the control object are calculated, and a structural diagram of an automated electric drive is shown. To analyze the dynamic characteristics of the electric drive, its simulation model is built and transient processes are studied under various modes.

The project provides security measures for air pollution, as well as noise and vibration relative to the unit and calculated the economic efficiency of the proposed electric drive.

Мазмұны

Кіріспе.....	8
1. Технологиялық үрдістің сипаттамасы.....	9
1.1 Жемді ұсақтағыштарға қойылатын технологиялық және зоотехникалық талаптар.....	9
1.2 Жемді ұсақтағыштардың технологиялық және конструктивтік ерекшеліктері.....	10
1.3 Жемді ұсақтағыштар жетегінің талап етілетін параметрлерін реттеудің мүмкін тәсілдерін талдау.....	15
1.4 Жемді ұнтақтаудың технологиялық процесін автоматтандыру жүйесіне шолу.....	19
1.5 Дипломдық жобаның қорытындылары, мақсаты мен міндеттер....	24
2. Электржетектің күштік бөлігінің элементтерін таңдау және параметрлер есептеу.....	25
2.1 Жемді ұсақтағыштың реттелетін электр жетегінің функционалдық схемасын жасау.....	25
2.2 Электрқозғалтқыш таңдау және оның есептік параметрлерін анықтау.....	27
2.2.1 Электр қозғалтқыштың есептік параметрлерін анықтау.....	27
2.2.2 Электр қозғалтқыштың Г-тәрізді балама орынбасу сұлбасының есептік параметрлерін анықтау.....	28
2.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу.....	30
3. Электржетегінің қозғалтқышының статикалық сипаттамаларын зерттеу.....	37
3.1 Электр қозғалтқыштың табиғи сипаттамаларын анықтау.....	37
3.2 Қозғалтқыштың $\frac{U_H}{f_H} = const$ жиіліктік реттеу заңына сәйкес жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу.....	40
4. Электржетегінің динамикалық сипаттамаларын зерттеу.....	47
4.1 Электржетектің тұйықталған жүйесінің құрылымдық (структуралық) сұлбасын құру.....	47
4.2 Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделін және құрылымдық сұлбасын құру.....	48
4.3 Электржетегінің негізгі элементтерінің беріліс функцияларын анықтау және олардың параметрлерін есептеу.....	52

4.4	Matlab ортасында асинхронды қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын зерттеу.....	56
5	Тіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....	63
6	Экономикалық бөлімі.....	79
	Қорытынды.....	86
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі.....	87

Кіріспе

Қарқынды мал шаруашылығын жүргізудің қажетті және міндетті шарттары тұрақты жем-шөп базасын қамтамасыз ету ғана емес, сонымен қатар, жем-шөптерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін өңдеу мен дайындаудың заманауи тәсілдері мен тәсілдерін қолдану болып табылады.

Реттелмейтін электр жетектері бар астық ұсақтағыштарының көпшілігінде айтарлықтай кемшілік бар, өйткені оператормен ұсақтау камерасына астық және басқа жем-шөп беруді, сондай-ақ жұмыс процесінде ұнтақтау сапасын тұрақты бақылауды және реттеуді талап етеді. Қолмен реттеу, әдетте, агрегаттың толық жүктелмеуіне немесе артық жүктелуіне әкеледі. Осы агрегаттарды пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, жұмыс уақытының көп бөлігі электр жетегі толық жүктелмеген жағдайда жұмыс істейді және керісінше қозғалтқыштың шамадан тыс жүктелуінен электр жетегін ажырату жағдайлары жиі кездеседі. Олардың қызып кетуінен қозғалтқыш орамаларының аралық, не фаза аралық тұйықталу жағдайлары орын алды. Машинаның жұмысын тұрақты бақылау қажеттілігінен басқа келтірілген өнім сапасының және машинаның жүктеме коэффициенті және энергия тиімділігі сияқты пайдалану көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеп соғады.

Жоғарыда айтылғандардан астық ұсақтағыш жетегі бұрыштық жылдамдығы, қуаты және артық жүктелу қабілеті бойынша реттелетін электр қозғалтқыштан тұру тиіс.

Астық ұсақтағыштар үлкен әркелкілік коэффициентінен тұратын кездейсоқ, күрт ауыспалы жүктеме сипатына ие.

Ауылдық электр желілеріне кернеу сапасының төмендігі тән. Кернеудің төмендеуі электрқозғалтқыштың артық жүктелу қабілетінің азаюына алып келеді, соның салдарынан ротордың бітелу апаттық режимі туындауы мүмкін.

Ауыл шаруашылығы өндірісі жағдайында артық жүктемеге төзімді электр қозғалтқыштарының жұмысы, пайдалану шығындарының төмендеуіне және өндірістік механизмдердің мәжбүрлі тоқтап қалуының қысқаруына елеулі әсер етеді. Демек, басқарылатын жетекті таңдау кезінде кездейсоқ қысқа мерзімді артық жүктемелер кезінде электрқозғалтқыштың тұрақты жұмысы мәселелерін ескеру қажет.

Осыған байланысты ұсақтау камерасына азықтық материалды беруді реттеу үшін пайдаланылатын реттелетін электр жетегін әзірлеу өзекті болып табылады.

1. Технологиялық үрдістің сипаттамасы

1.1 Жемді ұсақтағыштарға қойылатын технологиялық және зоотехникалық талаптар

Мал шаруашылығының өнімділігін көтеру өндірістік процесстердің кешенді орындауынан тұрады. Қарқынды мал шаруашылығын жүргізудің қажетті және міндетті шарттары тұрақты жем-шөп базасын қамтамасыз ету ғана емес, сонымен қатар, жем-шөптерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ететін, жемді өңдеу мен дайындаудың заманауи тәсілдерін қолдану болып табылады.

Жемнің әр түрлілігі, оларды дайындау және мөлшерлеу өндірістік процестері ағынды технологиялық желілерге байланысқан машиналардың көп түрін қолдануды талап етеді. Негізгі, жауапты технологиялық операциялардың бірі жемді азықтандыру алдында ұсақтау болып табылады.

Жемді ұсақтағыштар жемдік астықты, шөпті, сабанды ұнға, тамыр-түйнек жемістілерді сабағымен және онсыз, жасыл массалы және сүрлемді жүгері сияқты жемдік компоненттердің әр түрлі жиынтығымен ылғалды жемдік қоспаларды дайындау үшін пайдалануға болады.

Мал шаруашылығы өнімдерін өндіруге маманданған ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында бірнеше азық түрлерін дайындауға арналған машиналарды қолдану үрдісі байқалуда. Мысалы, әр түрлі жемді ұнтақтау үшін бір машинада әмбебап астық ұсақтағыштар қолданылады.

Жемді қайта өңдеу бойынша әртүрлі технологиялық желілердің құрамында әмбебап ұсақтағыштарды пайдалану оларды бірегейлендіруге, көп функциялы етуге мүмкіндік береді.

Ұсақтағыштың жұмыс органдары астықты оның түрі мен күйіне, сондай-ақ олар арналған жануарлардың түріне байланысты зоотехникалық талаптарға сәйкес қайта өңдеуі тиіс.

Ірі азықтар - ірі қара малға, жылқы мен қойға, ал шағын мөлшерде-шошқа мен құс үшін рациондардың қажетті компоненті. Олар өте қиын өңделетін клетчаткадан тұрады, сондықтан алдын ала механикалық өңдеусіз жануарлар нашар қорытады.

Сабанды және шөпті ұсақтау кезінде кесу өлшемі ірі қара мал үшін 40... 50 мм, жылқы 30... 40 мм, қой 20... 30 мм болуы тиіс. Егер оларды одан әрі шырынды азықтармен араластырса, 6... 10 мм кесу жүргізеді. Шошқалар мен құстарға арналған шөп ұнын өндіру кезінде кептірілген шөп бөлшектерінің 1 мм-ден кем мөлшеріне дейін ұсақталады.

Шырынды азықтарға тамыржемістілер, картоп, жасыл азықтар, сүрлем, бақша дақылдарының жемістері, жаңа піскен қырыққабат, балдырлар жатады. Тамыржемістілер мен картопты жуу, кесу және араластыру керек. Ірі қара малды қоректендіру кезінде кесу қалыңдығы 10...15 мм, бұзаулар мен шошқалар үшін 5... 10 мм, құстар үшін - 3...4 мм болуы тиіс.

Шошқалар мен құстарға арналған құрама жем сүрлемін дайындау кезінде тамыржемістілер мен картопты ұсақталған азықпен және шөп ұнымен қоспаға сүрлемдейді. Бұл ретте картоп, әдетте, алдын ала пісіріп алады. Егер шикі күйінде сүрлем болса, 5...7мм-ден аспайтын бөлшектерге ұсақталады. Торайларды азықтандыру үшін тамыр жемістілер мен сүрлемді паста алғанға дейін неғұрлым жұқа ұсақтайды.

Құнарлы азықтарға дәнді және бұршақты дақылдардың дәндері, сондай-ақ өнеркәсіптік өндірістің жемдері (кебек, азықтық ұн, күнжара, шроттар және т.б.) жатады. Құнарлы жемді пайдаланудың ең тиімді түрі құрама жем болып табылады.

Дайындалған астық азығына қойылатын зоотехникалық талаптар бөлшек өлшемін көздейді: ірі қара мал үшін - 3 мм-ден жоғары емес, шошқа үшін-1 мм-ге дейін, құс үшін-2...3 мм-ге дейін құрғақ азықтандыру кезінде 1 мм.

1.2 Жемді ұсақтағыштардың технологиялық және конструктивтік ерекшеліктері

Жемді ұнтақтау үшін (ДДМ, КДМ-2, ИГК-ЗОВ, ИРТ-165, ПСЕ-30, КДУ-2, "Волгарь-5" және т.б.) мақсаттық машиналар бар. Алайда мал шаруашылық өндірісін бір мақсатты астық ұсақтағыштермен толық жиынтығымен қамтамасыз ету өте қиын.

Соңғы жылдары жемді әмбебап ұсақтағыштарды әзірлеу және енгізу үрдісі байқалды. Бұл ұсақтау сапасы жақсы болған кезде ірі, жасыл, құнарлы және басқа да азық түрлерінің ең кең ауқымын қайта өңдеу қамтамасыз етілгенімен түсіндіріледі, бұл белгілі бір азықтарда тар мамандандырылған қымбат тұратын машиналарды сатып алу қажеттігінен арылтады.

Салыстырмалы түрде шағын мөлшерге ие, азықты әмбебап ұсақтағыштар, сондай-ақ қосымша өндірістік алаңдарды босатады және азықтық цехтардың технологиялық сызбаларын едәуір жеңілдетеді.

Бұл машиналар классы салыстырмалы жаңа бағыт болып табылатындықтан, әмбебап ұсақтағыштарда оларды электрлендірумен байланысты бірқатар проблемалар бар. Нәтижесінде оларды қолдану тиімділігін айтарлықтай төмендетеді.

Мұндай мәселелерге мыналарды жатқызуға болады.

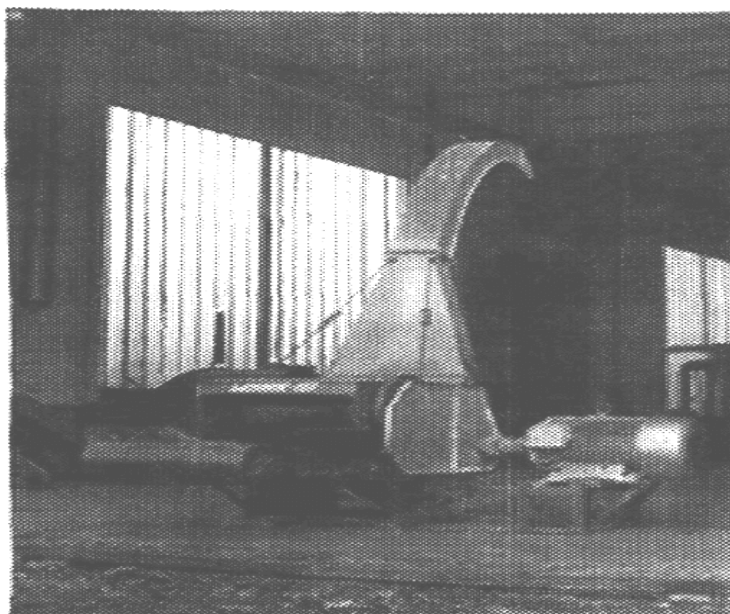
Мал азығының әртүрлі түрлерін зоотехникалық талаптарға сәйкес ұсақтау үшін мал азығын ұсақтағышының жұмыс органының бұрыштық жылдамдығын реттеу қажет. Бұл ірі жемдерді зоотехникалық талаптарға сәйкес жеткілікті дәрежеде ұсақтау үшін өңдеу кезінде шырынды және қойылтылған жемдерді ұсақтауға қарағанда жұмыс машинасының білігінде жоғары бұрыштық жылдамдық қажет етеді. Егер ұсақтаушы органның бұрыштық жылдамдығы өзгеріссіз қалдырылса, онда бұл жаңа және нығыздалған жемдердің ұсақталу дәрежесі тым жоғары болады. Осы себепті жоғарыда келтірілген зоотехникалық талаптардан ұсақтау сапасына ауытқулар туындауы мүмкін. Бұл жемдерді ұсақтау дәрежесін тым жоғары көтереді, нәтижесінде олар қоректік құндылығын жоғалтады және сақтауға және пайдалануға жарамсыз болады.

Азықтың әр түрлі түрлерін ұсақтау үшін азықты араластырғыштың білігіне қуат пен моментті реттеу талап етілетіндіктен, осы машинаның жетегі үшін тұрақты қуатты электрқозғалтқышты пайдалану электр энергиясының шығынын арттыруға әкелуі мүмкін.

Әмбебап астық ұсақтағыштардың жетегі үшін қуаты қоректендіргіш желінің қуатымен жиі сәйкес келетін қозғалтқыштар қолданылады. Ауылдық электр желілеріне қоректендіретін сымдардың аз қималарының, трансформаторлық қосалқы станциялардың жеткіліксіз қуатының, электр энергиясын тәуліктік тұтынудың теңгерілмеген кестесінің, бір фазалық тұтынушылардың басымдығының, электр беру желілерінің үлкен ұзындығының нәтижесі болып табылатын кернеудің төмен сапасы тән. Кернеудің төмендеуі электрқозғалтқыштың шамадан тыс жүктелу қабілетінің азаюына алып келеді, соның салдарынан ротордың бітелуінің авариялық режимі туындауы мүмкін.

Жоғарыда айтылғандардан мынадай болжам жасауға болады-әмбебап астық ұсақтағыштарының энергия үнемдейтін жетегін бұрыштық жылдамдығы, қуаты және электрқозғалтқыштың жүктелу қабілеті бойынша реттелу арқылы алуға болады.

Азықты МУИК-10 шағын габаритті әмбебап ұсақтағыш (1.1 сурет) қоректендірудің алдында ұсақтауды талап ететін ірі, шырынды және концентрацияланған жемдерді (шөптер, шөп, сүрлем, собық, жүгері дәндері мен сабақтары, ботвалар мен қызылша тамырлары, сабан) өңдеуге арналған.



1.1 сурет - Жемді әмбебап ұсақтағыштың жалпы түрі МУИК-10

Машинаның шағын өлшемдері оны ірі ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында да, мал шаруашылығына мамандандырылған шаруашылықтар құрамында да пайдалануға мүмкіндік береді. Ұсақтағышты тракторға тез ілу оны жем-шөп салынған жерлерде сақтауға тасымалдауға және пайдалануға мүмкіндік береді.

ДИК-1,5 және ДИК-2,2 шағын көлемді ұсақтағыштар сабақ пен дәнді азықтардың барлық түрлерін, тамыржемістілер мен жүгері сабақтарын ұсақтауға арналған (1.2 сурет). Олардың өнімділігі сәйкесінше ұсақталатын материалға байланысты 200 және 700 кг/сағатқа дейін. Қозғалтқыш қуаты 1,5 кВт және 2.2 кВт.



а)



б)

а) - ДИК-1,5 б) ДИК-2,2
1.2 сурет - Шағын ұсақтағыштар

АКМ-5,5 азық дайындау агрегаты сабақ және дәнді азықтардың, жүгері собығының, ұнға ірі азықтардың барлық түрлерін ұсақтауға, сондай-ақ ірі азықтан, сүрлемнен немесе пішендеуден тұратын құрама жем мен жем қоспаларын дайындауға арналған 50-ден 100-ге дейін ірі қара мал немесе 100-ден 500-ге дейін қой бар шаруа қожалықтары (1.3 сурет).

Машинаның кемшіліктеріне астықты ұсақтау, оның өнімділігін қолмен реттеу кезінде, саңылауларды тарылтатын немесе кеңейтетін жапқыштың көмегімен қажеттілік жатады, олар арқылы астық материалдарының ағыны жұмыс органына түседі. Ірі жемді ұсақтау кезінде, машинаның өнімділігі лифтердің жоғары-төмен жылжуы арқылы қолмен реттеледі, бұл ротор балғаларының шектегіш доғалардың шығу шамасының өзгеруіне әкеледі. Жүгері сабағын ұсату кезінде өнімділік науаның еңіс бұрышын өзгертумен реттеледі.

Қолмен реттеу, әдетте, агрегаттың толық жүктелмеуіне немесе артық жүктелуіне әкеледі. Бұл ретте, осы агрегаттарды пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, жұмыс уақытының көп бөлігі электр жетегі жүктемеден тыс жағдайда жұмыс істейді және керісінше қозғалтқыштың шамадан тыс жүктелмеуінен электр жетегін ажырату жағдайлары жиі кездеседі. Олардың қызып кетуінен қозғалтқышта орама арлық, фаза аралық тұйықталу жағдайлары орын алды. Машинаның жұмысын тұрақты бақылау қажеттілігінен басқа келтірілген өнім сапасының және машинаның тиеу коэффициенті және энергия тиімділігі сияқты пайдалану көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеп соғады.



1.3 сурет-АКМ-5,5 жем-шөп дайындау агрегаты

Сабақтық және дәнді азықтардың, жүгері собығының барлық түрлерін ұсақтауға, сондай-ақ азық қоспаларын және құрама жем дайындауға арналған 5.5...11,0 әмбебап ұсақтағыш (1.4 сурет).



1.4 сурет - Әмбебап ұсақтағыш ДУ 5.5...11,0

Ұсақтағыштың электр қозғалтқыш қуаты 5,5; 7,5; 11,0 кВт, өнімділігі 2,5 т/сағ. Түсіру шнек-араластырғыштың электр қозғалтқышының қуаты 1,5 кВт. Ұсақтағыш сериялық шығарылатын жем ұсақтағыштың өнімділігі бойынша әмбебап КДУ-2,0 -ден кем емес және қосымша құрғақ жем қоспаларын дайындай алады, жүгері сабағын ұсақтайды және аз энергия, материал сыйымдылығымен ерекшеленеді.

Концентрацияланған жемшөп пен минералды қоспаларды ұнтақтау үшін ДБ-5 торсыз ұсақтағышты және КДУ-2А және ДКМ-5 әмбебап ұсақтағышты пайдаланады.

Фермалардың жемшөп цехтары мен жемшөп дайындау бөлімшелерінде ДКМ-5, КДУ-2А, КДМ-2, ДКУ-1 және т. б. әмбебап балға ұсақтағыштарды қолданған жөн.

1.1 кестеде ДУ-11 әмбебап ұсақтағыштың техникалық сипаттамалары келтірілген.

1.1 кесте-ДУ-11 әмбебап ұсақтағыштың техникалық сипаттамалары.

Сипаттамалары	Мәні
Өнімділігі, т / сағ:	
астық	2,21
арпа	1,50
жүгері	0,81
жоңышқа	1,42

сүрлем	1,6
Габариттік өлшемдері, мм ұзындығы (дефлекторсыз) ені биіктігі (бездефлектора)	3200 1498 1800
Электр қозғалтқышының қуаты, кВт	11,0
Шнек электр қозғалтқышының қуаты, кВт	1,5

ДБ-5-2 ДБ-5-1-ден қысқартылған тиеу шнегімен ерекшеленеді және түсіру шнегімен жинақталмайды.

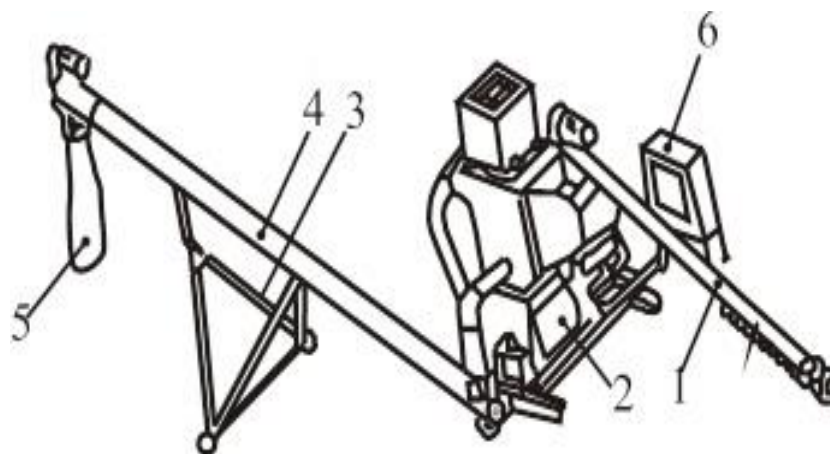
ДБ-5 ротордан, корпустан, қабылдау бункерінен, бөлу камерасынан, Рамадан, сүзгіден, ұсақталған өнімді түсіруге арналған шнектен, электр қозғалтқыштардан, магнитті сепараторлардан, бункер-дозатор жапқышын басқару тетігінен тұрады.

Бункердің төменгі бөлігінде ұнтақтау камерасына астық беруді автоматты реттеу үшін жапқыштың электр жетегі және жапқышты қолмен басқаруға арналған иіңтірек орнатылған.

Бункерде ұнтақтау камерасына астық берудің автоматты реттегіші және тиейтін жапқыштың жетегі орнатылған.

Жетек РД-0,9 электрқозғалтқышынан, қалқан бекітілген біліктің тісті берілісінен тұрады. Бұл білікке қосымша электромагниттік муфта орнатылған, ол электр желісінің кернеуін ажыратқан кезде өз массасының әсерінен ұсақтағышқа астықтың түсуін тез арада жабуға мүмкіндік береді. Электр жетегінің қоректену блогы басқару шкафында орналасқан

Жүктеменің басқару механизмінің негізгі түйіндері: КЦ402В түзеткіш көпірі, аралық РПУ-0-962 релесі, РВП-72-32 пневматикалық уақыт релесі, өзара әрекеттесу релесімен, қосқыштар блогынан құралған.



1-тиеу шнегі; 2 — ұсақтағыш; 3 — тірек; 4 — түсіру шнегі; 5-жеңді; 6- басқару шкафы

1.5 сурет - Торсыз ДБ-5-1 ұсақтағыш жабдығы жиынтығының жалпы түрі

Басқару шкафында ұнтақтағышты басқарудың негізгі және қосалқы аппаратурасы орналасқан. Басқару шкафының алдыңғы панелінде ұсақтағыш жетегінің электр қозғалтқышының жүктелуін көрсететін амперметр-индикатор, жұмыс режимдерін ауыстырып қосқыш, шнектердің жұмысын қосу кнопкалары, ұсақтағышты тиеу аппаратын қосу тумблері бар.

Шкафтың ішінде автоматты реттегіш орнатылған, ол жүктеу бункерінің жапқышын басқаратын электрондық блок. Ол келіп түсетін астық мөлшері ұсақтағыш электрқозғалтқышының номиналды жүктелуін жасайтын жапқыштың жағдайын автоматты түрде қолдайды. Электржабдықтар жүйесі ұсақтағыштың жетегін, қорғауды, басқаруды және электрқозғалтқыштың жүктелу дәрежесін автоматты бақылауды қамтамасыз етеді.

ДКУ-1,0 жемді әмбебап ұнтақтаушы жемдік астық, шөп, сабан, жасыл массаны ұнтақтауға арналған.

Ұсақтағыш Рамадан, ұсақтау камерасынан, ротордан, жоғары қысымды желдеткіштен, тасымалдағыштан, редуктордан, шлюз қақпағы бар циклоннан және пневможабдықтардан, бункерден және басқа механизмдерден тұрады. Машина электр қозғалтқышынан іске қосылады.

1.3 Жем-шөп ұсақтағыштар жетегінің параметрлерін реттеудің тәсілдерін талдау

Жем-шөп ұнтақтаушы машиналар біркелкі емес коэффициентті үлкен кездейсоқ, күрт ауыспалы жүктеме сипатына ие.

Ауылдық электр желілеріне кернеу сапасының төмендігі тән. Кернеудің төмендеуі электрқозғалтқыштың артық жүктелу қабілетінің азаюына алып келеді, соның салдарынан ротордың бітелу апаттық режимі туындауы мүмкін.

Жоғарыда айтылғандардан, әмбебап астық ұсақтағыштар жетегінің бұрыштық жылдамдығы, қуаты және жүктелу қабілеті бойынша реттелетін электр қозғалтқышы болуы тиіс.

Реттелетін жетекті таңдау кезінде оның жұмысына қойылатын келесі талаптарды басшылыққа алу қажет:

- реттелетін электр қозғалтқышының және жетек машинасының механикалық сипаттамаларының сәйкестігі;
- энергия шығынына, бастапқы шығындар мен пайдалану шығындарына қатысты үнемділік;
- механикалық сипаттаманың қаттылығы;

Ауыл шаруашылығы өндірісі жағдайында шамадан тыс жүктемеге төзімді Электр қозғалтқыштарының жұмысы пайдалану шығындарының төмендеуіне және өндірістік механизмдердің мәжбүрлі тоқтап қалуының қысқаруына елеулі әсер етеді. Демек, реттелетін жетекті таңдау кезінде кездейсоқ қысқа мерзімді артық жүктемелер кезінде электрқозғалтқыштың тұрақты жұмысы мәселелерін ескеру қажет.

Электржетектің жұмыс машинасының бұрыштық жылдамдығын реттеу электр және механикалық тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін.

Жылдамдықты реттеуге арналған барлық механикалық құрылғылардың бірқатар кемшіліктері бар:

- төмен ПӘК;
- үйкелетін бөлшектердің тез тозуы;
- инерциондық және т. б.

Осыған байланысты, әмбебап астық ұсақтағыштардың реттелетін жетегін әзірлеу кезінде механикалық тәсілдерді қолдану орынды емес. Сондықтан реттеудің электр тәсілдерін қолдану перспективалы болып табылады.

Реттеудің электрлік тәсілдері басқару құрылғысының көмегімен электрқозғалтқыштың айналу бұрыштық жылдамдығын өзгертуден тұрады. Бұл әдістер негізгі болып табылады, өйткені электр жетегі бар технологиялық қондырғылардың металл сыйымдылығын төмендетуге, оларды ықшамды және сенімді орындауға, технологиялық процестерді автоматтандырудың деңгейі мен икемділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Реттелетін электр жетегін мынадай топтарға бөлуге болады:

- тұрақты ток қозғалтқышымен реттелетін электр жетегі;
- асинхронды қозғалтқышпен реттелетін электр жетегі.

Тұрақты ток қозғалтқышы бар реттелетін жетектің артықшылықтарына механикалық сипаттаманың қаттылығы және асинхронды қысқа тұйықталған электр қозғалтқыштарымен салыстырғанда айналу жиілігінің кең шегінде бір қалыпты реттеу мүмкіндігін жатқызуға болады.

Бірақ ол ұсақтағыштың жетегі ретінде оны қолдану орынды емес, бірқатар елеулі кемшіліктері бар. Бұндай кемшіліктерге мыналарды жатқызуға болады:

- төмен ПӘК;
- салыстырмалы жоғары құны;
- нашар динамикалық қасиеттері;
- күрделі дизайн;
- айнымалы кернеуді тұрақты кернеуге түрлендіргіштерді қолдану қажеттілігі.

Асинхронды электр қозғалтқыштардың бұрыштық жылдамдығын реттеу әдетте қоректендіру желісінің параметрлерін өзгерту немесе электр қозғалтқышының параметрлерін өзгерту негізінде жүргізіледі.

Асинхронды электр қозғалтқышы үшін бұрыштық жылдамдықты реттеудің келесі әдістерін қолдануға болады:

- сырғанауды өзгерту;
- полюстер жұптарының санын ауыстырып қосу;
- қоректендіруші желі жиілігінің өзгеруі;
- қоректендіруші желінің кернеу шамасының өзгеруі.

Бұрыштық жылдамдықты реттеу тәсілі асинхронды қозғалтқыштың сырғуын өзгерту мынадай кемшіліктерге ие:

- механикалық сипаттама айтарлықтай қисаяды, демек механикалық сипаттаманың қаттылығы төмендейді, бұл ұсақтағыш электржетегі жұмысының орнықтылығын жоғалтуға әкеп соқтыруы мүмкін;

- жылдамдықты реттеу шегі жүктемені арттыру кезінде тарыла отырып, қозғалтқыштың жүктелу дәрежесіне байланысты болады, бұл жемді ұсақтату үшін болмайды;

- жылдамдықты реттеу кезінде үш тізбектегі кедергіні өзгертуді жүзеге асыру қажет, бұл осы әдіс қосымша қымбаттайды;

- щеткалары мен түйіспелі сақиналары бар фазалық роторы бар қозғалтқышты қолдану электр қозғалтқышты пайдалануды қиындатады және қымбаттатады, тұрақты ток машинасы сияқты;

- қысқа тұйықталған роторы бар қозғалтқышты пайдалану кезінде, жылдамдықты төмендету кезінде ПӘК және электр жетегінің қуат коэффициентін едәуір азайтады;

- бұрыштық жылдамдықты азайту электрқозғалтқыштың рұқсат етілген сәтін едәуір төмендетеді, бұл электрқозғалтқыштың қуатын арттыруға әкеледі.

Жоғарыда белгіленген кемшіліктерге байланысты осы тәсілді әмбебап азықтық ұсақтағыштың қозғалтқышының бұрыштық жылдамдығын реттеу үшін қолдану орынсыз.

Сондай-ақ жұмыс кезінде және реттеудің тар диапазонында электрқозғалтқыштың айтарлықтай қызуына байланысты импульстік реттеуді қолдану орынсыз болып табылады.

Муфталы реттелетін жетек сырғудың біркелкі сатылы реттеу кезінде бұрыштық жылдамдық тұрақты моментте және берілген мәнде айналу жиілігін, жүктеме өзгерісін автоматты түрде ұстап тұру қамтамасыз етеді.

Бірақ ол үлкен сырғымада жұмыс істеу кезінде және шағын ауқымда бұрыштық жылдамдықты реттеуде төмен ПӘК-пен сипатталады да, нәтижесінде оны әмбебап жем ұсақтағыштың реттелетін электржетегі ретінде қолдануды орынсыз етеді.

Электр жетегінің бұрыштық жылдамдығын реттеу асинхронды электр қозғалтқыштарының қоректендіруші желінің кернеу шамасының өзгеруімен әр түрлі түрлендіргіштердің, соның ішінде кернеудің тиристорлы түрлендіргіштерінің көмегімен жүзеге асырылады. Бұл әдістің маңызды кемшіліктері:

- бұрыштық жылдамдықты реттеудің тар ауқымы;

- тиристорлық кернеу реттегіштерінің үлкен бастапқы құны;

- номиналды мәндермен салыстырғанда электр қозғалтқышының пәк және моменттің күрт төмендеуі;

- электрқозғалтқыштың максималды моментінің және механикалық сипаттаманың қаттылығының төмендеуінен бұрыштық жылдамдықтың төмендеуінен жұмыс орнықтылығының жоғалуы мүмкін.

Соңғы кемшілік әмбебап астық ұсақтағыштар жетегінің бұрыштық жылдамдығын реттеу үшін осы әдісті қолдану орынсыз етеді.

Асинхронды қозғалтқыштардың бұрыштық жылдамдығын реттеу орамаларды полюстердің әр түрлі санына ауыстырып қосу өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығының әр түрлі салаларында көбірек қолданылады.

Көп жылдамдықты электр қозғалтқыштарының артықшылықтарына жатқызуға болады:

- конструкцияның қарапайымдылығы;
- күрделі басқару құрылғыларының болмауы;
- механикалық сипаттаманың қаттылығының көп жылдамдықты электрқозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығына тікелей тәуелділігінің болмауы;
- жоғары сенімділік;
- әртүрлі реттеу сатыларында берілген артық жүктелу қабілеті бар электрқозғалтқышты құру мүмкіндігі;
- салыстырмалы түрде аз бастапқы құны;
- бұрыштық жылдамдықты реттеудің басқа әдістерімен салыстырғанда қызмет көрсету мен жөндеудің салыстырмалы қарапайымдылығы.

Көп жылдамдықты асинхронды электр қозғалтқыштардың жетегінің жетіспеушілігіне мынаны жатқызуға болады:

- белгіленген айналу жиілігінің шектеулі саны;
- бірқалыпты іске қосу және бұрыштық жылдамдықты бірқалыпты реттеу мүмкін болмауы.

Сонымен қатар, азықтың әмбебап ұсақтағышының бұрыштық жылдамдығын реттеу сатылы, көп жылдамдықты асинхронды электр қозғалтқыштар үшін қол жетімді ауқымдарда жүргізілуі мүмкін жағдайларда дискретті реттеу ең қолайлы әдіс болып табылады.

Қоректендіруші желінің жиілігін өзгерту арқылы қозғалтқыштардың бұрыштық жылдамдықтарын реттеу, болашақтық тиристорлық жиіліктік түрлендіргіш арқылы жүзеге асатын, асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу тәсілдердің бірі болып табылады.

Ол электрқозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын кең реттеуді және энергияны желіге рекуперацияламай жиілікті тежелуді қамтамасыз ете алады.

Жиілікті түрлендіргіштермен реттелетін электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамаларын талдауда, олардың келесі артықшылықтарға ие екенін көрсетеді:

- қатты механикалық сипаттамалары;
- кең диапазондар және айналу жылдамдығын реттеу;
- бұрыштық жылдамдық азайған кезде артық жүктеме қабілеттілігінің артуы байқалады; жоғары ПӘК;
- шағын пайдалану шығындары;
- электрқозғалтқышты басқарудың тиристорлық құрылғысының шағын өлшемдері мен салмағы;
- атмосфералық жағдайларға және төмен температураға сезімталдық, бұл мал шаруашылығы мен кешендерінде жұмыс істеген кезде маңызды.

"Жиілікті тиристорлы түрлендіргіш - асинхронды қозғалтқыш" электржетегін әмбебап ұсақтағыштардың реттелетін электржетегі ретінде қолдану мүмкіндігін шектейтін келесі кемшіліктерді жатқызады.:

- тиристорлық жиілік түрлендіргіштердің үлкен бастапқы құны;
- қуат коэффициентін төмендету, әсіресе реттеудің жоғары жиілігін жасау кезінде;
- реттелетін жиіліктің өсуімен, онда электрмагниттік шығындардың ұлғаюына байланысты статордың қызуы артады;
- жиілікті реттеу кезінде орамалардың индуктивті кедергісінің өзгеруіне байланысты, келтірілген кернеудің шамасын басқару қажет.

Реттелетін электр жетектерінің әртүрлі типтерінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне жүргізілген талдау және олардың параметрлерін реттеудің мүмкін болатын тәсілдеріне көп жылдамдықты асинхронды қозғалтқыштар негізіндегі электр жетегі және "жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш" типті электр жетегі әмбебап астық ұсақтағыштар үшін неғұрлым қолайлы болып табылатынын көрсетеді.

1.4 Жемді ұсақтаудың технологиялық үрдісін автоматтандыру жүйесіне шолу

Ұнтақтауға жұмсалатын қуат пен ұнтақтаудың өткізу қабілеті арасындағы тығыз байланыс жетекті қозғалтқыш қуатының (тогының) реттелетін параметрі ретінде пайдаланылатын қарапайым және аралас басқарудың бірнеше нұсқаларын құруға алып келді. Ұсақтағыштың жүктелу дәрежесін бақылау жетектің күштік тізбегіндегі токтың ең жоғары мәні бойынша жүзеге асырылады. Ұнтақтау камерасына материалды беру үшін реттелетін қоректендіргіш қызмет етеді. Бұл ретте, электр жетегінің электр қозғалтқышының жүктемесінің жоғарылауы кезінде оның күштік тізбегінде орнатылған реле іске қосылады және қоректендіргіш жетегінің электр тізбегіне сөндіретін кедергіні қосылады, соның нәтижесінде материалды ұсақтау камерасына беру бірден төмендейді. Жүктеме түскен кезде, демек электрқозғалтқыштың тогының номиналдан төмендеуі, беруді артады.

Автоматика жүйесімен бірнеше шағын габаритті ұсақтағыштар жабдықталған. Ұсақтағыш механизмдердің жұмысын бақылауға және реттеуге арналған құрылғысы бар шағын ұсақтағыштардың түрі бар. Құрылғы материал шығыны датчигімен, қуат датчигімен, мотосағаттар есептеуіші, ұсақтағыштың түсіру саңылауының енін реттеуіші, ұсақтағыш материалдың ірілік датчигімен, өлшемдерді таңдау блогынан қамтамасыздандырылған. Сонымен қатар құрылғы бөлшектелген материалдың 1 т электр энергиясының салыстырмалы шығындарын есептеу блогынан тұрады (1.6 сурет).

Конустық ұнтақтағыштарда автоматты реттеу түсіру тесіктерін өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Автоматты басқарылатын жетектің "Гидроконе" моделіндегі ұсақ ұсақтаудың конустық ұсақтағышнан, өз кезегінде американдық "Эллис-Чалмерс" фирмасының лицензиясы бойынша "НН"

фирмасымен жасалған және 1051 типті конустық "Хайдрокоун" ұсақтағышынан тұрады (1.7 сурет).

Германияда реттелетін жүк түсіру тесігімен жабдықталған "Гидроконе" конус ұнтақтаушы базасында автоматтандыру жүйесі әзірленді.



1.6 сурет - Автоматикасы бар шағын көлемді ұнтақтағыш

Ұсақтағышты автоматтандыру міндеті технологиялық процестің шарттары бойынша, ағынды-көлік жүйесіндегі өнімділікке өзгермейтін күйде ұстап тұру. Сондықтан ұсақтағыштың шығыс өнімділігі басқару параметрі ретінде пайдаланылуы мүмкін.



1.7 сурет - "Хайдрокоун" конустық ұсақтағыш

"Эллис-Чалмерс" фирмасы (Милуоки, АҚШ) "Хайдрокоун-436" конустық ұсақтағыштың базасында автоматты бақылау және саңылауды реттеумен астық өндіру қондырғысын автоматтандырды (1.8 сурет).

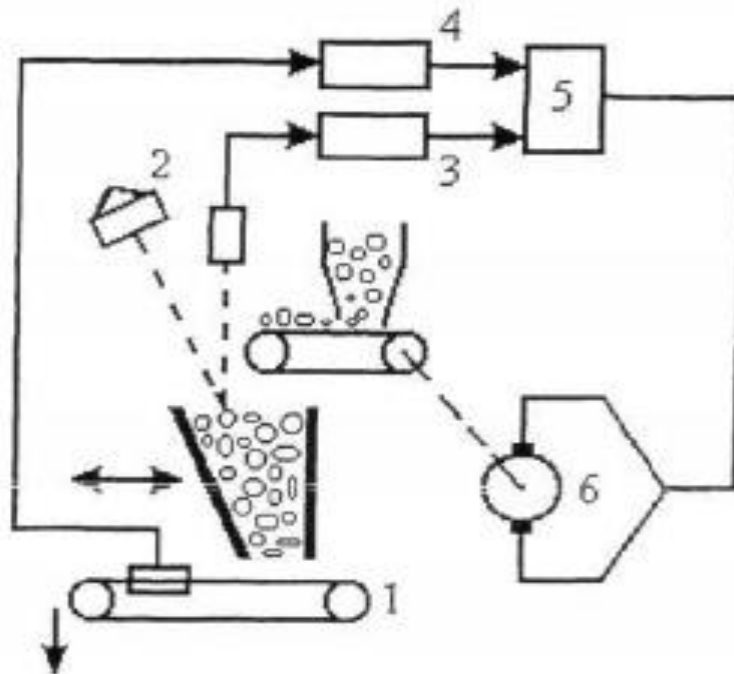
Автоматика жүйелері ірі өнеркәсіптік ұсақтағыштарда кеңінен қолданылады.

Сериялық шығарылатын AutoLoader, Hopper, Sandvik шағын ұсақтағыштарында материал жетіспеушілігінің автоматты сигнал беру жүйесі, ұсақтағышты беру шарттарына автоматты реттеу жүйесі, қозғалтқышты қорғау көзделеді.



1.8 сурет - Автоматты "Хайдрокоун-436" ұсақтағышы

Жетілген басқару нұсқасында (1.9 сурет) реттелетін параметрлер ретінде ұнтақтау камерасының өнімділігі мен толтыру деңгейі пайдаланылады, олар электротензометриялық конвейерлік фотоэлектрометриялық деңгей өлшеуішімен 2 бақыланады.



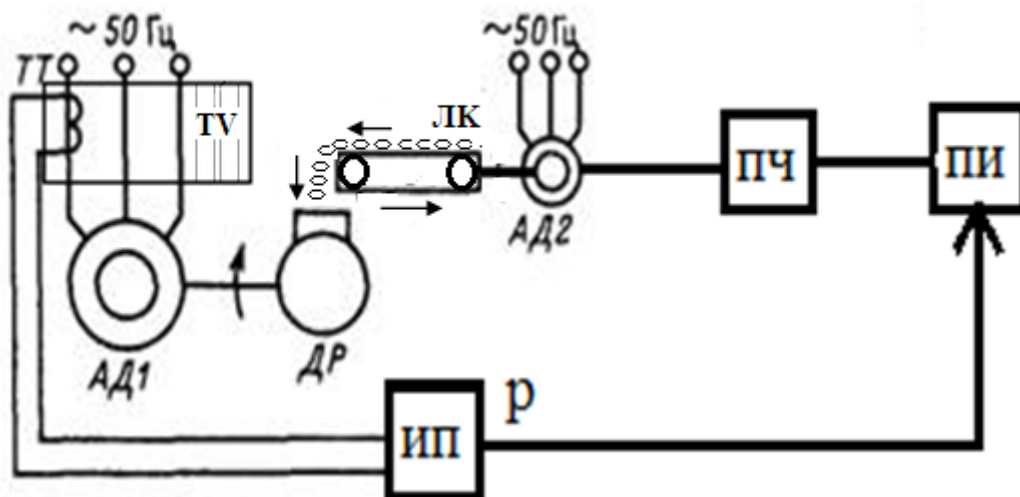
1.9 сурет - Қосымша түзеткіш сигналы бар ұсақтағыштың өнімділігін автоматты реттеу жүйесі

Жетектік электр қозғалтқышының 6 статор орамасының қоректену кернеуін өзгертетін реттегіш 5 арқылы реттегіш деңгейі 3 мен ұсақтағыш өнімділігін 4 қамтитын екі басқару контуры әсер етеді. Егер автоматты режимде реттелетін шамалар олар үшін белгіленген шекті мәндерден асып кетсе, онда атқарушы органның функцияларын орындайтын қуат көзі сигнал жоғалғанша өзінің өнімділігін төмендететін болады. Егер деңгей рұқсат етілген ең жоғары мәннен аспаса және белгіленгеннен төмен түспесе, онда басқару өнімділігі бойынша ғана жүргізіледі. Ұсақтағышты жоғарғы ең жоғары деңгейге дейін толтыру кезінде қоректендіргіш ажыратылады, ал рұқсат етілгеннен төмен түсіргенде реттеу өнімділігі бойынша жүргізіледі.

Агрегаттың өнімділігін немесе оның жетекті қозғалтқышының ток шамасын ұсақтауға (бөлшектеуге) ұшырайтын материал ағынының тиісті құрылғысының көмегімен өзгерту қажет.

"Жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш (ПЧ-АД)" схемасы бойынша реттелетін электр жетегі бар ленталық конвейер.

Азықты ұсақтағыштың таспалы конвейерін басқару жүйесі мынадай түрде жұмыс істейді: жүктеме артқанда АД1 қозғалтқышының электрқозғалтқышының білігіне моменті ұлғайтылады, бұл қуатты арттыруға әкеледі. АД1 статорының тізбегіне қосылған қуат датчигі Пи-реттегішпен контроллердің кіруіне жиілік сигнал береді, ол ЖТ жиілік түрлендіргішін азайтатын аналогтық шығыс сигналын шығарады, ол ЛК таспалы конвейер қозғалтқышының айналу жиілігін азайтады және, сәйкесінше, оның өнімділігі. Таспалы конвейер өнімділігінің төмендету нәтижесінде ұсақтағыштың АД1 қозғалтқышының білігіндегі қуат азаяды.



ДР – ұсақтағыш (майдалағыш); ТТ – ток трансформаторы; TV – кернеу трансформаторы; ИП – түрлендіргіш өлшеуіші; ПИ – ПИ-реттеуіштік контроллер; ПЧ – жиілік түрлендіргіш; ЛК-таспалы конвейер; АД1 – ұсақтағыштың электр қозғалтқышы; АД2 - таспалы конвейердің электр қозғалтқышы

1.10 сурет - Жем ұсақтағыштың басқарудың функционалдық сұлбасы

Жүктеме азайған кезде АД1 ұнтақтаушы қозғалтқышының білігінің сәті азаяды, бұл қуатты азайтуға әкеледі. Қуат датчигі бұл азайтуға жауап береді, ПИ-реттегішпен контроллердің кіруіне жиілік сигнал береді, ӨБ жиілігін түрлендіргіштің тапсырмасын арттыратын аналогтық шығыс сигналын шығаратын, ол ЛК таспалы конвейерінің қозғалтқышының айналу жиілігін және тиісінше оның өнімділігін арттырады.

Осылайша, жемді ұсақтағыштың берілген өнімділігі қамтамасыз етіледі.

Тасымалдау конвейерінің жиілік түрлендіргішін пайдалану артықшылықтары:

- бұрылыс жапқышының көмегімен беруді реттеу қажеттілігі жоқ (оператордың араласуын талап етпейді));

- ұсақтағышты жоғары тиеу кезінде ұсақтағышқа астық беру жылдамдығы автоматты түрде төмендейді (ұсақтағыштың жиілігін түрлендіргіштен сигнал конвейердің жиілігін түрлендіргішке беріледі);

- іске қосу кезінде қозғалтқышқа және конвейер таспасына механикалық жүктемелер төмендейді;

- электр қозғалтқышты шамадан тыс жүктемеден, қысқа тұйықталудан және асқын кернеуден қорғау қамтамасыз етіледі.

Тұтастай алғанда, жұмыста жиілік түрлендіргіш арқылы кең ауқымда реттелетін ұсақтағыштың жетегін көрсету.

1.5 Дипломдық жұмыс мақсаты мен міндеттері

Мал азығын дайындау технологиясын талдау негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің осы саласының әртүрлі желілерінде мал азығын ұсақтайтын орын анықталды. Әр түрлі ұсатқыштарды зерттеу олардың жетек сипаттамаларының ұқсастығын, жетек Электр қозғалтқыштарының жоғары белгіленген қуатын көрсетті, бұл энергия үнемдеу бойынша өзекті мәселені жасайды. Ең перспективалы әмбебап жем-шөп араластырғыштар екені анықталды. Жетекті сипаттамаларды талдау негізінде тұрақты жұмысты сақтай отырып, электрқозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын, қуатын және қайта тиеу қабілетін реттеу қажеттілігі туралы қорытынды жасалды. Реттелетін электр жетектерінің әртүрлі типтерінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне жүргізілген талдау және олардың параметрлерін реттеудің мүмкін болатын тәсілдеріне қарағанда, әмбебап астық үгінділері үшін ең қолайлы болып "жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш" типті электр жетегі болып табылады.

Жобаның мақсаты реттелетін электржетекті пайдалану арқылы жемді ұсақтағыштарды пайдалану тиімділігін арттыру болып табылады

Жұмыс міндеттері:

- жем ұсақтағыштардың технологиялық және конструктивтік ерекшеліктері бойынша әдеби шолу жүргізу;

- мал азығын араластырғыштардың электр жетегінің талап етілетін параметрлерін және технологиялық процесті автоматтандыру жүйесін реттеудің мүмкін тәсілдерін талдау;

- қоректік араластырғыштың реттелетін электр жетегінің функционалдық және құрылымдық схемаларын әзірлеу және қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу қағидатын негіздеу;

- ұсақтағыштың реттелетін электр жетегі үшін асинхронды қозғалтқыш және жиілікті түрлендіргіш параметрлерін таңдау және есептеу;

- "ПЧ-АД"схемасы бойынша ДУ-11 қоректік ажыратқыштарының реттелетін электр жетегінің тұйықталған және тұйықталған жүйелерінің статикалық және динамикалық сипаттамаларын зерттеу.

2 Электр жетегінің күштік бөлігінің элементтерін таңдау және параметрлер есептеу

2.1 Жемді ұсақтағыштың реттелетін электр жетегінің функционалдық схемасын жасау

Жобаға қойылған тапсырмалар мен талаптарды орындау үшін ДУ-11 типті жем-шөп ұсақтағыштың реттелмейтін электржетегін жиіліктік реттелетін электржетекпен айырбастаймыз. Жетектің қозғалтқышының қуаты 11 кВт, синхрондық айналу жылдамдығы синхрондық 3000 айн/мин. Технологиялық талапқа сәйкес айналу жылдамдығын реттеу диапазоны 1000-2900 аралығында болу керек.

Айналу жылдамдығын кең диапазонда реттеуді қажет ететін қондырғылары үшін тиімді электр жетегі ретінде «ТЖТ – АҚ» жүйесін таңдауға болады. Бұл жүйенің дистанциялық телемеханикалық басқаруға болатындығын атай кету керек.

Мұндай жүйенің күштік сұлбасына жиілік түрлендіргіштен және қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыш кіреді. Тиристорлық жиіліктік түрлендіргіш қозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын реттеуді статордағы кернеу жиілігінің өзгерту арқылы жүзеге асырады.

Алдымен электр жетегінің функционалдық сұлбасын құрамыз. Бұл сұлба 2.1 суретте көрсетілген.

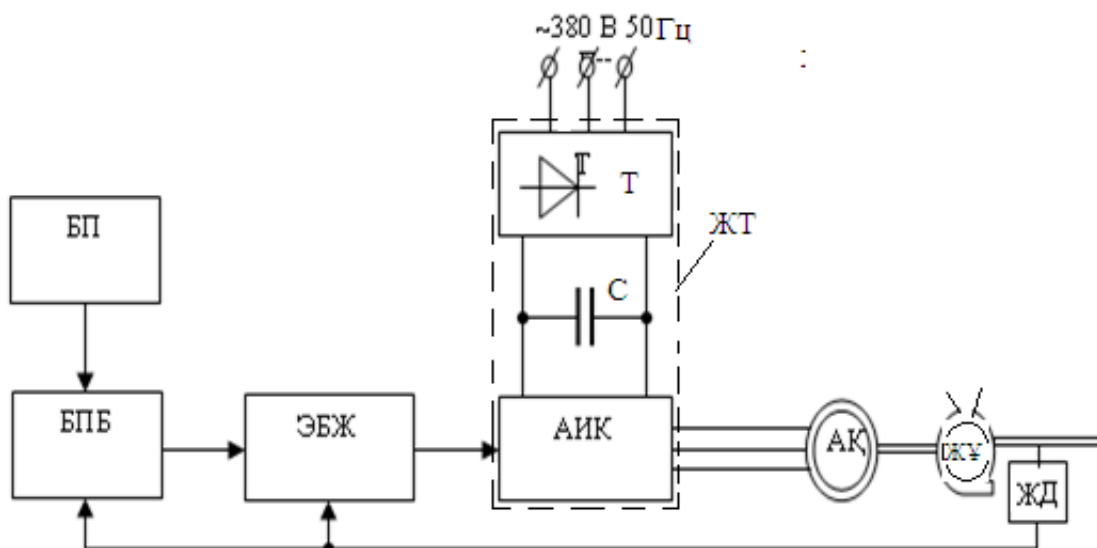
Бұл сұлбаның құрамына мына элементтер кіреді:

- БП- басқару пульті;
- БПБ - басқару бағдарламасының блогі;
- ЭБЖ - электр жетегінің басқару жүйесі;
- ЖТ - жиіліктік түрлендіргіш;
- Т - түзеткіш;
- АИК - автономды инвертор кернеуі;
- АҚ – қысқа тұйықталған роторлы асинхронды электр қозғалтқыш;
- ЖҰ – жем-шөп ұсақтағыш;
- ЖД – жылдамдық өлшеу датчигі.

Жобаланатын жүйе бір контурлы басқару жүйесі болып табылады.

Оның бір сыртқы контуры (қысым қонуры) болады.

Электр жетегінің автоматты басқару жүйесінің құрамына басқару объектісі мен реттеуіш кіреді. Басқару объектісін энергияны түрлендіретін және электрқозғалтқышты қоректендіретін құрылғылардың, электрқозғалтқыш пен жұмыстық органы ретінде қозғалтқыш білігімен жалғасқан жем-шөп ұсақтағыш қондырғысының жиынтығы ретінде қарастырады. Реттеуіш электр жетегінің автоматты басқару жүйесіне берілген арнайы тапсырмаға сәйкес құрастырылып, есептелінеді және жүзеге асырылады. Басқару жүйесінде реттелетін параметр ретінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы қабылданады. Сұлбадағы жиілік түрлендіргіш электр қозғалтқышты қоректену үшін таңдалған, ал реттеу реттеуіште жүзеге асырылған.



2.1 сурет – Электр жетектің функционалдык сұлбасы

Жиіліктік басқарылатын электр жетектерінің жұмыс істеу принципі былай түсіндіруге болады.

Желіден берілетін айнымалы кернеуді түзеткіш (Т) тұрақты кернеуге түрленеді. Түзеткіштің шығысында орналасқан фильтр С (сүзгіш) екі функция атқарады – түзетілген кернеудің пульсациясын тегістейді және инвертордан келетін реактивті энергияны тұтынады. Сүзгіштің шығысынан шыққан түзетілген тұрақты кернеу автономды инвертор (АИК) кірісіне беріледі.

Өнеркәсіптік қондырғыларда түзеткіш жиілігі 50 Гц айнымалы токтың желісінен қоректенеді. Инвертор өз кезегінде оған берілген тұрақты кернеуді U_d үш фазалы (немесе бір фазалы) импульстік айнымалы кернеуге түрлендіреді. Бұл кернеудің жиілігі мен амплитудасы өзгермелі болады.

Критерийді таңдау, көп жағдайда материалды ұсақтау үшін қолданылатын қуатты неғұрлым тиімді пайдалану қажеттілігінен туындайды. Сонымен бірге қондырғының берілген өнімділігін қамтамасыз етеді.

Автоматтандырудың қарапайым схемалары басқару параметрі ретінде ұнтақтау камерасын толтыру деңгейін пайдаланады. Қоректендіргіш пен ұсақтағыш өнімділігінің белгіленген режимінде тең болған кезде толтыру деңгейі шамалы өзгереді. Ұсақтағыштың өнімділігі төмендеген жағдайда қоректендіргіш тоқтайды немесе төмен берілу жылдамдығына ауысады.

Ұсақтағышқа астықтың берілуі көбеюімен өнімнің сапасы өзгеретіні белгілі. Реттелмейтін қозғалтқыштары бар ұсақтағыштың айтарлықтай кемшілігі бар, өйткені оператордан астықтың берілуін, сондай-ақ жұмыс процесінде ұсақтау сапасын тұрақты бақылауын талап етеді.

2.2 Электрқозғалтқыш таңдау және оның есептік параметрлерін анықтау

2.2.1 Электр қозғалтқыштың есептік параметрлерін анықтау

Ұсақтағыштың электр жетегіннің негізгі атқарушы бөлшегі болып асинхронды қозғалтқыш болып саналады. Жұмыстың тапсырмасы бойынша таңдалған қозғалтқыш 2.1 кестеде көрсетілген.

2.1 кесте - 4A132M2У3 типті қозғалтқыштың техникалық сипаттамасы

Аты	4A132M2У3
Номиналды қуат P_n , кВт	11
Синхрондық айналу жиілігі n_0 , об/мин	3000
ПӘК $\eta_{ном}$, %	88
Қуат коэффициенті $\cos \varphi_{ном}$	0,9
Кернеуі, В	380/220
Максималды моменті еселігі, Нм	2,8
Іске қосу моменті еселігі	1,7
Қозғалтқышының инерциялық моменті $J_{дв}$, кг · м ²	0,023
Жүргізу тогының номинал токқа қатынасы	7,5
Шектік сырғанауы s_k , %	19
Номиналды сырғанау s_n , %	2,3

Электрқозғалтқыштың номиналды айналу жылдамдығын мына формула бойынша есептейміз:

$$n_{ном} = n_0(1 - s_{ном}) = 3000(1 - 0,023) = 2931 \text{ айн/мин.} \quad (2.1)$$

Электрқозғалтқыштың номиналды бұрыштық айналу жиілігін мына формула бойынша есептейміз:

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2931}{60} = 306,78 \text{ рад/с} \quad (2.2)$$

Электрқозғалтқыштың білігіндегі номиналдық моментті мына формула бойынша есептейміз:

$$M_n = \frac{P}{\omega_n} = \frac{11000}{306,78} = 35,86 \text{ Нм} \quad (2.3)$$

Электрқозғалтқыштың электромагниттік номиналдық моментін мына формула бойынша есептейміз анықтаймыз:

$$M_{н.эм} = \frac{3 \cdot U_{\phi H}^2 \cdot R'_2 / S}{\omega_0 [(R_1 + R'_2 / S)^2 + X_K^2]} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 0,2614 / 0,023}{314 [(0,4182 + 0,2614 / 0,023)^2 + (0,6378 + 1,2547)^2]} = 37,85 \text{ Нм.} \quad (2.4)$$

Электрқозғалтқыштың шектік моментінің мәнін мына формула бойынша есептейміз есептейміз:

$$M_K = m_K \cdot M_{H.ЭМ} = 2,8 \cdot 37,85 = 105,98 \text{ Нм.} \quad (2.5)$$

Электрқозғалтқыштың бос жүріс моментінің мәнін мына формула бойынша есептейміз:

$$M_{бж} = M_{H.ЭМ} - M_H = 105,98 - 35,86 = 70,12 \text{ Нм.} \quad (2.6)$$

Электрқозғалтқыштың статорының номиналдық фазалық кернеуін мына формула бойынша есептейміз:

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

Электрқозғалтқыштың статорының фазалық тоғы мына формула бойынша есептейміз:

$$I_{1H} = \frac{P}{3 \cdot U_{1H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta_H} = \frac{11000}{3 \cdot 220 \cdot 0,9 \cdot 0,88} = 21,04 \text{ А.} \quad (2.8)$$

Электрқозғалтқыштың жүргізіп жіберу тогын есептейміз:

$$I_{II} = k_i \cdot I_H = 7,5 \cdot 21,04 = 157,83 \text{ А.} \quad (2.9)$$

2.2.2 Электр қозғалтқыштың Г-тәрізді балама орынбасу сұлбасының есептік параметрлерін анықтау

Электрқозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы 2.2 суретте көрсетілген. Оның параметрлері (салыстырмалы бірлікте) каталогта келтірілген:

$X_{\mu}^* = 4,2$ – магниттеуші контурдың негізгі индуктивті кедергісі;

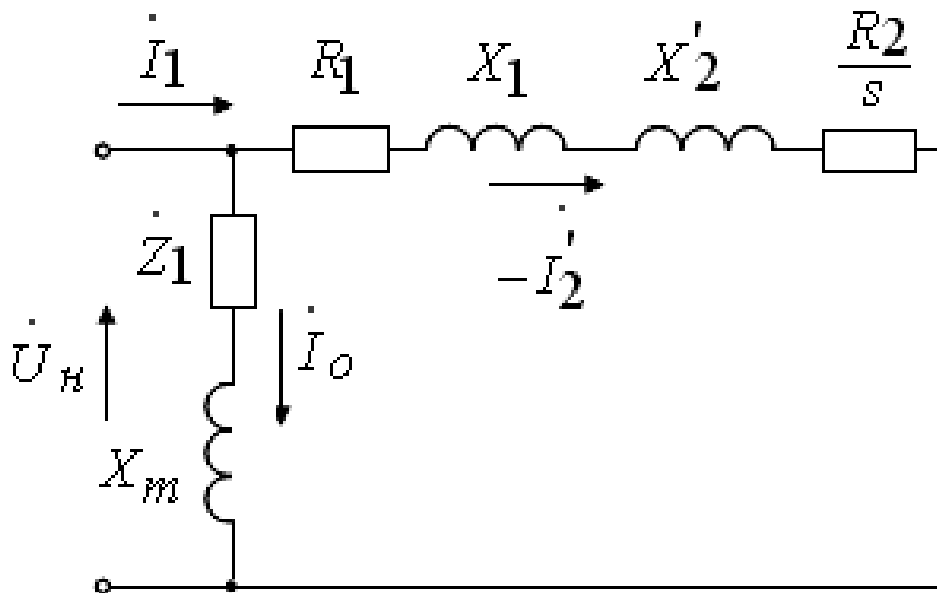
$R_1^* = 0,04$ - стартор орамасының активті кедергісі;

$X_1^* = 0,061$ - стартор орамасының индуктивті кедергісі;

$R_2^* = 0,025$ - статор орамасына келтірілген ротор орамасының активті кедергісі;

$X_2^* = 0,12$ - ротор орамасының келтірілген индуктивті кедергісі;

Орынбасу сұлбасы қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделіне сәйкес құрастырылады.



2.2 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы

Асинхронды қозғалтқыштың фазалық кедергісін мына формула бойынша есептейміз:

$$Z_{\Phi} = \frac{U_{\Phi n}}{I_{1n}} = \frac{220}{21,04} = 10,456 \text{ Ом}, \quad (2.10)$$

мұндағы I_{1n} - статордың номиналды фазалық тогы, А.
Г-тәріздес орынбасу сұлбасы параметрлерінің абсолюттік мәндерін мына формулалар бойынша есептейміз:

$$R_1 = R_1^* \cdot Z_{\Phi} = 0,04 \cdot 10,456 = 0,4182 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_1^* \cdot Z_{\Phi} = 0,061 \cdot 10,456 = 0,6378 \text{ Ом};$$

$$X_{\mu} = X_{\mu}^* \cdot Z_{\Phi} = 4,2 \cdot 10,456 = 43,9152 \text{ Ом};$$

$$R_2' = R_2^* \cdot Z_{\Phi} = 0,025 \cdot 10,456 = 0,2614 \text{ Ом};$$

$$X_2' = X_2^* \cdot Z_{\Phi} = 0,12 \cdot 10,456 = 1,2547 \text{ Ом};$$

Қысқаша тұйықталудың индуктивті кедергісін мына формула бойынша есептейміз:

$$X_k = X_1 + X_2' = 0,6378 + 1,2547 = 1,8925 \text{ Ом}.$$

2.3 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу

Асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттейтін жиіліктік түрлендіргіштер мынадай шарттар бойынша таңдалады:

$$\begin{cases} I_{H.TЖТ} \geq I_{H.K}; \\ U_{H.TЖТ} \geq U_{H.K}, \end{cases}$$

мұндағы $I_{H.TЖТ}$ - тиристорлық жиіліктік түрлендіргіштің номиналдық тогы;

$U_{H.TЖТ}$ - жиіліктік түрлендіргіштің номиналдық кернеуі;

$I_{H.K}$ – қозғалтқыштың номиналдық тогы;

$U_{H.K}$ - қозғалтқыштың номиналдық кернеуі.

Демек, түрлендіргіштің кернеуі қозғалтқыш кернеуінен үлкен немесе тең болуы және түрлендіргіштің тогы қозғалтқыш тоғынан үлкен немесе тең болуы керек.

Сонымен қатар, қозғалтқыштың қуатына жиіліктік түрлендіргіштің қуаты сәйкес келуі керек.

Қазіргі заманда Hitachi, Siemens, ABB, Hyundai сияқты компаниялар заманауи түрлендіргіштерді өндіріп шығарып жатыр. Олардың бір-біріне айырмашылығы бағасы мен сапасында болып тұр.

Жиілік түрлендіргіштерді қолдану артықшылығы:

а) Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын кең диапазонда сатылы емес реттейді;

б) Айналу бағытын қалаған бағытта өзгертуді қамтамасыз етеді;

в) Қозғалтқышты жайлап іске қосу және жайлап тоқтатуды қамтамасыз етеді;

г) Асинхронды қозғалтқыштың рекуперативті тежелуін қамтамасыз етеді;

д) Электрқозғалтқыштың толық қорғалуын қамтамасыз етеді;

е) Электр энергиясын қолдану тиімділігі 40-50%-ға дейін артады.

Жиынтық (комплектілік) түрлендіргіштер векторлық басқаруды немесе скалярлық басқаруды жүзеге асырады.

Келесі техникалық параметрлері бар жемді ұсақтағыштың жетегі үшін ПЧ модификациясын таңдаймыз:

а) Қоректендіру желісінің түрі – $3 \times 220/380\text{В}+$ - 10%, 50 Гц.

б) Электржетектің есептік механикалық қуаты - $P = 15$ кВт.

в) Жылдамдық диапазоны – от 1000 до 2900 об/мин.

г) Момент кедергісі - номинальды, жылдамдықтың барлық диапазонында.

д) Үздіксіз жұмыс режимі - S1.

е) Жабдықты қорғау дәрежесі, IP54 төмен емес.

АҚ номиналды айналу моментін қамтамасыз ету үшін, кернеуі 380 В қоректену кезінде оның орамдарын "У" ($I_{ном} = 21,04 \text{ А}$) схемасы бойынша қосу керек. Тұрақты айналу моментпен төмен жылдамдықпен жұмыс істеген кезде АҚ корпусын салқындату бойынша қосымша шаралар қолдану керек.

Ресей өндірісінің ОВЕН ПЧВ типті жиілікті түрлендіргішін таңдаймыз.

Энергия тұтынуды автоматты оңтайландыру функциясы бар жиілікті векторлық түрлендіргіштер өнеркәсіптік қондырғыларының, жылыту, желдету және ауаны баптау жүйелерінің жетектері құрамында асинхронды қозғалтқыштардың айналу жиілігін басқаруға арналған. ПЧВ ОВЕН жиілігінің түрлендіргіштерін қолдану, басқарудың жұмыс ауқымын едәуір кеңейтуге, реттеу дәлдігін және электржетектің жылдам әрекет етуін арттыруға мүмкіндік береді. ОВЕН ПЧВ пайдалану кезінде энергия тұтынудың нақты төмендеуі 35% - ға жетуі мүмкін.

ПЧВ ОВЕН кіріктірілген желілік сүзгі және тұрақты ток буынында сүзгі бар және "А" класындағы жабдықтар үшін электромагниттік үйлесімділік бойынша ГОСТ Р 51522 талаптарына сәйкес келеді.

ОВЕН ПЧВ жиілік түрлендіргіш артықшылықтары:

а) техникалық:

- технологиялық процестерді автоматтандырудың жоғары деңгейін қамтамасыз етеді;

- жұмыс параметрлерінің екі жинағы бойынша оператордың бір жергілікті панелін пайдалана отырып, көптеген жетектерді бағдарламалауға мүмкіндік береді;

- ток пен момент бойынша артық жүктемелерді ұстау қабілеті;

- жетек механизміндегі динамикалық жүктемелерді азайтуды қамтамасыз етеді;

б) эксплуатациондық

- өзін-өзі диагностикалауға байланысты жоғары ақауларға төзімділік;

- жабдықтардың тозуын азайтуға және қызмет мерзімін ұлғайтуға мүмкіндік береді;

- қоршаған ортаның қауіпсіздігін қамтамасыз етеді;

в) экономикалық

- өнімнің өз класындағы баға мен сапаның ең оңтайлы қатынасы;

- аз шығындар және жабдықтың бір бөлігін босату;

- өтелудің аз мерзімі;

- өнімнің өзіндік құнын төмендету

ПЧВ ОВЕН жиілігін түрлендіргіштердің түрін таңдау:

а) қоректендіруші желі кернеуі : $U_{ж} = 380\text{В}$ және номиналды ток шамасы: $I_{н} = 21,04 \text{ А}$. Бірінші талаптар бойынша ПЧВ3-11К-В-54 типті жиілікті түрлендіргіш сәйкес келеді. Алайда, қажетті қорғаныс дәрежесін ескере отырып, IP54 оны монтаждық шкафта орналастыру және шығу тогы бойынша қор коэффициенті ескере отырып ПЧВ модификациясын таңдау қажет, $K_1 \geq 1,3$. Мұндай шара салқындатқыш ауаның шектеулі болуы

жағдайында ЖТ апатсыз жұмыс жасауын қамтамасыз етеді. Сол үшін ЖТ үшін шығыс тогының есептік мәні:

$$I_{\text{есеп}} = I_{\text{ном}} \times K_1 \geq 21,04 \times 1,3 \geq 27,35 \text{ А}$$

б) $I_{\text{есеп}} \geq 27,35 \text{ А}$ ток бойынша талапты қанағаттандырмағандықтан модификациясы: ПЧВ3-11-В-54 (жұмыс ток 25 А), оны келесі ПЧВ3-15-В-54 (жұмыс ток 33 А) ауыстырамыз.



2.3 сурет – ПЧВ ОВЕН жиілігін түрлендіргіштің жалпы сұлбасы

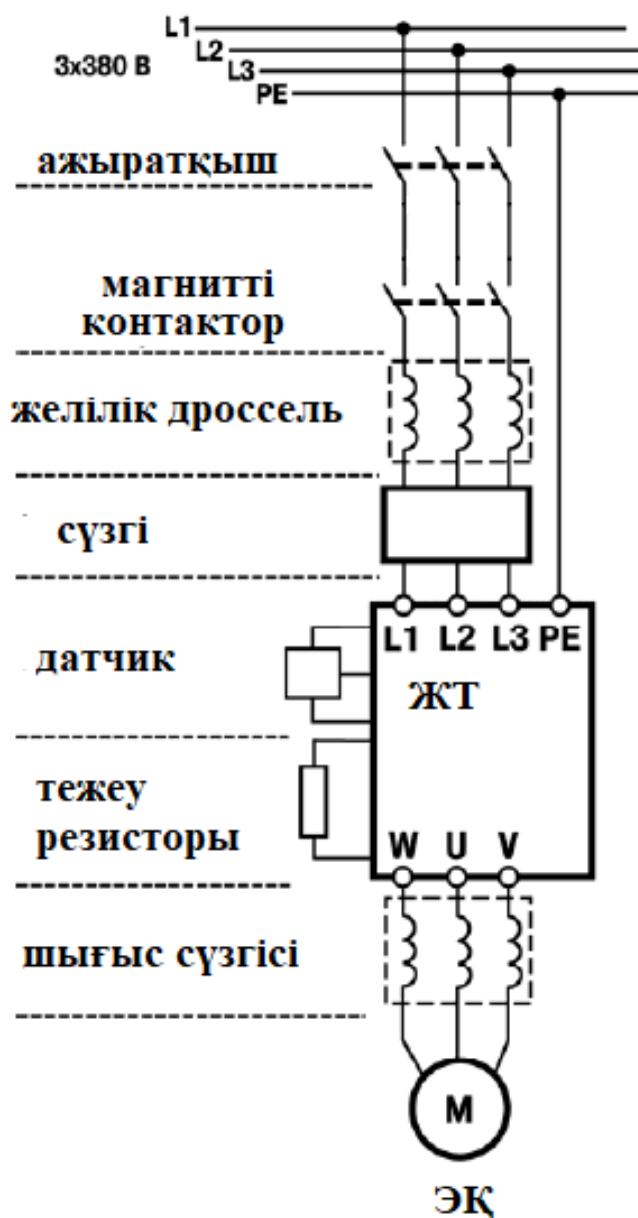
Қосымша жабдықты таңдау. Басқару сапасын арттыру және жетектің тоқтаусыз жұмыс істеуі үшін ПЧВ-мен бірге сыртқы қосымша жабдықты қолдану ұсынылады. Оны қосу схемасы 2.5 суретте көрсетілген. Қорғаныс және коммутация құрылғылары және ПЧВ қоректендіру тізбектері келтірілген.

Автоматты ажыратқышты таңдау. Автоматты ажыратқыштар бірнеше рет әрекет ететін қорғаныс аппараттары болып табылады және вентильді түрлендіргіштерді қысқа тұйықталудан және ток бойынша шамадан тыс жүктелуден қорғауға арналған. Жиілік түрлендіргіштің ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 32 А болатын автоматты ажыратқыш таңдаймыз.

Магнит контакторды таңдау. Магнитті контактор қоректендіруді жергілікті немесе қашықтықтан басқару үшін, сондай-ақ ПЧВ қорғаныс функцияларын орындау үшін қызмет етеді. Жиілік түрлендіргіштің ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 32 А болатын магнитті контактор таңдаймыз.

Желілік дроссельдерді таңдау. Желілік дроссель қуат коэффициентін арттырады және егер қуат көзінің (тарату трансформаторының) қуаты 500 кВА-дан артық болса және ПЧВ қуатынан алты және одан да көп есе асып кетсе немесе қуат көзі мен жиілік түрлендіргішінің арасындағы кабель ұзындығы 10 м-ден кем болса орнатуға болады.

Жұмыс кезінде ПЧВ инверторы қоректендіруші кернеу фазаларының пішінін және симметриясын бұрмалайтын жоғарғы ток горионикасын туғызады. ПЧВ қуаты көп болған сайын, ол электрмен жабдықтау жүйесіне үлкен бұрмалаулар енгізеді. Жоғары ток гармониктері басқа қозғалтқыштар мен трансформаторлардың магнит өткізгіштеріндегі қосымша шығындарға, қызуға әкеліп, қызмет ету мерзімін қысқартады. Сонымен қатар, жоғары гармониктер электрондық құралдардың тұрақсыз жұмысына әкелуі мүмкін.



2.4 сурет - ПЧВ3-15К-В-54 типті жиілікті түрлендіргіштің желіге қосылу сұлбасы

ПЧВ кірісі мен шығысында кенеттен қысқа тұйықталулар болған кезде немесе желідегі найзағайдың шамадан тыс кернеуі кезінде желілік дроссель IGBT модулінің диодтары мен транзисторлары арқылы токтың көтерілу жылдамдығын шектейді, бұл ПЧВ электрондық қорғанысының сәтті жұмысын қамтамасыз етеді.

ПЧВ жетегінің құрамында желілік дроссельді қолдану:

а) Сорғылардың, желдеткіштердің немесе басқа да механизмдердің жетектерінде ПЧВ энергия үнемдеуші қасиеттерін толық пайдалануға мүмкіндік береді;

б) Электрмен жабдықтау желісін ПЧВ-ның жоғары гармоникасынан қорғайды;

в) ПЧВ асимметриядан және электрмен жабдықтау желісіндегі асқын кернеуден қорғайды;

г) Қуат коэффициентін арттырады.

Жиілік түрлендіргіштің ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 30 А, индуктивтілігі 0,71 мГн болатын желілік дроссель таңдаймыз.

Радиожиилік сүзгі таңдау. ПЧВ қоректену кірісінде электромагниттік үйлесімділікті (ЭМС) қамтамасыз ету үшін радиожиилік сүзгілерін (бұдан әрі - РЧ-сүзгілерін) қолдану ұсынылады. ПЧВ топтамасында ГОСТ Р 51318.11-2006 бойынша А1 класының талаптарын қанағаттандыратын кіріктірілген радиожиилік сүзгілері қамтамасыз етілген. Радио кедергілік сәулеленуді экрандалған кабельдер, металл қаптамалар және экрандар қолданумен қосымша азайтылуы мүмкін. Жиілік түрлендіргіштің ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 30 А, 380 В кернеуге есептелінген радиожиилік сүзгі таңдаймыз.

ПЧВ-ға кірістік сүзгі таңдау. Басқару сапасын және АҚ қызмет ету мерзімін арттыру үшін ПЧВ шығуында моторлы дроссельдерді, dU/dt дроссельдерін және синустық сүзгілерді қолдану ұсынылады. dU/dt дроссельдерінің негізгі мақсаты - ПЧВ кернеуінің импульстік формасы салдарынан АҚ клеммасында кернеудің өсу жылдамдығының және асқын кернеу шамасының төмендету. dU/dt дроссельдері ПЧВ шығуына тікелей жақын орнатылады және келесі жағдайларда ұсынылады:

а) жиілік түрлендіргішінің және АҚ арасындағы қысқа кабельде болса;

б) ескі немесе қайта оралған АҚ;

в) белсенді немесе ылғалдылығы жоғары ортада.

Жиілік түрлендіргіштің ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 33 А, индуктивтілігі 0,24 мГн болатын dU/dt дроссelyn таңдаймыз.

АҚ-ны ПЧВ-дан қоректену кезінде оның орамдарына кең жиіліктік спектрлі импульстік кернеу салынады, ол оқшаулағыш материалдардың қасиеттеріне теріс әсер етеді және оның фазалық тогы пішіндес гармониканы тудырады. *Моторлық дроссельдер* оқшаулаудың тесілу қаупін және АҚ тогының пульсация шамасын төмендетеді, сондай-ақ ұзын моторлы кабельдердің сыйымдылық токтарын өтейді, сонымен қатар олардың ұзындығын арттыруға мүмкіндік береді.

Жиілік түрлендіргіштің ПЧВЗ-15К-В-54 үшін номинальды ток 30А, индуктивтілігі 0,4 мГн болатын моторлық дроссель таңдаймыз.

Синустық сүзгілері - бұл сыйымды және индуктивті элементтердің жиынтығы. РСУ инверторының жоғары жиілікті конверсиясы синус сүзгісімен сiңедi және гармоникалық компоненттерсiз синусоидалы кернеу оның шығысында алынады, ол мотор кабельдерінің ұзындығын едәуір арттырады (150 метрге дейін) және экрандалған кабельдің қажеттілігін жояды. Сонымен қатар, кернеуді жоғары сапалы сүзгілеу кезінде қан қысымының қызуы мен акустикалық шуы азаяды, бұл оның қызмет ету мерзімін арттырады. Синус сүзгілері түрлендіргішке жақын орнатылады.

ПЧВЗ-15К-В-54 жиілік түрлендіргіші үшін номиналды тогы 30 А және индуктивтілігі 1,6 мГ және сыйымдылығы 10 мкФ болатын синус сүзгісін таңдаймыз.

Тежегіш резистордың қуаты мен кедергісінің мәнін есептеу.

Тежегіш резистор қозғалтқышты тежеу немесе оның жылдамдығын жылдам төмендету үшін (әсіресе, үлкен момент инерциясы бар жүктеме үшін) қолданылады. Токтау кезінде асинхронды қозғалтқыш генераторлық режимде жұмыс істейді және электр энергиясын ПЧВ-ға береді, бұл тұрақты ток буынындағы асқын кернеуді тудырады. Тұрақты ток буынындағы асқын кернеуді сөндіру үшін электр энергиясын жылу энергиясына түрлендіретін тежегіш резисторлар қолданылады. ПЧВ үшін тежегіш резисторды таңдау есептеу жолымен немесе ұсынылатын параметрлер кестесі бойынша жүзеге асырылуы мүмкін.

Тежегіш резистордың кедергісін есептеу үшін жүктеме циклына байланысты төменде жазылған алгоритмді пайдалану ұсынылады.

Тежеудің ең жоғарғы моменті есептейміз M_{Bmax} . Бұл момент баяулаудың бастапқы жылдамдығына n_1 , баяулаудың соңғы жылдамдығына n_2 , баяулаудың қалаған уақытына t_B және жалпы жүйенің инерция моментіне J байланысты.

Тежеудің талап етілетін уақыты және тежелудің берілген момент үшін тежеу циклінің мәні:

$$t_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot M_{Bmax}} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 3000}{60 \cdot 35.86} = 8,76 \text{ с.} \quad (2.11)$$

$$ED = \frac{(t_B)}{T} = \frac{8,76}{60} = 0,146 = 14,6\% \quad (2.12)$$

Ең жоғары тежегіш қуатын есептейміз:

$$P_{Bmax} = \frac{M_{Bmax} \cdot (n_1 - n_2)}{8.76} = \frac{1.25 \cdot 35.86 \cdot 3000}{8.76} = 15.35 \text{ кВт.} \quad (2.13)$$

Тежеу электр қуатын анықтаймыз:

$$P_{el} = P_{Bmax} - k \cdot P_{mol} = 15.35 - 0,15 \cdot 11 = 13.7 \text{ кВт.} \quad (2.14)$$

2.5 суретте көрсетілген график бойынша $f_k=4,8$ коэффициентін таңдаймыз. Тежеудің номиналды қуатын анықтаймыз.

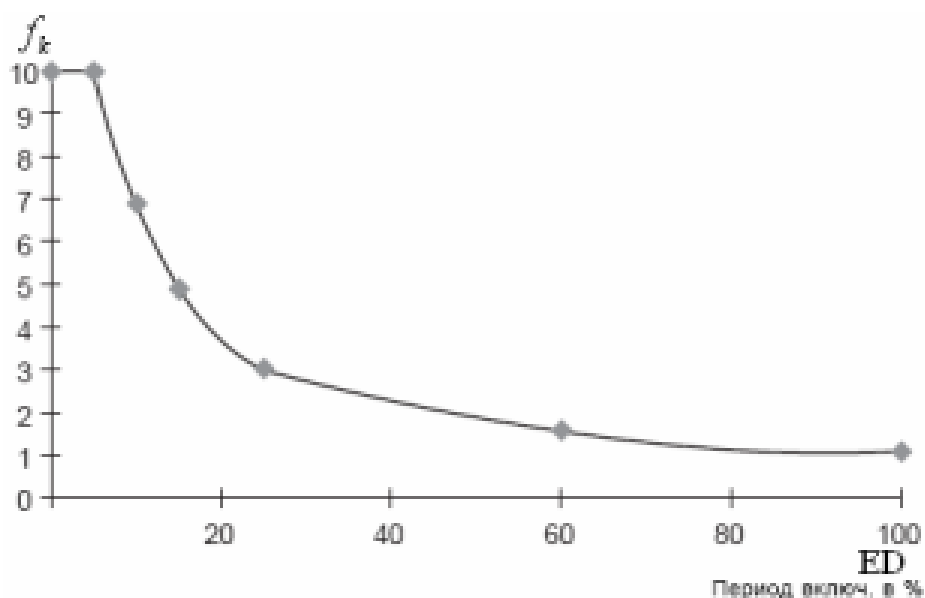
$$P_{elНОМ} = \frac{P_{el}}{f_k} = \frac{13.7}{4.8} = 2.85 \text{ кВт.} \quad (2.15)$$

Берілген жүктеме циклі үшін тежегіш резистордың минимал рұқсат етілген кедергісін анықтаймыз

$$R_{Bmin} \leq \frac{U_B^2}{P_{el}} = \frac{760^2}{2.85} = 202.67 \text{ Ом.} \quad (2.16)$$

R_B тежегіш резистордың ең аз R_{Bmin} кедергісінен кем болмауы керек.

ПЧВ3-15К-В-54 жиілікті түрлендіргіш үшін 270 Ом мәні бар тежеу кедергісі ұсынылады.



2.5 сурет - f_k коэффициентінің ED тәуелді графигі

3 Электржетегінің қозғалтқышының статикалық сипаттамаларын зерттеу

3.1 Электр қозғалтқыштың табиғи сипаттамаларын анықтау

Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы - оның бұрыштық жылдамдығының ω айналдырушы моментке M тәуелділігі: $\omega = f(M)$.

Электрқозғалтқыштың жылдамдықтық немесе электрмеханикалық сипаттамасы - ол жылдамдықтың токқа тәуелділігі: $\omega = f(I)$. қ

Механикалық сипаттамаларды табиғи және жасанды сипаттамалар деп бөледі.

Табиғи сипаттама қоректендіруші желінің параметрлері оның номиналдық параметрлеріне, ал қозғалтқыштың параметрлері оның құжаттық номиналдық параметрлеріне сәйкес болған және оның тізбегінде ешқандай қосымша электротехникалық элементтер (кедергілер, реакторлар, конденсаторлар) қосылмаған жағдайда тұрғызылады.

Көп жағдайда табиғи сипаттаманы моменттің $M=f(s)$ сырғанауға тәуелділігі арқылы есептейді.

Сырғанау мен бұрыштық бұрыштық айналу жылдамдығы арасында мынадай тәуелділік бар:

$$\omega = \omega_0(1 - S), \quad (3.1)$$

мұндағы ω_0 - синхрондық бұрыштық жылдамдық.

Механикалық сипаттамаларды нақты есептеу Клосс формуласы арқылы жүргіземіз:

$$M = \frac{2 \cdot M_k \cdot (1 + \varepsilon)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot \varepsilon}, \quad (3.2)$$

мұндағы M_k – қозғалтқыштың шектік моменті;

s_k – сырғанаудың шектік мәні;

s - ағымдық мәні, сырғанаудың ағымдық мәні;

$$\varepsilon = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + X_k^2}} = \frac{0,4182}{\sqrt{0,4182^2 + 1,8925^2}} = 0,216 \quad \text{- коэффициент.}$$

Шектік моменттің есептік мәнін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$M_k = \frac{3 \cdot U_{\phi H}^2}{2 \cdot \omega_0 \left[R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_k^2} \right]} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot \left[0,4182 + \sqrt{0,4182^2 + 1,8925^2} \right]} = 98,12 \text{ Нм,}$$

Шектік сырғанаудың мәнін мына формула арқылы анықтаймыз:

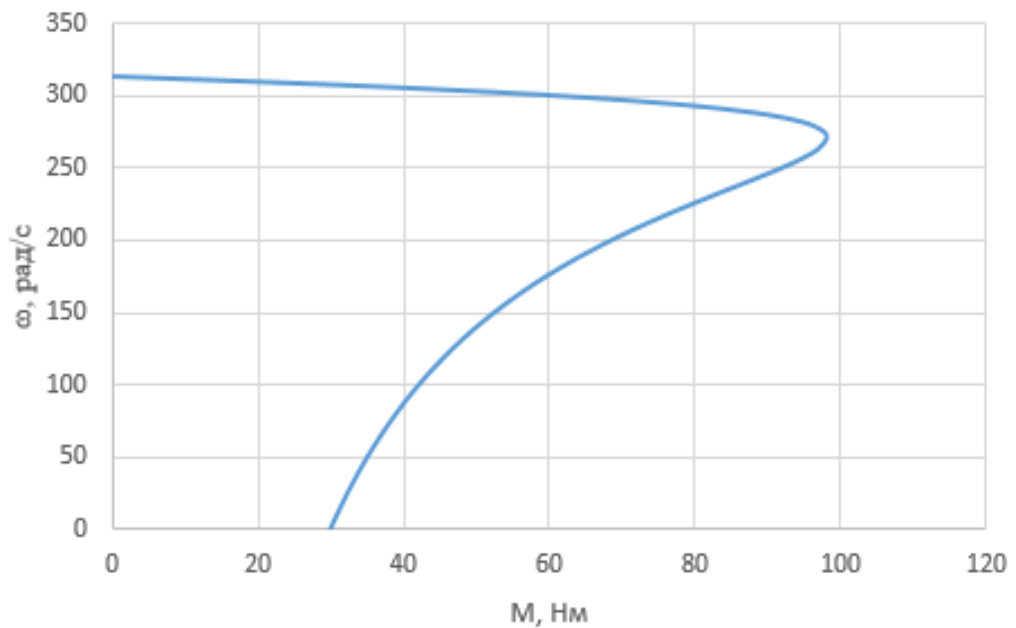
$$S_K = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + X_K^2}} = \frac{0,2614}{\sqrt{0,4182^2 + 1,8925^2}} = 0,135$$

Сырғанау s мәнін $0...1$ аралығында өзгертіп, моменттің мәндерін анықтаймыз да, 3.1 кестеге ендіреміз.

3.1 кесте – Есептеу нәтижелері

S	0	0,1	0,135	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω , рад/с	314	282,6	271,6	219,8	188,4	125,6	62,8	0
M, Нм	0	94,59	98,12	92,19	63,93	46,78	36,56	29,92

Есептеу нәтижелері бойынша тұрғызылған табиғи механикалық сипаттаманың графигі 3.1 суретте келтірілген.



3.1 сурет - Электрқозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Ротор тогының I_2' сырғанауға S тәуелділігін мына формула бойынша есептейміз:

$$I_2' = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,4182 + \frac{0,2614}{S}\right)^2 + 1,8925^2}}, \quad (3.3)$$

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

Сырғанау мәндерін 0...1 аралығында өзгерте отырып, I_2' тогының мәндерін анықтаймыз. Есептеу нәтижелерін 3.2 кестеге ендіреміз.

3.2 суретте $f=50$ Гц болған кездегі ротор тогының I_2' сырғанауға (ω) тәуелділігінің графигі көрсетілген. Бұл сипаттама табиғи электрмеханикалық сипаттама болып саналады.

3.2 кесте - Есептеу нәтижелері

S	0	0,1	0,135	0,2	0,4	0,6	0,8	1
ω , рад/с	314	282,6	271,61	219,8	188,4	125,6	62,8	0
I_2'	0	61,55	72,83	85,91	101,16	105,96	108,17	109,41

I_1 статор тогын ротор тогы I_2' мен I_μ магниттеуші тогының векторлық қосындысы деп қарастырып, оның модулін мына формула бойынша есептейміз:

$$I_1(S) = \sqrt{(I_2')^2 + I_\mu^2 + 2I_\mu I_2' \sin \psi_2}, \quad (3.4)$$

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

$$\sin \psi_2 = \frac{x_1 + x_2'}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{0,6378 + 1,2547}{\sqrt{\left(0,4182 + \frac{0,2614}{S}\right)^2 + 1,8925^2}}. \quad (3.5)$$

I_μ – магниттеуші ток:

$$I_\mu = \frac{U_H}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_\mu)^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,4182^2 + (0,6378 + 43,9152)^2}} = 4,94 \text{ А}. \quad (3.6)$$

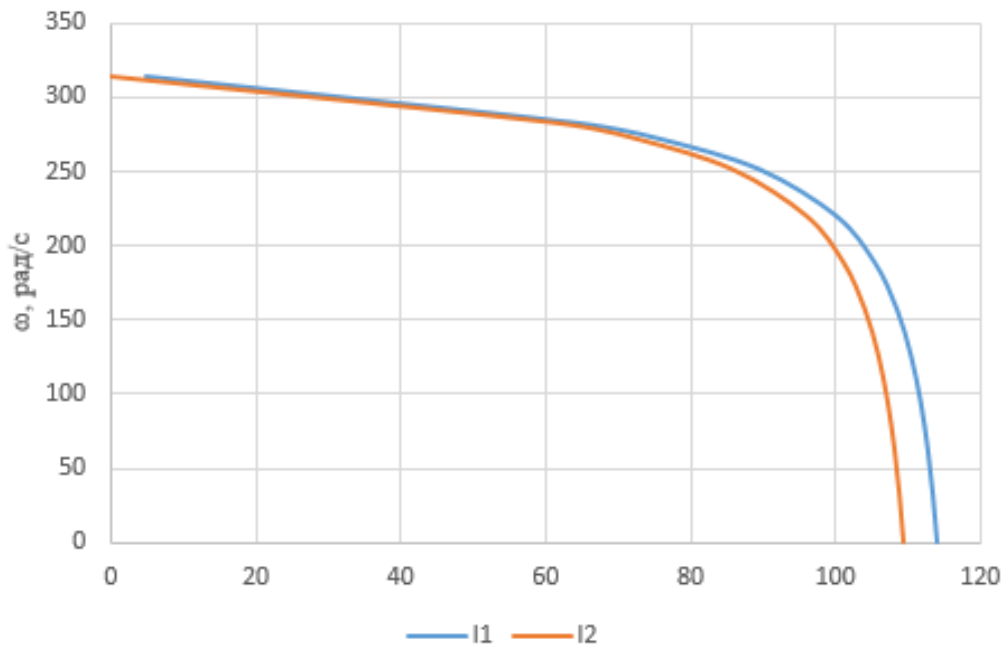
Сырғанауға әртүрлі мән бере отырып, ротор тогының мәндерін $I_2'(s)$ (3.3) формула бойынша, ал $\sin \psi_2$ мәндерін (3.5) формула бойынша, $I_1(s)$ мәндерін (3.4) формула бойынша анықтаймыз.

Бұл формулалар бойынша жүргізілген есептеу нәтижелерін 4.3 кестеге ендіреміз.

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

S	0	0,1	0,135	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\sin \psi_2$	0	0,529	0,626	0,739	0,870	0,912	0,931	0,941
$I_2'(s)$	0	61,55	72,83	85,91	101,16	105,96	108,17	109,41
$I_1(s)$	4,94	64,30	76,02	89,62	105,48	110,48	112,78	114,07
Ω	314	282,6	271,6	251,2	188,4	125,6	62,8	0

3.2 суретте $I_1(\omega)$ және $I_2'=f(\omega)$ тәуелділіктерінің графиктері көрсетілген.



3.2 сурет - $I_1(\omega)$ және $I_2'=f(\omega)$ тәуелділіктерінің графиктері

3.2 Қозғалтқыштың $\frac{U_H}{f_H} = const$ жиіліктік реттеу заңына сәйкес жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу

Қоректендіруші желінің параметрлері номиналдық мәндерден өзгеше болған кезге немесе статор орамалардың қосылу сұлбасы өзгерген кезде немесе қозғалтқыш тізбегіне қосымша электротехникалық элементтер қосылған кездегі жұмыс режимдеріне сәйкес келетін сипаттамаларды электрқозғалтқыштың *жасанды сипаттамалар* дейді. Қозғалтқышта мұндай сипаттамалар сан жағынан шектеусіз көп болуы мүмкін. Егер жасанды сипаттамалар қозғалтқыштың координаттарын (токты, моментті, жылдамдықты, орынжағдайды) реттеу үшін арнайы түрде қолданылған жағдайда оларды кейде *реттеушік сипаттамалар* деп те аталуы мүмкін.

Жүктеме моментінің сипаттамасына сәйкес жиіліктік реттеу заңы (U_{1i}/f_{1i}) таңдалады. Жүктеме моменті әртүрлі болуы мүмкін.

Егер жүктеме моменті жылдамдыққа тәуелді сипаты сызықтық емес болса, онда ол мына өрнекпен жазылады:

$$M_c = M_0 + \frac{k''}{\omega}; \quad (3.7)$$

мұндағы ω - ротордың бұрыштық айналу жиілігі, c^{-1} ;
 k'' - жүктеме моментінің өзгеруін анықтайтын коэффициент.

Егер жүктеменің моментінің жылдамдыққа тәуелді сипаты желдеткіштік сипатта болса, онда ол мына өрнекпен сипатталады:

$$M_c = M_0 + k' \omega^x. \quad (3.8)$$

мұндағы $M_0 = 0,1 M_H$ - бос жүріс моменті, Нм.

$$K_H = (M_H - M_{xx}) / \omega_H^2. \quad (3.9)$$

Жүктеменің моменті жылдамдыққа тәуелді сипаты тұрақты ($M_c = M_H = \text{const}$) болуы да мүмкін

Біз жобада скалярлық басқару заңын ($\frac{U_H}{f_H} = \text{const}$) таңдағандықтан жасанды механикалық сипаттамалар осы заңға сәйкес тұрғызамыз.

Қозғалтқыштың статор орамаларына берілетін кернеудің жиілігін өзгерткен кезде жиілікке тәуелді параметрлер - синхронды айналу жиілігі ω_0 , сырғанау S және статор кедергісі мен ротордың шашыраңқы индуктивті кедергісі - өзгереді:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right); \quad (3.10)$$

$$s = 1 - \frac{\omega}{\omega_0} = 1 - \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right)} \quad (3.11)$$

$$X_1 + X_2' = (X_1 + X_2') \left(\frac{f_1}{f_{1H}} \right); \quad (3.12)$$

$M_c = M_H = \text{const}$ тұрақты жүктеме болғанда жиілік пен кернеу арақатынас келесі формуламен өрнектеледі:

$$\frac{U_i}{f_{1i}} = \frac{U_H}{f_{1H}} = \text{const} \quad (3.13)$$

Электрозғалтқыш моментін анықтайтын өрнекке жиілік пен кернеудің арақатынастарын анықтайтын мәндерді қойып, есептеу жүргізіледі:

$$M = \frac{3 \cdot U_\phi^2(f) \cdot \frac{R_2'}{S(f)}}{\omega_0(f) \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + x_k^2(f) \right]}. \quad (3.14)$$

Енді механикалық сипаттаманы есептеу мына өрнек бойынша жүргізіледі:

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi, \text{ном}} \cdot f^*)^2 \cdot \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega}}{\omega_{0н} \cdot f^* \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2' \cdot \omega_{0н} \cdot f^*}{\omega_{0н} \cdot f^* - \omega} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]} \quad (3.15)$$

немесе

$$M = \frac{3 \cdot (U_{\phi, \text{ном}} \cdot f^*)^2 \cdot R_2'}{\omega_{0н} \cdot f^* \cdot s \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}$$

Егер жиілік $f_1 = 30$ Гц болса, онда $f^* = 30/50 = 0,6$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,6 = 132$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$s_{k30} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2') \cdot f^*]^2}} = \frac{0,2614}{\sqrt{0,4182^2 + (1,8925 \cdot 0,6)^2}} = 0,216.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

$$M = \frac{3 \cdot 132^2 \cdot 0,2614'}{314 \cdot 0,6 \cdot s \cdot \left[\left(0,4182 + \frac{0,2614'}{s} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,6)^2 \right]}$$

Сырғанаудың мәнін 0...1 аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.4 кестеге ендіреміз

3.4 кесте - $f_{1н} = 30$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

$f_{1н} = 50$ Гц	S	0	0,1	0,2	0,216	0,4	0,6	0,8	1
$f_1 = 30$ Гц	ω	188,4	169,56	150,72	147,71	113,04	75,36	37,68	0
	M	0	69,18	85,01	85,20	74,37	59,89	49,16	41,41

Егер жиілік $f_1 = 20$ Гц болса, онда $f^* = 20/50 = 0,4$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,4 = 88$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$s_{k20} = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f]^2}} = \frac{0,2614}{\sqrt{0,4182^2 + (1,8925 \cdot 0,4)^2}} = 0,302.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

$$M = \frac{3 \cdot 88^2 \cdot 0,2614}{314 \cdot 0,4 \cdot s \cdot \left[\left(0,4182 + \frac{0,2614}{s} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,4)^2 \right]}.$$

Сырғанаудың мәнін 0...1 аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.5 кестеге ендіреміз

3.5 кесте - $f_{11}=20$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50$ Гц	S	0	0,1	0,2	0,302	0,4	0,6	0,8	1
$f_1=20$ Гц	ω	125,6	113,04	100,48	87,67	75,36	50,24	25,12	0
	M	0	49,50	68,11	72,08	70,21	61,89	53,58	46,72

Егер жиілік $f_1=10$ Гц болса, онда $f^*=10/50=0,2$, ал $U_1=220 \cdot 0,2=44$ В тең болады.

Бұл жиілікте шектік сырғанау мынаған тең:

$$s_{k10} = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + [(X_1 + X_2) \cdot f]^2}} = \frac{0,2614}{\sqrt{0,4182^2 + (1,8925 \cdot 0,2)^2}} = 0,463.$$

Моменттің есептік формуласы мынадай болады:

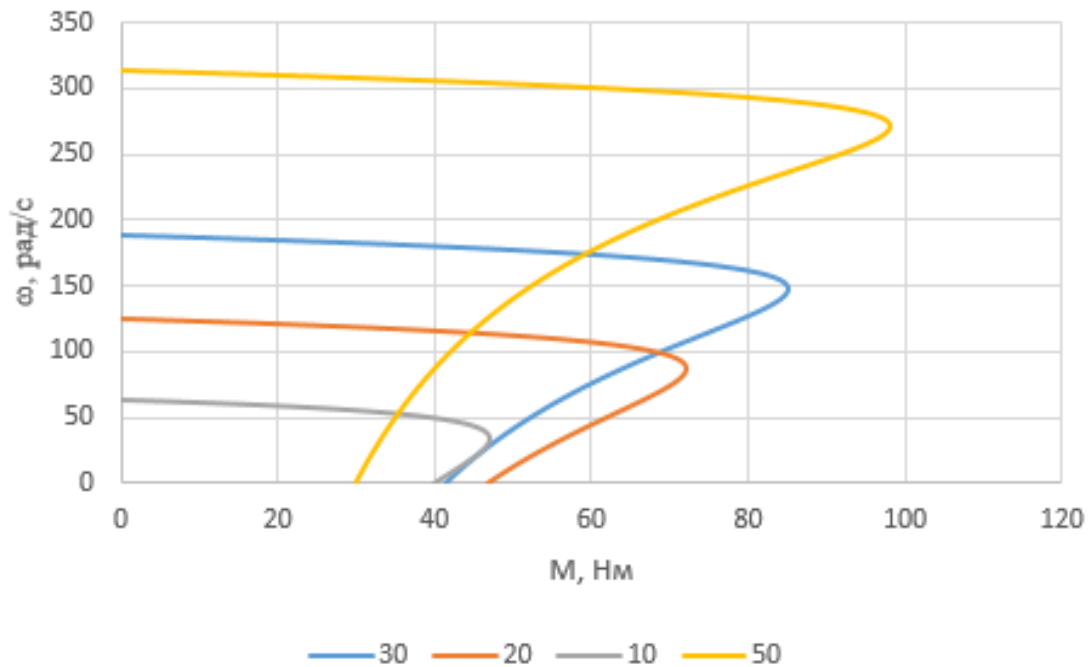
$$M = \frac{3 \cdot 44^2 \cdot 0,2614}{314 \cdot 0,2 \cdot s \cdot \left[\left(0,4182 + \frac{0,2614}{s} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,2)^2 \right]}.$$

Сырғанаудың мәнін 0...1 аралығында өзгерте отырып, моменттің мәнін анықтаймыз. Ол мәндерді 3.6 кестеге ендіреміз.

3.6 кесте - $f_{11}=10$ Гц болған кездегі есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50$ Гц	S	0	0,1	0,2	0,4	0,463	0,6	0,8	1
$f_1=10$ Гц	ω	62,8	56,52	50,24	37,68	33,72	25,12	12,56	0
	M	0	25,89	38,75	46,79	47,08	46,19	43,28	39,95

Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік ($f=50;30;20;10$ Гц) кезіндегі жасанды механикалық сипаттамалары 3.3 суретте келтірілген.



3.3 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік ($f = 50; 30; 20; 10$ Гц) кезіндегі жасанды механикалық сипаттамалары

Бұл графиктерден $\frac{U_i}{f_{1i}} = \frac{U_H}{f_{1H}} = const$ жиіліктік реттеу заңын қолданған кезде жиіліктің мәні азайған сайын шектік моменттің мәні M_K біршама азаятындығын, ал жүргізіп жіберу моментінің көбейетіндігін көреміз.

Сонымен қатар, жиіліктің мәні азайған сайын синхрондық жылдамдық та кемитінін көреміз.

Енді асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілікке ($f = 50; 30; 20; 10$ Гц) сәйкес келетін жылдамдықтық (электрмеханикалық) сипаттамаларын есептейміз.

Жылдамдықтық сипаттаманы I_2' тоқ мәнінің негізінде алуға болады. Жылдамдық сипаттаманы әртүрлі жиілікті кернеуде есептеп, кестеге енгіземіз.

$$I_2' = \frac{U_\phi(f)}{\sqrt{\left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S(f)} \right)^2 + (x_k \cdot f^*)^2 \right]}} \quad (3.16)$$

мұндағы, $S(f)$ – берілген жиіліктегі сырғанау, оны келесі формуламен анықтауға болады:

$$S(f) = \frac{\omega_0 \cdot f^* - \omega}{\omega_0 \cdot f^*}, \quad (3.17)$$

мұндағы, $f^* = f_i / f$;

ω_0 – синхрондық бұрыштық айналу жылдамдығы, біздің жағдайымызда $\omega_0 = 314$ рад/с;

f - қоректендіретін кернеудің берілген жиілігі, $f = 50$ Гц;

f_i - өзгертін жиіліктің мәндері.

Егер жиілік $f_1 = 30$ Гц болса, онда $f^* = 30/50 = 0,6$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,6 = 132$ В тең болады.

Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

$$I_2' = \frac{132}{\sqrt{\left[\left(0,4182 + \frac{0,2614'}{S(f)} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,6)^2 \right]}}$$

Есептеу нәтижелері 3.7 кестеге ендіреміз.

3.7 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1н} = 50$ Гц	S	0	0,1	0,2	0,216	0,4	0,6	0,8	1
$f_1 = 30$ Гц	ω	188,4	169,56	150,72	147,71	113,04	75,36	37,68	0
	I_2'	0	40,77	63,91	66,49	84,54	92,91	97,20	99,75

Егер жиілік $f_1 = 20$ Гц болса, онда $f^* = 20/50 = 0,4$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,4 = 88$ В тең болады.

Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

$$I_2' = \frac{88}{\sqrt{\left[\left(0,4182 + \frac{0,2614'}{S(f)} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,4)^2 \right]}}$$

Есептеу нәтижелері 3.8 кестеге ендіреміз.

3.8 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1н} = 50$ Гц	S	0	0,1	0,2	0,302	0,4	0,6	0,8	1
$f_1 = 20$ Гц	ω	125,6	113,04	100,48	87,67	75,36	50,24	25,12	0
	I_2'	0	28,16	46,71	59,05	67,07	77,12	82,86	86,50

Егер жиілік $f_1 = 10$ Гц болса, онда $f^* = 10/50 = 0,2$, ал $U_1 = 220 \cdot 0,2 = 44$ В тең болады.

Бұл жиілікте ротор тогы мына формула бойынша анықталады:

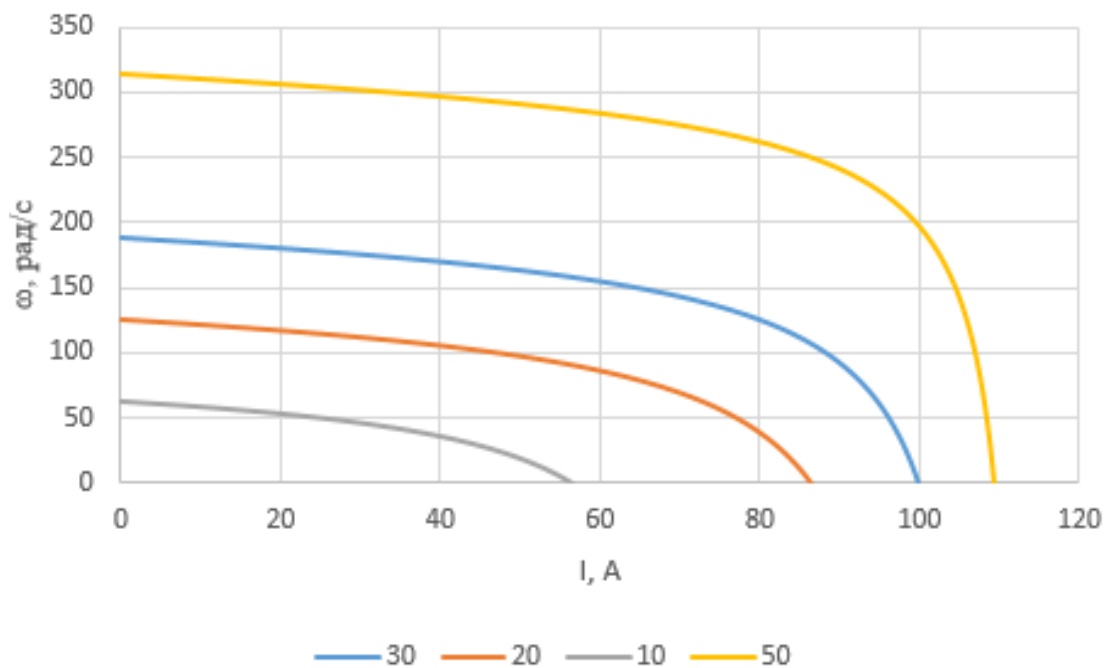
$$I_2' = \frac{44}{\sqrt{\left[\left(0,4182 + \frac{0,2614}{S(f)} \right)^2 + (1,8925 \cdot 0,2)^2 \right]}}$$

Есептеу нәтижелері 3.9 кестеге ендіреміз.

3.9 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50\text{Гц}$	S	0	0,1	0,2	0,4	0,463	0,6	0,8	1
$f_1=10\text{Гц}$	ω	62,8	56,52	50,24	37,68	33,72	25,12	12,56	0
	I_2'	0	14,40	24,91	38,71	41,78	47,11	52,66	56,56

Әртүрлі жиіліктер үшін кестелерде келтірілген деректер бойынша электромеханикалық сипаттамаларды тұрғызамыз (3.4 сурет).



3.4 сурет – Қозғалтқыштың әртүрлі жиіліктегі (50 Гц;30Гц;20 Гц;10 Гц) электромеханикалық сипаттамалары

4 Электржетегінің динамикалық сипаттамаларын зерттеу

4.1 Электржетектің тұйықталған жүйесінің құрылымдық (структуралық) сұлбасын құру

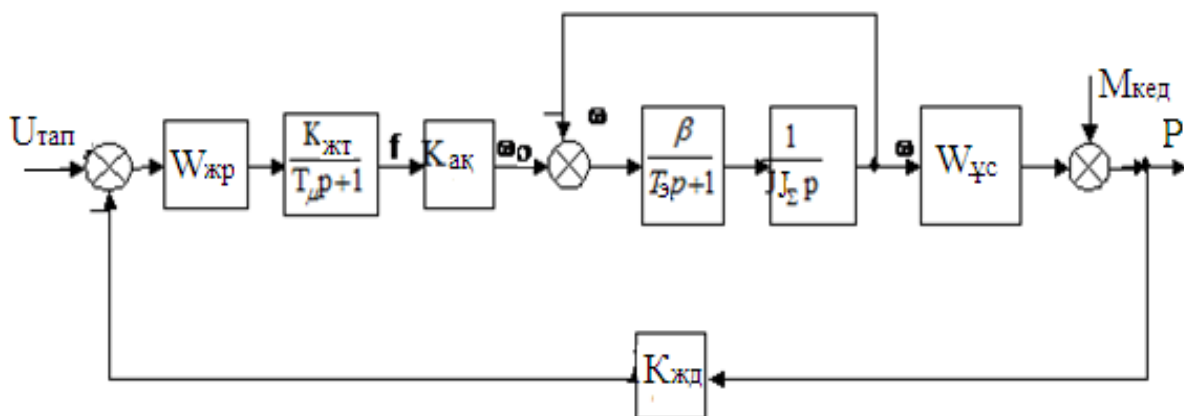
ТЖТ-АҚ жүйесіне қойылатын талаптар орындау оның элементтерінің қажетті статикалық сипаттамалар және динамикалық қасиеттерін қалыптастыру арқылы қамтамасыз етіледі.

Ол үшін реттеу жүйесіне қосымша элементтерді - тапсырма бергіштер және реттегіштерді - енгізу арқылы қол жетеді. Электр жетегінің динамикалық қасиеттері басқарушы мен қоздырушы әсерлер әрекет еткен кезде орын алатын өтпелі үрдістердің сипаттамалары арқылы айқындалады. Реттегіштер арқылы қажетті статикалық сипаттама алынады.

Реттеу жүйелерінде тура, яғни басқару сигнал берілетін канал, және кері байланыстық канал болады. Түзетуші құрылғылардың қосылу тәсілдеріне байланысты сұлбаларды тізбектей және параллель жалғанған түзетушілері бар басқарушы сұлбалар деп жіктеуге болады.

ТЖТ-АҚ жүйесінің динамикалық сипаттамаларын қарастыру үшін оның құрылымдық сұлбасы құрастырылуы керек. Ол үшін жүйенің құрамына кіретін элементтердің әрқайсысын динамикалық буындар ретінде көрсетіп, олардың беріліс функциялары анықталуы керек және соның негізінде құрылымдық сұлбасы құрастырылуы керек.

Ұсақтағыштың реттелетін электр жетегінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген.



4.1 сурет - Ұсақтағыштың басқарылатын электр жетегінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Бұл құрылымдық сұлбадағы шартты белгілер:

- $U_{\text{тап}}$ – тапсырма сигналының кернеуі;
- $W_{\text{жр}}$ – жылдамдық реттеуіштің беріліс функциясы;
- $K_{\text{жт}}$ – жиіліктік түрлендіргіштің пропорционалдық коэффициенті;
- $K_{\text{ак}}$ – асинхронды қозғалтқыштың пропорционалдық коэффициенті;
- $W_{\text{ұс}}$ – жем-шөп ұсақтағыштың беріліс функциясы
- $K_{\text{жд}}$ – жылдамдық датчигінің пропорционалдық коэффициенті
- $M_{\text{кед}}$ – кедергі моменті.

4.2 Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделін және құрылымдық сұлбасын құру

Қазіргі кезде жиіліктік түрлендіргіші бар асинхронды электр жетегін құруға қатысты қолданылатын жаңа тәсіл асинхронды қозғалтқыштың толық дифференциалдық теңдеулеріне негізделген. Мұндай тәсіл асинхронды қозғалтқышты қарапайым тәсілдермен талдауға мүмкіндік береді және структуралық сұлбасын құруға жағдай жасайды

Бұл үшін электрқозғалтқыштың қозғалмайтын координаталар жүйесінде басқарылатын координаттарды айналатын координаталар жүйесінде түрлендіріледі. Айналатын жүйеде координаттар векторлық шамалар ретінде қарастырылады. Координаталардың айналмалы өстерінде проекция ретінде орналасқан шамалардың ішінен координаттардың пропорционал немесе тұрақты шамалары бөліп алынады да, оларды электр жетегі жүйесінде басқару сигналы ретінде қолданады.

Егер u өсін нақты өс деп, ал v өсін жорамал өс деп қабылдасақ, онда дифференциалдық теңдеулерді векторлық түрде жазуға болады.

Қозғалтқыштың сипаттамасы жүк тиеу мен оны түсірудің берілген шарттарына сәйкес келу керек. Бұл операциялар кезектесіп отыратындықтан сипаттамалар қолмен немесе автоматты басқару арқылы жасанды түрде өзгеріп отыруы керек немесе өздігінен басқарылуы керек.

Асинхронды қозғалтқыштың толық дифференциалдық теңдеулері мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned}
 U_{1u} &= i_{1u}R_1 + \frac{d\psi_u}{dt} - \omega_k\psi_{1\vartheta} \\
 U_{1v} &= i_{1\vartheta}R_1 + \frac{d\psi_{\vartheta}}{dt} - \omega_k\psi_{1u} \\
 0 &= i_{2u}R_2 + \frac{d\psi_{2u}}{dt} - (\omega_k - \omega_{эл})\psi_{2\vartheta} \\
 0 &= i_{2\vartheta}R_2 + \frac{d\psi_{2\vartheta}}{dt} - (\omega_k - \omega_{эл})\psi_{2u} \\
 M &= p_n L_{12}(i_{1\vartheta}i_{2u} - i_{1u}i'_{2\vartheta}) \\
 \psi_{1u} &= L_1 i_{1u} + L_{12} i_{2u}; \quad \psi_{1\vartheta} = L_1 i_{1\vartheta} + L_{12} i_{2\vartheta} \\
 \psi_{2u} &= L_2 i_{2u} + L_{12} i_{1u}; \quad \psi_{2\vartheta} = L_2 i_{2\vartheta} + L_{12} i_{1\vartheta}
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Екі фазалы асинхронды қозғалтқыштың u мен v өстеріндегі математикалық моделі мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned}
\omega_k &= 0; \\
\bar{U}_1 &= \bar{i}_1 R_1 + \frac{d\bar{\psi}_1}{dt}; \\
0 &= \bar{i}_2 R_2 + \frac{d\bar{\psi}_2}{dt} - j\omega_{эл} \bar{\psi}_2; \\
\bar{M} &= p_{\pi} L_{12} \text{Im}(\bar{i}_1 * \bar{i}_2^*) = p_{\pi} L_{12} (i_{1\beta} i_{2\alpha} - i_{1\alpha} i_{2\beta}),
\end{aligned} \tag{4.2}$$

мұндағы ω_k —координата өстердің айналу жылдамдығы;

i_v, i_u — токтың құраушылары;

ψ_v, ψ_u — ағын ілінісуі;

R_1 — статор кедергісі;

M — қозғалтқыштың электромагниттік моменті;

L_1, L_2 — статор мен ротордың фазалаырың индуктивтілігі;

L_{12} — өзаралық индуктивтілік;

U_1 — статордағы кернеу.

Бұл модельдегі айнымалылар статор тогының жиілігімен өзгереді.

Екі фазалы асинхронды қозғалтқыштың α мен β өстеріндегі математикалық моделі мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned}
\frac{di_{1\alpha}}{dt} &= K_1(U_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + K_3i'_{2\alpha} + K_2e_{1\beta}; \\
\frac{di_{1\beta}}{dt} &= K_1(U_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + K_3i'_{2\beta} - K_2e_{1\alpha}; \\
\frac{di'_{2\alpha}}{dt} &= -K_2(U_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) - K_5i'_{2\alpha} - K_4e_{1\beta}; \\
\frac{di'_{2\beta}}{dt} &= -K_2(U_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) - K_5i'_{2\beta} - K_4e_{1\alpha}; \\
\frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{J}(M - |M_c| \text{sign}\omega); \\
M &= K_6(i_{\beta}i'_{2\alpha} - i_{1\alpha}i'_{2\beta}); \\
e_{1\alpha} &= \omega_{эл}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}); \\
e_{1\beta} &= \omega_{эл}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}); \\
\omega_{эл} &= p_{\pi}\omega,
\end{aligned} \tag{4.3}$$

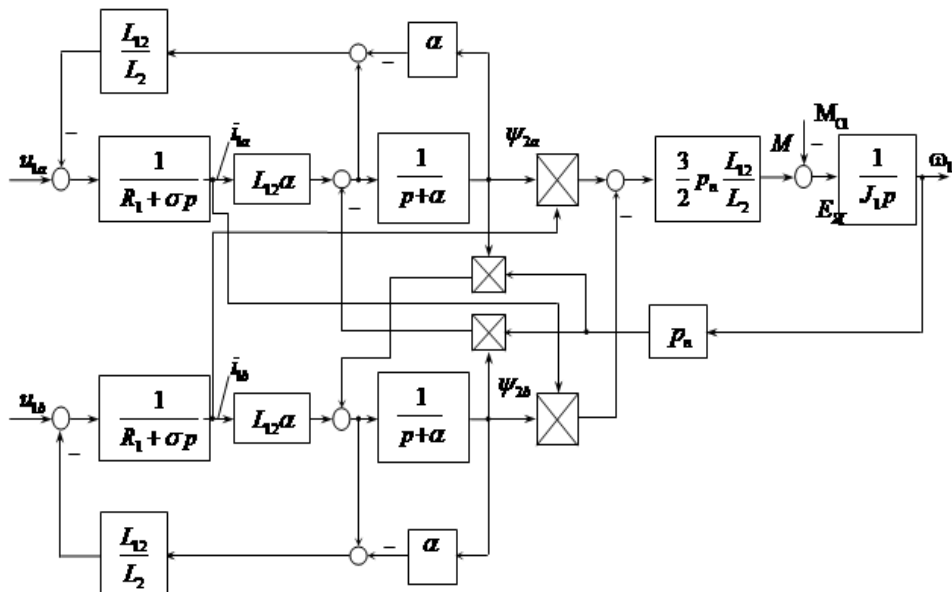
мұндағы

$$\begin{aligned}
K_1 &= \frac{L_2}{L_1 L_2 - L_{12}^2}; \\
K_2 &= \frac{L_{12}}{L_1 L_2 - L_{12}^2}; \\
K_3 &= K_2 R'_2; \\
K_4 &= \frac{L_1}{L_1 L_2 - L_{12}^2}; \\
K_5 &= K_4 R'_2; \\
K_6 &= \frac{3}{2} p_{\Pi} L_{12}; \\
U_{1\alpha} &= U_{1m} \cos[\phi_{\text{эл}}(t)]; \\
U_{1\beta} &= U_{1m} \sin[\phi_{\text{эл}}(t)]; \\
\phi_{\text{эл}} &= 2\pi f_{1\text{НОМ}} \int \alpha(t) dt; \\
\alpha(t) &= \frac{f_1(t)}{f_{1\text{НОМ}}},
\end{aligned} \tag{4.4}$$

M , M_c —қозғалтқыш моменті және механизм кедергісінің статикалық моменті.

J_{Σ} - механизм инерциясының суммарлық моменті.

Екі фазалы асинхронды қозғалтқыштың α мен β өстеріндегі математикалық моделі негізінде құрастырылған асинхрондық қозғалтқыштың құрылымдық сұлба негізінде құрастырылған асинхрондық қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы 3.4 суретте көрсетілген.



4.2 сурет - Асинхрондық қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасы

Қозғалтқыштың екі фазалы модель үшін K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 коэффициенттерін анықтаймыз. Ол үшін қажетті параметрлерді анықтау керек:

Статордың индуктивтілігін есептейміз:

$$L_{1a} = \frac{X_1}{2\pi f} = \frac{0,6378}{314} = 0,00203 \text{ Гн.} \quad (4.5)$$

Ротордың индуктивтілігін есептейміз:

$$L_{2a} = \frac{X_2}{2\pi f} = \frac{1,2547}{314} = 0,004 \text{ Гн.} \quad (4.6)$$

Өзіндік индукция есептейміз:

$$L_{12} = \frac{X\mu}{2\pi f} = \frac{43,9152}{314} = 0,1398 \text{ Гн.} \quad (4.7)$$

(4.4) теңдеулер жүйесі үшін сәйкес индуктивтіліктерді есептейміз:

$$L_1 = \frac{X_1 + X\mu}{2\pi f} = \frac{0,6378 + 43,9152}{314} = 0,1419 \text{ Гн.}$$

$$L_2 = \frac{X_2 + X\mu}{2\pi f} = \frac{1,2547 + 43,9152}{314} = 0,1439 \text{ Гн.}$$

Статор тізбегінің эквивалентті индуктивтілігі есептейміз:

$$L_3 = L_1 - \frac{L_{12}^2}{L_2} = 0,1419 - \frac{0,1398^2}{0,1439} = 0,0061 \text{ Гн.} \quad (4.8)$$

$$K_1 = \frac{L_2}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0,1439}{0,1419 \cdot 0,1439 - 0,1398^2} = 164,39 \frac{1}{\text{Гн}}. \quad (4.9)$$

$$K_2 = \frac{L_{12}}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0,1398}{0,1419 \cdot 0,1439 - 0,1398^2} = 159,70 \frac{1}{\text{Гн}}. \quad (4.10)$$

$$K_3 = K_2 R_2 = 159,70 \cdot 0,2614 = 41,75 \frac{1}{\text{Гн}}. \quad (4.11)$$

$$K_4 = \frac{L_1}{L_1 L_2 - L_{12}^2} = \frac{0,1419}{0,1419 \cdot 0,1439 - 0,1398^2} = 162,10 \frac{1}{\text{Гн}}. \quad (4.12)$$

$$K_5 = K_4 R_2 = 162,10 \cdot 0,4182 = 67,79 \frac{1}{\text{Гн}}. \quad (4.13)$$

$$K_6 = \frac{3}{2} \cdot P_{\Pi} L_{12} = 0,063 \text{ Ом.} \quad (4.14)$$

$$R_3 = R_1 + R_2 \left(\frac{L_{12}^2}{L_2} \right) = 0,4182 + 0,2614 \cdot \frac{0,1398^2}{0,1439^2} = 0,665 \text{ Ом.} \quad (4.15)$$

$$T_{\text{э}} = \frac{L_{\text{э}}}{R_{\text{э}}} = \frac{0.0061}{0.665} = 0.0092 \text{ с.} \quad (4.16)$$

$$\Psi_1 = \frac{E_{\text{с}} \cdot \text{НОМ}}{2 \cdot \pi \cdot f_{1\text{НОМ}}} = \frac{217}{314} = 0,69 \text{ Вб.} \quad (4.17)$$

Қозғалтқыштың сызықтық моделі басқару жүйесінің реттегіштерін синтездеу үшін қолданылады. Асинхронды қозғалтқыштың сызықтық моделінің құрылымдық сұлбасы 3.5 суретте көрсетілген.

Суреттегі белгілер мынаны білдіреді:

β - механикалық сипаттаманың сызықтық аумағының қатаңдығы;

$T_{\text{э}}$ – электромагниттік уақыт тұрақтысы, с;

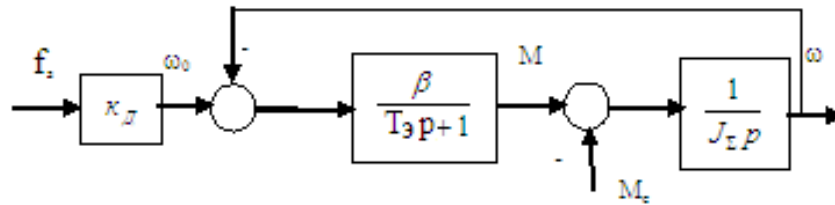
J_{Σ} – валдық қозғалтқышқа келтірілген инерция моментінің қосындысы;

ω_0 – бастапқы берілген айналу жиілігі, рад/с;

f_3 – тапсырманың жиілігі, Гц;

M – қозғалтқыштың механикалық моменті;

$K_{\text{д}}$ – қозғалтқыштың беріліс коэффициенті.



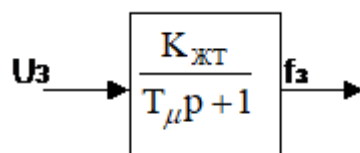
4.3 сурет– Асинхронды қозғалтқыштың сызықтық моделі

4.3 Электржетегінің негізгі элементтерінің беріліс функцияларын анықтау және олардың параметрлерін есептеу

Тұрақты ток буыны бар жиіліктік түрлендіргіштің құрамына басқарылатын түзеткіш, фильтр және автономды кернеу инверторы кіреді.

Көп жағдайда электр жетегін басқару жүйесінің зерттеу барысында түзеткіш апериодикалық буынның беріліс коэффициентімен $K_{\text{в}}$ және уақыт тұрақтысымен $T_{\text{в}}$ сипатталады, ал инверторды екпінді емес буын ретінде қарастырады. Транзисторлы түрлендіргіштер шектеуші басқарушысы бар сызықты емес дискретті динамикалық құрылғылар болып табылады. Олардың жиіліктік түрлендіргіштерден айырмашылығы мынада: олар сызықты емес нысан ретінде жұмыс жүйесінде әсерін тигізбейді.

Реттегіштің басқару жүйесін синтездеу үшін жиіліктік түрлендіргіштердің сызықтық моделі қолданылады (4.4 сурет).



4.4 сурет - Жиілікті түрлендіргіштердің сызықтық моделі

Модельдегі $K_{ЖТ}$ – жиілікті түрлендіргіштердің күшейту коэффициенті;
 T_{μ} - жиілікті түрлендіргіштердің уақыт тұрақтысы.

$$W_1(p) = \frac{K_{ЖТ}}{T_{\mu}p + 1} = \frac{3.33}{0.01p + 1}, \quad (4.18)$$

мұндағы $K_{ПЧ} = f_{1H}/I_3 = 50/15 = 3,33$ Гц/мА, - жиілікті түрлендіргіштердің күшейткіш коэффициенті;

$f_{1H} = 50$ Гц – желідегі кернеудің номиналды жиілігі;

$I_3 = 15$ мА – стандарт бойынша қабылданатын ток, $(20-5)=15$ мА;

$T_{\mu} = 0,01$ с - жиіліктік түрлендіргіштің уақыт тұрақтысы.

Негізгі жүйе үшін $T_{\mu} = 0,008 \div 0,01$, синтез үшін $T_{\mu} = 0,01$ қабылданады.

Жылдамдық датчигі

Беріліс коэффициентін келесі формуламен аламыз:

$$W_{ж} = \frac{8T_{\mu}p + 1}{8T_{\mu}p} \cdot \frac{T_M K_T C}{K_{ж}} \quad (4.19)$$

$$W_{ж} = \frac{0,08p + 1}{0,08p} \cdot \frac{0,000923}{0,5}.$$

мұнда, $K_{ж}$ – жылдамдық датчигінің коэффициенті ($K_{ж}=0,5$ В·с/рад)

T_M – қозғалтқыштың электр магниттік тұрақтысы,

C – қозғалтқыш коэффициенті.

K_T - ток датчигінің жіберу коэффициенті ($K_T = 0,07$).

Қозғалтқыштың электр магниттік тұрақтысы:

$$T_M = \frac{J_{\Sigma} R_{3T}}{C^2} \quad (4.20)$$

$$T_M = \frac{0,0345 \cdot 0,2614}{0,683^2} = 0,0193.$$

$$J_{\Sigma} = J_d + K_{ж} \cdot J_L$$

$$J_{\Sigma} = 0,023 + 0,5 \cdot 0,023 = 0,0345.$$

Қозғалтқыш коэффициенті:

$$C = \frac{U_H - I_H R_Z}{\omega_H} \quad (4.21)$$

$$C = \frac{220 - 21,04 \cdot 0,2614}{314} = 0,683.$$

Ұсатқышты басқару үшін сызықты емес механикалық сипаттамасы бар асинхронды үш фазалы айнымалы қозғалтқыш қолданылады. Жұмыс алаңында бұл сипаттама өте қатты болып табылады, сондықтан электрқозғалтқыштың айналу жиілігінің өзгеруі 2% - дан аспайды және оларды номиналды режимде елемеуге болады. Ол кезде ұсақтағыш жұмысының номиналды режимінде асинхронды үшфазалы электрқозғалтқышы бірінші ретті апериодикалық буынмен ұсынылады.

$$W_{ак}(p) = \frac{K_{ак}}{T_s \cdot p + 1} \quad (4.22)$$

мұнда, $K_{ак}$ – қозғалтқыштың пропорционалды коэффициенті, А/Нм;
 T_s – электр қозғалтқышының тұрақты уақыты, с.

Қозғалтқыштың пропорционалды коэффициенті мына қатынастан анықталады:

$$K_{ак} = \frac{I_{н,жс}}{M_H} \quad (4.23)$$

мұнда, $I_{н,жс}$ – құжат бойынша қозғалтқыштың номиналды желілік тогы, А;
 $M_{H,л}$ – қозғалтқыштың номинал моменті, Нм.

$$M_H = \frac{I_{н,л} \cdot U_{н,жс}}{\sqrt{3} \cdot \omega_H} \cdot \cos(\varphi_H) \cdot \eta_H \quad (4.24)$$

мұнда, $U_{н,ж}$ – номиналды желілік кернеу, В;
 $\cos(\varphi_H)$ – номинальды қуат коэффициент,
 η_H – номинальды қозғалтқыш ПӘК.

$$K_{ак} = \frac{\sqrt{3} \cdot \omega_H}{U_{н,л} \cdot \cos(\varphi_H) \cdot \eta_H} = \frac{\sqrt{3} \cdot 314}{380 \cdot 0,9 \cdot 0,88} = 1,807$$

Есептеуге арналған мәліметтер қозғалтқыштың құжатынан алынады.

$T_{дв}$ қозғалтқыштың тұрақты уақыты тәжірибелік жолмен анықталады. Ол үшін қозғалтқыш білігінде өздігінен жазғыш немесе жады бар электрондық құрылғы көмегімен ток уақытында өзгермейтін қосымша кедергі моментін туғызады.

Шамамен $T_{к} = 0,2...1,5$ сек. Өтпелі процестің алынған кестесі бойынша $T_{к}$ қозғалтқыштың тұрақты уақытын анықтайды:

$$T_{к} = \frac{T_{от}}{6}, \quad (4.25)$$

мұнда, $T_{от}$ – өтпелі процесс уақыты.

$$W_{ак}(p) = \frac{1,807}{0,2 \cdot p + 1}.$$

Ұсақтағыштың математикалық моделі көптеген факторларға – ылғалдылыққа, астықтың түрі мен сортына, жұмыс органдарының тозуына, олардың айналу жиілігіне байланысты күрделі сипаттама. Осы факторларды тұрақтандыру кезінде ұсақтағыштың математикалық моделі таза кешіктірумен бірінші реттік апериодикалық буынмен аппроксимацияланады деп болжанады.

$$W_{ec}(p) = \frac{K_{yc} e^{-\tau_{yc} s}}{T_{yc} p + 1}, \quad (4.26)$$

мұнда $K_{др}$ – ұсақтағыштың пропорционалды коэффициенті, Нм/т/сағ;

τ_{yc} - кешігу тұрақтысы, сек;

T_{yc} – уақыт тұрақтысы, 5 сек.

T_{yc} ұсақтағыштың тұрақты уақыты эксперименталды жолмен анықталады.

Электрқозғалтқыштың және ұсақтағыштың беріліс функцияларының параметрлерін тәжірибелік жолмен анықтау қиын болғандықтан, олардың біріктірілген беріліс функциясын қарастырамыз. Сонымен, қозғалтқыштың тұрақты уақытын $T_{к}$, ұсақтағыштың тұрақты уақытынан $T_{к}$ салыстырғанда айтарлықтай аз болса, онда $T_{к} = 0$.

Сонымен беріліс функциясы

$$W_{yc}(s) = \frac{0,8e^{-\tau_{yc} s}}{5p + 1}, \quad (4.25)$$

мұнда, K_{yc} – ұсақтағыштың пропорционалды коэффициенті, А/т/сағ.

4.4 Matlab ортасында асинхронды қозғалтқыштың динамикалық сипаттамаларын зерттеу

Жартылай өткізгіш электр жетектерін модельдеуге арналған бағдарламалық пакет ретінде жартылай өткізгіш электр жетегін зерттеудің негізгі құралы ретінде кеңінен қабылданған MatLab жүйесі (матрицалық зертхана) кеңейту пакеттері (Toolboxes) ең қолайлы болып саналады.

Жартылай өткізгіш дискіні зерттеу үшін пайдаланылатын негізгі кеңейту пакеттері Simulink және Power System Blockset болып табылады.

Simulink пакеті қосымша қондырмалары бар әр түрлі электромеханикалық жүйелерді зерттеудің негізгі құралы болып табылады. Бұл жинақта электр жетегі жүйесін зерттеумен байланысты шешілмейтін тапсырмалар мүлде жоқ.

Simulink зерттеушіге жүйенің құрылымдық (математикалық) көрінісінен бастап және модельдің құрылымдық схемасына сәйкес микропроцессорды бағдарламалау үшін кодтарды генерациялаумен ұштасқан әр түрлі мүмкіндіктерді береді.

Simulink кітапханасы кез келген автоматты реттеу жүйесін зерттеуге болатын визуалды нысандар жиынтығы болып табылады. Барлық блоктар үшін параметрлерді баптау мүмкіндігі бар. Баптау параметрлері таңдалған блоктың баптау терезесі тақтасында көрсетіледі. Зерттелетін модельге (3.4 сурет) осындай элементтер кірді:

Asynchronous Machine SI Unit – 4A132M2Y3 қозғалтқыштың номиналды паспорттық деректеріне сәйкес келетін параметрлермен асинхронды қозғалтқыштың дайын моделі;

Синусоидалды кернеудің үшфазалы көзі 3Phase Programmable Voltage Source номиналды параметрлері: $U_m=380$ В; фаза бойынша бір-біріне қатысты 120^0 -ге жылжыған, номиналды мәні: $U_\phi=220$ В, $U_L=380$ В, $f=50$ Гц тең үшфазалы кернеу жүйесін модельдейді;

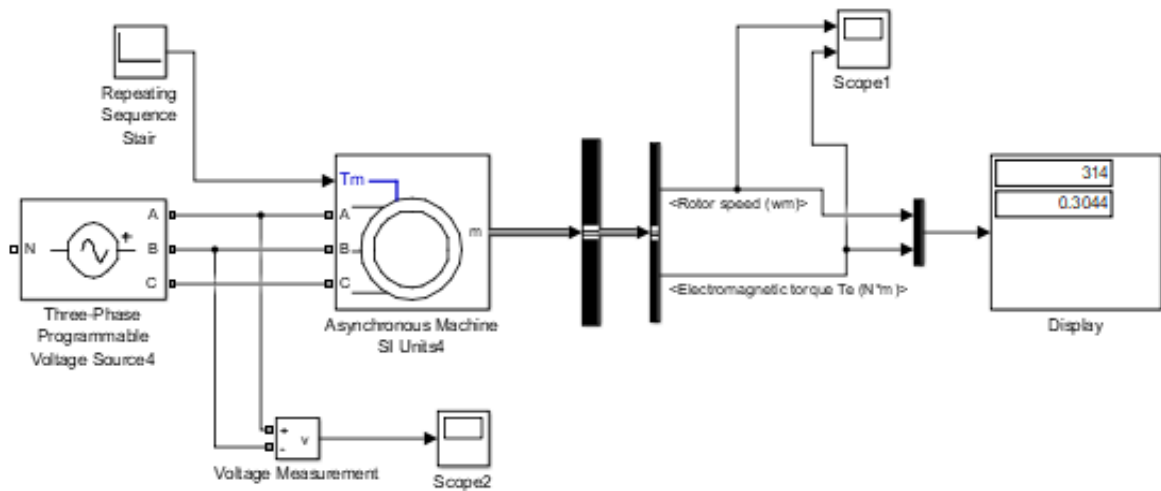
- Three-Phase V-I Measurement – желілік ток пен кернеуді өлшеуді жүзеге асыруға арналған үшфазалы мультиметр;

- Scope типті 2 элемент – желілік ток пен кернеу графиктерін көруге арналған осциллографтар модельдері, сондай-ақ қозғалтқыш роторының айналу жиілігі кезіндегі және оның білігіндегі момент өзгерістері;

- Display типті элемент - сол параметрлердің белгіленген мәнін бақылау үшін;

- Constant – қозғалтқыш білігіне тұрақты жүктемелерді модельдеуге болатын элемент;

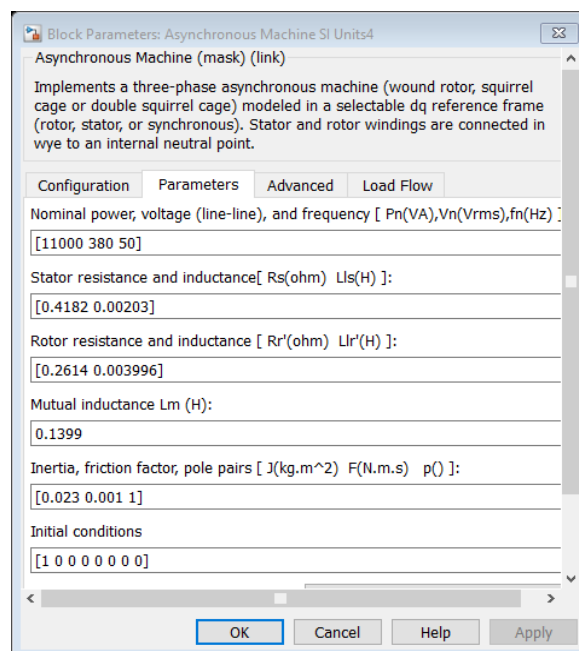
- Repeating Sequence Stair – белгілі бір уақытта қозғалтқыш білігіне жүктемені түсіруге арналған модельдеуге болатын элемент.



4.1 сурет - Асинхронды электр қозғалтқышты зерттеудің виртуалды моделі

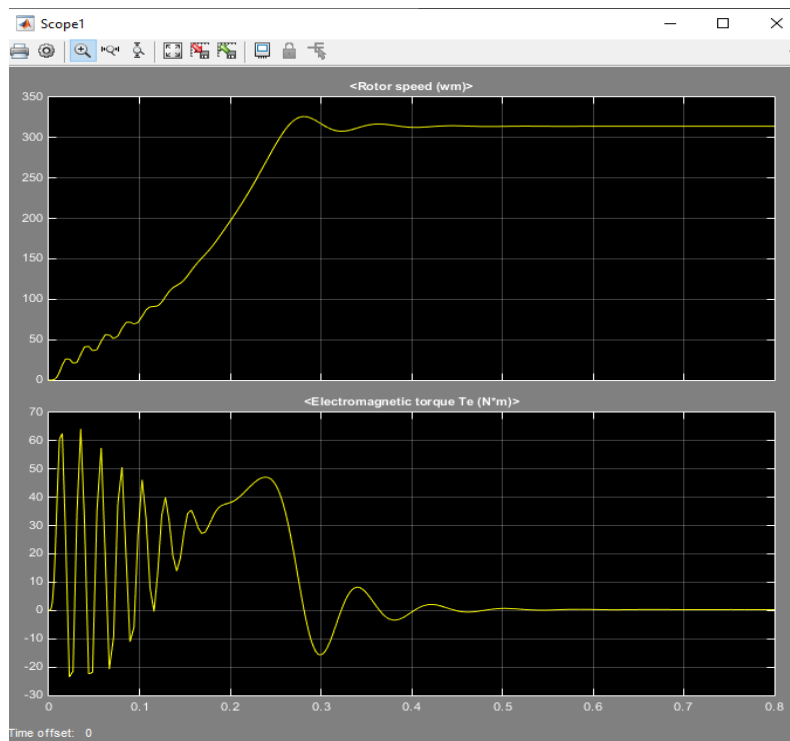
Енгізу терезесіне таңдалған 4A132M2У3 электрқозғалтқыштың номиналды паспорттық деректерге сәйкес параметрлерін енгіземіз (4.1 сурет).

Жиілікті реттеу заңын қолдана отырып, $f_1 = 50$ Гц, $f_2 = 30$ Гц, $f_3 = 20$ Гц үш түрлі жиілікте беріп, электр қозғалтқышты жүктемесіз және жүктеме астында қосып сипаттаймыз.



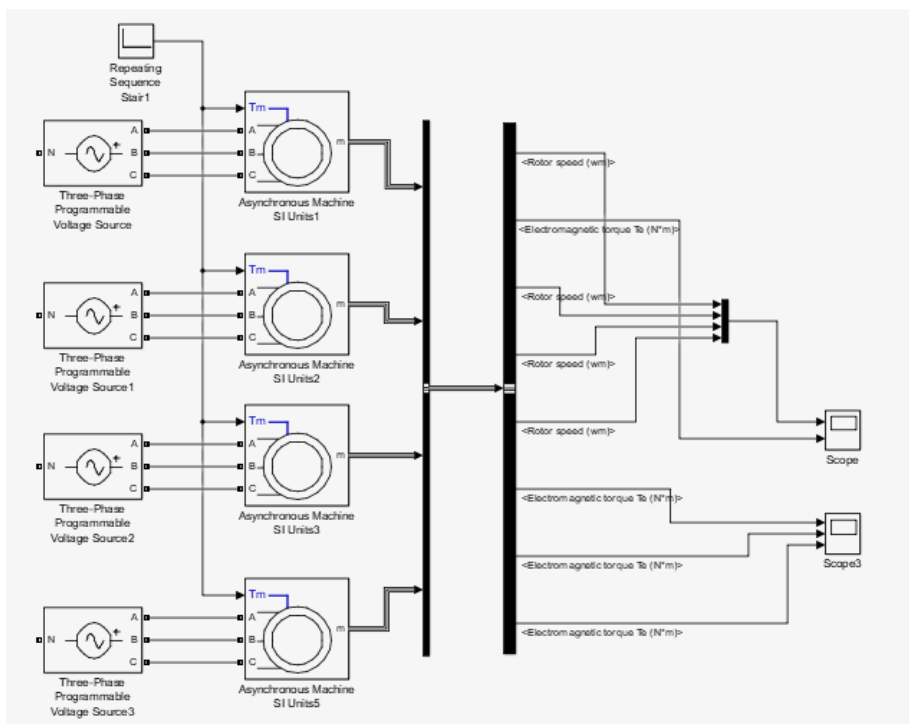
4.2 сурет - 4A132M2У3 электр қозғалтқыштың параметрлері

4.3-суретте электр қозғалтқышының $f = 50$ Гц $U_{\text{л}} = 380$ В және жүктемесіз қосылған кезінде жылдамдық мен моменттің өтпелі сипаттамасы көрсетілген.



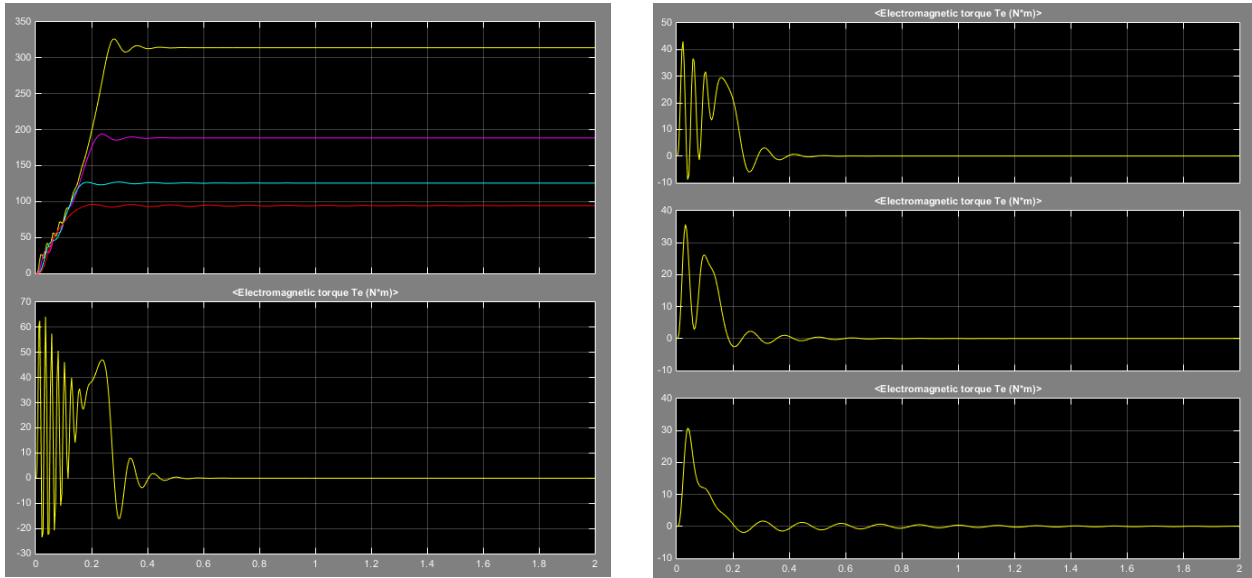
4.3 сурет – Жүктемесіз қосылған және $f=50$ Гц $U_{\phi}=220$ В кезіндегі өтпелі сипаттама.

4.3 суреттен көріп отырғанымыздай өтпелі процесс уақыты $t_n=0,55$ с тең. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=314$ рад/с тең.



4.4 сурет - Асинхронды электр қозғалтқышты зерттеудің түрлендірілген виртуалды моделі

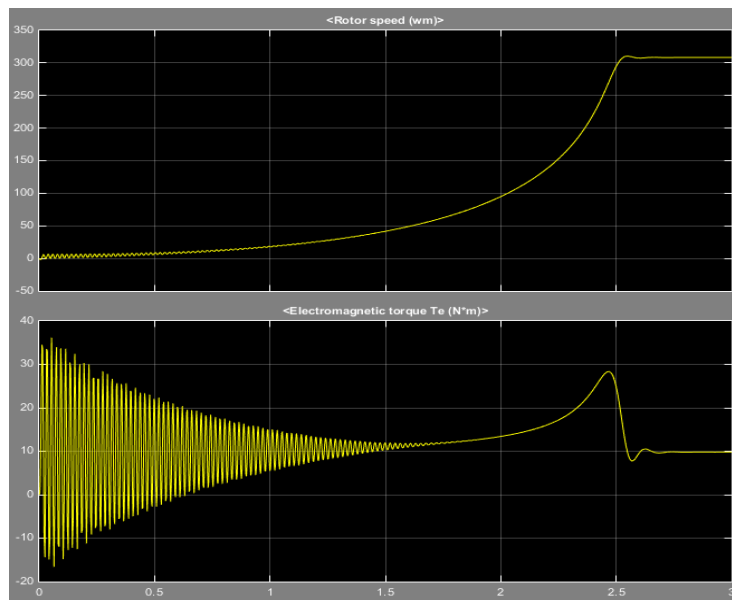
Бұл түрлендірілген виртуалды модель әр жиіліктердегі жылдамдымдық өтпелі процестерін бір тақтаға енгізіп, зерттеуді оңайландыруға арналып құрылды.



а)

б)

4.5 сурет - Жүктемесіз қосылған және $f=50$ Гц, 30 Гц, 20 Гц, 15 Гц кезіндегі өтпелі сипаттама а) айналу жылдамдығы, б) білікке түсірілген жүктеме



4.6 сурет - $f=50$ Гц жиілікте қозғалтқышқа жүктемемен ($M=9,5$ Нм) қосылған кездегі жылдамдық және моменттің өтпелі процесі

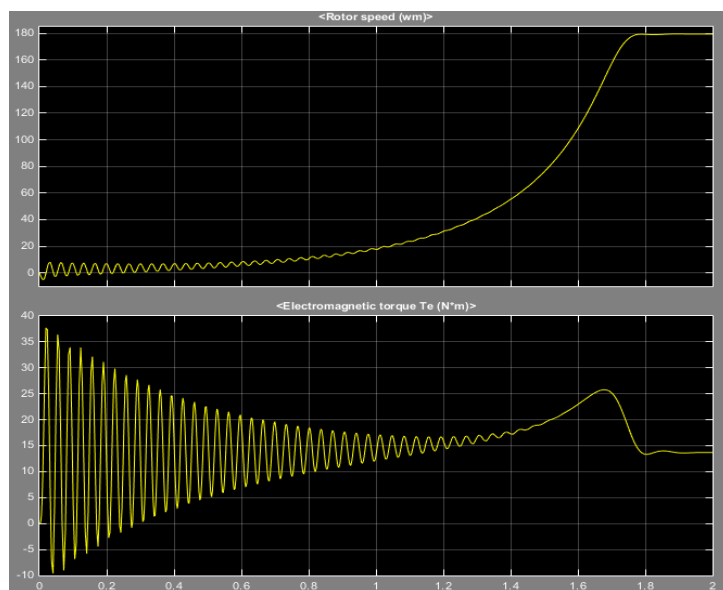
4.5 суретте $f=50$ Гц, 30 Гц, 20 Гц, 15 Гц жиіліктерде жүктемесіз қосылған қозғалтқыштың өтпелі сипаттамасы бейнеленген.

$f=30$ Гц жиілікте өтпелі процесс уақыты $t_n=0,6$ с құрады. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=188,4$ рад/с тең.

$f=20$ Гц жиілікте өтпелі процесс уақыты $t_n=0,8$ с құрады. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=125,6$ рад/с тең.

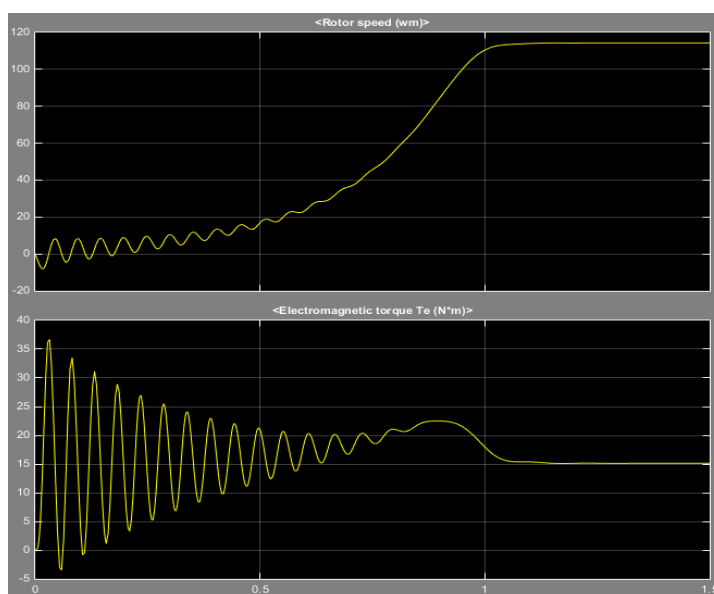
$f=15$ Гц жиілікте өтпелі процесс уақыты $t_n=1,4$ с құрады. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=94$ рад/с тең.

4.6 суреттен көріп отырғанымыздай өтпелі процесс уақыты $t_n=2,8$ с тең. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=309$ рад/с тең.



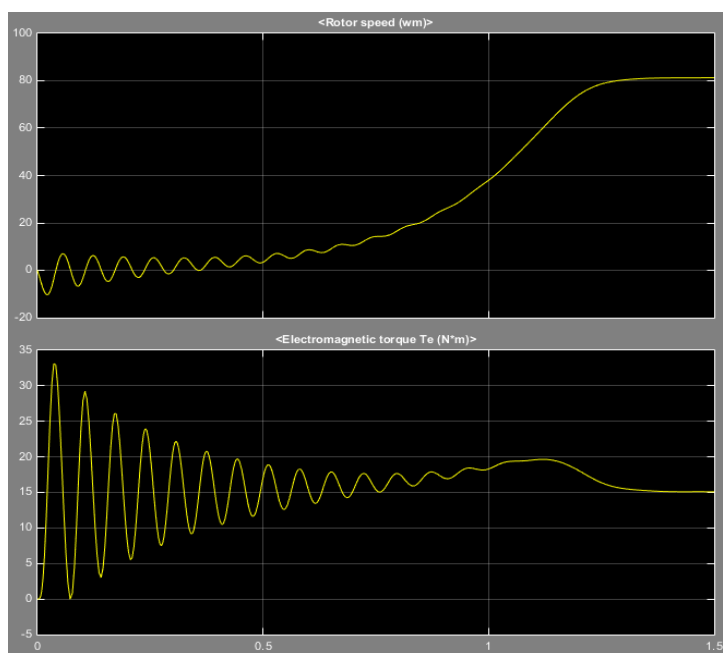
4.7 сурет - $f=30$ Гц жиілікте қозғалтқышқа жүктемемен ($M=13,5$ Нм) қосылған кездегі жылдамдық және моменттің өтпелі процесі

4.7 суреттен көріп отырғанымыздай өтпелі процесс уақыты $t_n=2$ с тең. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=180$ рад/с тең.

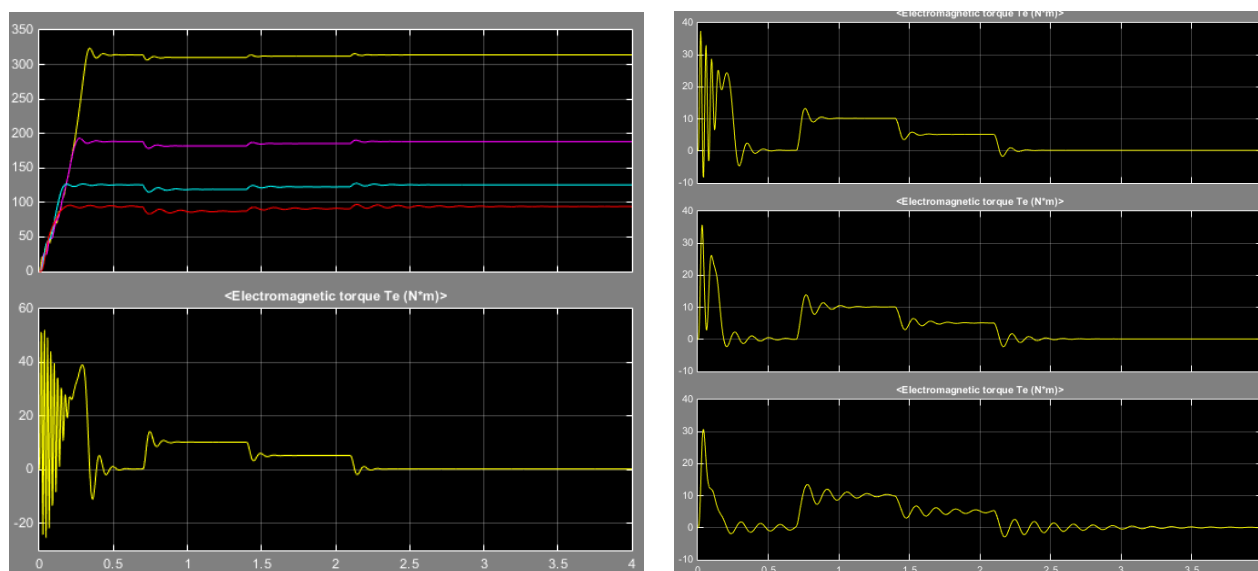


4.8 сурет - $f=20$ Гц жиілікте қозғалтқышқа жүктемемен ($M=15$ Нм) қосылған кездегі жылдамдық және моменттің өтпелі процесі

4.8 суреттен көріп отырғанымыздай өтпелі процесс уақыты $t_n=1,2$ с тең. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=118$ рад/с тең.



4.9 сурет - $f=15$ Гц жиілікте қозғалтқышқа жүктемемен ($M=15$ Нм) қосылған кездегі жылдамдық және моменттің өтпелі процесі
4.9 суреттен көріп отырғанымыздай өтпелі процесс уақыты $t_n=1,5$ с тең. Орныққан режимінде қозғалтқыштың айналу жылдамдығы: $w_h=81$ рад/с тең.



а)

б)

4.10 сурет - $f=50$ Гц, 30 Гц, 20 Гц, 15 Гц қозғалтқышқа жүктеме ($M=10$ Нм) түсірілген және ($M=5$ Нм) алынған кездегі жылдамдық және моменттің өтпелі процесі

4.10 суретте $f=50$ Гц, 30 Гц, 20 Гц, 15 Гц жиілікте қосылған қозғалтқыш орныққан кезден бастап білікке $M=10$ Нм жүктеме түсіріліп, 0,7 с сайын $M=5$ Нм жүктемеден алыну кезіндегі өтпелі процес сипатталған.

$f=50$ Гц жиілікте $M=10$ Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт $t_n=0,25$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=308$ рад/с құрады. $M=5$ Нм жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,25$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=311$ рад/с тең болды. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,25$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=314$ рад/с тең болды.

$f=30$ Гц жиілікте $M=10$ Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт $t_n=0,3$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=182$ рад/с құрады. $M=5$ Нм жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,35$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=178$ рад/с тең болды. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,35$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=188$ рад/с тең болды.

$f=20$ Гц жиілікте $M=10$ Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт $t_n=0,5$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=119$ рад/с құрады. $M=5$ Нм жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,5$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=122$ рад/с тең болды. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,5$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=125$ рад/с тең болды.

$f=15$ Гц жиілікте $M=10$ Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт $t_n=0,7$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=87$ рад/с құрады. $M=5$ Нм жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=0,7$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=91$ рад/с тең болды. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты $t_n=1,1$ с құрап, айналу жылдамдығы $w_h=94$ рад/с тең болды.

5. Тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

5.1 Жұмыс орнындағы еңбекті талдау

Тіршілік қауіпсіздігі - қоршаған ортадағы адамның қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, оның денсаулығын сақтауға, зиянды және қауіпті факторлардың әсерін қолайлы жағдайға дейін төмендету жолдар әдістерімен құралдарын жасауға, бейбіт және соғыс уақытындағы төтенше жағдайлардың салдарын жоюға арналған нұсқаулар әзірлеуге бағытталған шаралар кешені.

Бұл тақырыптың өзектілігі, адамның денсаулығы көбіне еңбек процесінің сипаттамаларына яғни ауырлығы мен шиеленісіне ғана емес, сонымен бірге еңбек процесі жүзеге асырылатын еңбек жағдайларына да байланысты. Еңбек жағдайлары қызметкер үшін ғана емес, сонымен қатар жалпы ұйым үшін де маңызды рөл атқарады, өйткені жұмысшылардың өнімділігі мен еңбекпен қанағаттанушылығына әсер ететін көптеген факторларға байланысты.

Еңбек жағдайлары - бұл еңбек процесі кезінде қызметкердің еңбекке қабілеттілігі мен денсаулығына әсер ететін еңбек процесі мен жұмыс ортасының факторларының жиынтығы.

Әр түрлі ұстағыштың конструкцияларында жұмыс істейтін жұмысшылардың денсаулығын және еңбек қабілетін сақтаудың ең маңыздысы - қауіпсіздік шараларын сақтау. Сондықтан, өндірістік оқуды аяқтаған, кіріспе және бастапқы еңбек орнында еңбек қорғау жөнінде нұсқаулар бар, медициналық ақауы жоқ, 18 жастан астам адамды, және электр қауіпсіздігі бойынша біріншілік деңгей тобы бойынша ұсақтағышпен жұмысқа рұқсат етіледі. Өзіндік жұмысқа қабылдауды 2-14 ауысымға тәжірибелі тәлімгердің басшылығымен жұмысшы тағылымдамадан кейін жұмыс жетекшісі береді.

Өнімдерді ұнтақтау кезінде қауіпсіздік ережелерін сақтау керек қауіпті және зиянды өндірістік факторлар пайда болуы мүмкін:

- қозғалмалы машиналар мен механизмдер, жабдықтың қозғалмалы бөліктері,
- өнімнің құлауы;
- құлау құрылымдары
- өнімнің ұшатын бөлшектері және ұсақтағышқа құлаған бөтен заттар,
- машиналар мен жабдықтардың жылытылатын беті,
- шу деңгейі жоғарылайды,
- шаң құрамының жоғарылауы,
- әуе қозғалысының жоғарылауы,
- электр энергиясының статистикалық деңгейінің жоғарылауы,
- жұмыс аймағының жеткіліксіз жарықтандырылуы,
- қауіпті электр кернеуінің пайда болу мүмкіндігі;

- құрал-жабдықтар мен өңделетін өнімдердегі өткір жиектер, кедір-бұдырлар,
- химиялық белсенді өнімдер, микроорганизмдер,
- қоспалардың жарылуы мүмкіндігі,
- өрт қаупі.

Дабыл мен өрт сөндіру құралдарының орналасқан жерлерін біліп, қолдана білуіміз керек.

Ол үшін өртті сөндірудің әртүрлі құралдарын қолданыңыз, мысалы, төменде суретте келтірілген.



5.1 сурет – Өрт сөндіру құралдары



5.2 сурет – Ұсақтағыш өндірісіндегі жұмысшыларға арналған жеке қорғаныс құралдары

Тікелей ұсақтау процесіне қатысатын жұмысшылар жұмыс жасау үшін мақта-қағазды комбинезонмен, мақта-қағазды бас киіммен, былғары етікпен, шаңды өнімдерді өңдеу кезінде біріккен қолғаппен, суға төзімді қабаты бар мақта-қағазды кеуделі алжапқышпен, респиратормен және көзілдірікпен

қамтамасыз болуы керек. Мұндай жеке қорғаныс құралдарын өндірісте қолдануға болады, мен оларды келесі суретте ұсындым.

Жеке қорғаныс құралдарын тексеріп киіңіз, ілулі ұштар болмауы керек, ал шашты бас киім астынан толығымен жинаңыз. Өтпе жолдарды тыс заттар, шикізат пен қалдықтардан босатып, таза ұстау. Машиналардың бекітілімін, жабдықтарды, қорғаныс қақпақтарын және жерге қосу сенімділігінің дұрыстығын тексеріңіз. Бекіту сенімділігі мен балғалардың, кескіш және машинаның басқа жұмыс органдарының дұрыс теңдестірілуін, сондай-ақ беру конвейерлерінде, бункерлерде және бергіштерде бөгде заттардың болмауын қамтамасыз етіңіз. Машинаны жұмыс істемей тұрып, бос жүріс режимінде сыртқы шу, діріл, қалыптан тыс кептіру және жылыту, сонымен қатар басқару және сигнал беру құрылғыларының жұмыс істейтіндігіне көз жеткізіңіз.

Шудың деңгейі жоғары және оның ұзақ уақыт әсер етуі кезінде (0,5 сағаттан астам), ұсақтағышта мынадай: антифондар, құлаққаптар есту қабілетін қорғау, шаң деңгейі көтерілген кезде жоғарылаған, көзілдірік пен респираторлар құралдарын қолданыңыз (5.2,5.3 суреттер).



5.3 - сурет Есту мүшелерін қорғау құралдары

Арнайы ауылшаруашылық машиналары мен агрегаттарының алуан түрлілігімен көптеген операциялар жұмысшылардың жұмыс жағдайын айтарлықтай шектейді. Көптеген ауылшаруашылық жұмыстар көбінесе жұмысшыны отырғызуды, тұруды, иіліп артқа тұруды қажет етеді. Бекітілген қалыпта салмаққа қарсы жұмыс жасауы, дененің мәжбүрлі қисықтануына алып келеді.

Физикалық факторлардың ауылшаруашылық жұмысшыларына әсері өте әртүрлі және жұмыс жүйесінде байланысты .

Шу. Ауыл шаруашылығында қолданылатын машиналардың жұмысында пайда болатын шулар механикалық немесе аэродинамикалық шығу тегі бойынша бөлінеді. Механикалық шу көздері - динамикалық процестер мен серпімді деформациялар нәтижесінде пайда болатын өздігінен жүретін және стационарлық машиналар мен жинақтардың тербелісі болып табылады. Сығылған газдармен (ауамен) жұмыс жасау кезінде аэродинамикалық шу

пайда болады. Өздігінен жүретін автокөліктердің кабиналарындағы шу деңгейі кабинаның еденінде қалатын құралдар, нашар орнатылған терезелер және кабина есіктерінің дұрыс бекітілуі сияқты қосымша көздердің арқасында артуы мүмкін. Шуылдың қайнар көзі ретінде бау-бақша өсіруде, көкөніс өсіруде, қияр мен қызанақ жинауға арналған комбайндар болуы мүмкін. Тракторлармен агрегатталған машиналардың жұмыс орындарында шу деңгейі негізінен трактордың жұмысымен анықталады. Шу көздері сонымен қатар мал шаруашылығында қолданылатын стационарлық машиналар мен механизмдер болып табылады. Бұл шу тұрақты емес, кейбір процестерде байқалады.

Діріл. Өздігінен жүретін көлік құралдарының жүргізушілеріне әсер ететін діріл көздері негізінен жүріс бөлігімен мен қозғалтқыш болып табылады. Жүріс бөлігі жұмыс орнында көбінесе шынжыр табан мен доңғалақтардың өрістер мен жолдардың тегіс емес рельефімен өзара іс-қимылының нәтижесі ретінде туындайтын және рама және кабинаға немесе жұмыс алаңына бекіту жүйесі арқылы берілетін жалпы төмен жиілікті діріл жасайды. Тіркелмелі агрегаттарда жұмыс істейтіндер осындай дірілге әшкереленген - машиналарды пайдалану кезінде қозғалтқыштың жекелеген бөліктері, беріліс құралдары, жұмыс органдары тозады, люфт пайда болады және бұл орындыққа берілетін дірілді арттыруға себепті. Тартымдардағы саңылаулар мен тозу нәтижесінде немесе нашар реттелген болса, рульде тілкелген діріл деңгейі жоғарылайды. Барлық осы бөлшектер мен механизмдердің, әсіресе тегіс бөлшектердің (қозғалтқыш сорғыш, кабинаның қабырғалары және т.б.) дірілдеуі шуылға алып келеді. Жөндеу шеберханаларында жергілікті дірілдің көзі механикаландырылған құралдар болып табылады: жалпы және жергілікті діріл шуылмен бірге жүреді және қолайсыз климаттық жағдайдағы тозған жабдықта ұзақ уақыт пайдалану лумбаго, лумбосакральды радикулит сияқты ауруларға әкелуі мүмкін.

Микроклимат. Жақсы еңбек жағдайларын қамтамасыз ету үшін, қызметкерлерге температурасы 20 – 25 °С бөлмеде жұмысты талап етеді. Бөлмедегі салыстырмалы ылғалдылық 60-70% аралығында болуы қажет. Ауылшаруашылық жұмыстары жыл мезгіліне, қызмет сипаты мен түріне, сондай-ақ құрал-жабдыққа байланысты әртүрлі метеорологиялық жағдайларда жүзеге асырылады. Сонымен, жазғы маусымда ауылшаруашылық жұмыстары ауа температурасының жоғары деңгейінде, күн сәулесінің айтарлықтай радиациясында жүзеге асырылады, бұл жұмысшының ағзасының қызып кетуіне әкелуі мүмкін. Көктемде және күзде жұмыс, керісінше, жұмысшылардың шамадан тыс салқындауына әкелуі мүмкін, өйткені ол төмен температурада, жиі жауын-шашын кезінде және ауаның жоғары қозғалғыштығында орындалады. Ауыл шаруашылығындағы машинисттер өздігінен жүретін ауылшаруашылық машиналарының кабиналарында жұмыс жасау кезінде құрылған нақты және өзіндік микроклиматқа ұшырауы мүмкін. Жылы ауа-райында кабинаның төбесі мен қабырғалары қызу және жылу сәулесінің, сондай-ақ жұмыс істейтін қозғалтқышта жылудың қосымша көзіне айналуы мүмкін.

Төменде қой мен ірі қара малға арналған үй-жайдағы микроклимат параметрлері келтірілген (5.1-кесте).

5.1 кесте - Қой мен ірі қара малға арналған үй-жайлардағы микроклиматтың параметрлері

Микроклимат параметрі	қошқарларды, төлді аналықтарды, төлді ағартудан және қой терісінен кейін ұстауға арналған	Бройлерлік цех	Бекітілген және босатылған қорапталған)	Баайлаусыз терең төсемде
Температура, °С	5 (3-6)	18 (16-20)	2	3
Салыстырмалы ылғалдық, %	70 (50-75)	70 (50-75)	10 (8-12)	6 (5-8)
1 басқа қажет ауа айналымы, м ³ /сағ				
Қыста	15	10	0,17	0,17
Өтпелі кезеңде	25	20	0,35	0,35
Жазда	45	30	0,70	0,70
Ауаның қозғалғыштығы, м / с				
Қыста	0,5	0,2	0,3-0,4	0,3-0,4
Өтпелі кезеңде	0,5	0,2	0,5	0,5
Жазда	0,8	0,3	0,8-1,0	0,8-1,0
Рұқсат етілген зиянды газдардың шоғырлануы				
Көмір қышқыл газы, %	0,25	0,25	0,25	0,25
Аммиак, мг / м ³	10	10	20	20
Күкіртсутегі, мг / м ³	10	10	10	10
Көміртегі оксиді, мг / м ³	1	1	2	2
Қолайлы микробтық ластануы, 1м ³ ауадағы мың. микробтың денелер	70-тен аспайды	50-ден аспайды	70	70

Шаң. Дала жұмыстары кезінде өңдеудің алғашқы кезеңдерінен бастап егін жинауға дейін шаң жұмысшыларға әсер етеді. Шаң - астықты жинау және өңдеу кезіндегі негізгі өндірістік қауіп. Бұл жемшөп, мал шаруашылығы және басқа да ауылшаруашылық салаларындағы жұмысшыларға жағымсыз әсер етеді. Адамның тыныс алу жолына шаң енуі бронхит және пневмокониоз сияқты созылмалы респираторлық аурулармен аяқталатын ерекше процестердің дамуына себеп болуы мүмкін. Ауылшаруашылығының шаңы жұмыстың ерекшелігіне сәйкес қатты бөлшектерді тегістеу, үйкелу, тасымалдау және өлшеу кезінде ауаға тарайды. Шаңның құрамы минералды, металлды, органикалық және аралас болып бөлінеді; тек өсімдік тектес шаң ерекше. Ауылшаруашылық шаңы аралас; тек белгілі бір өндірістік операцияларда ғана ол біртекті бола алады.

Кәсіптік аурулар, әдетте, оларды тудырған кәсіптік қауіптің сипатын ескере отырып, этиологиялық принцип бойынша жіктеледі. Өнеркәсіптік жұмысшылар сияқты, ауылшаруашылық жұмысшыларына да кәсіптік аурулар диагнозын анықтауға болады:

- физикалық факторлар (діріл ауруы, есту қабілетінің жоғалуы, жүйке және остеоартикулярлық аурулар);
- шаң (шаң бронхит, биссиноз және т.б.)
- ауыл шаруашылығында қолданылатын химикаттар (пестицидтермен қатты, несозылмалы улану, минералды тыңайтқыштармен, және т.б.)
- биологиялық факторлар (инфекциялық, паразиттік, аллергиялық және басқа аурулар).

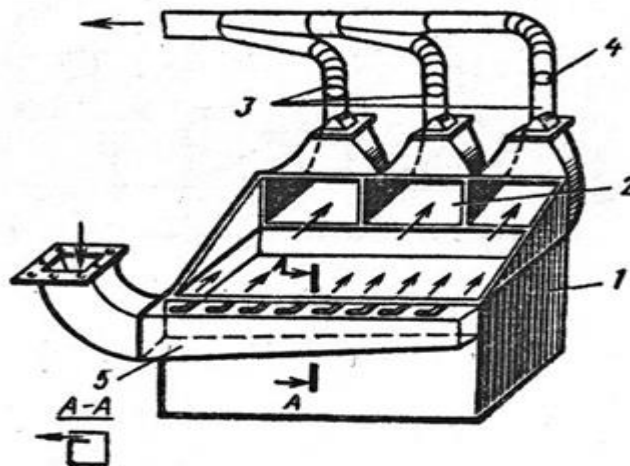
Уақытылы ауа алмасуы, сорғыш жабдықтары және желдету жүйелерінің жұмысы жұмыс орындағы ауаның антропогендік ластануының негізгі көрсеткіші ретінде көмірқышқыл газының төмен мөлшерін қамтамасыз етеді. Жеткілікті ауа алмасуы адамдар, жиһаз және материалдар шығаратын басқа ластанушы заттардың мөлшерін төмендетеді.

Қазіргі заманғы ауылшаруашылық шеберханаларында көпбортты кеңінен қолдануда 5.4 суретте көрсетілген.

Борттық сорғыштың сәтті жұмыс істеуі үшін сорғыштың барлық ұзындығы бойымен бірдей жылдамдықты қамтамасыз ету қажет. Жылдамдықтың біркелкі болмауы (әдеттегі және белсенді сору үшін) 10% -дан аспауы керек. Бұған қол жеткізу үшін әртүрлі шаралар қолданылады: сорғыш қақпағы 1200 мм аспайды; ванналардың ұзындығы бойымен сорғыштар бірнеше жерлерге орнатылған (400-ден 1200 мм-ге дейін); негіздегі корпустың тарылуы 60° аспауы керек; әр секцияға реттеу құрылғысы орнатылады; сорғыш саңылауының биіктігіне сәйкес корпустың енін 0,4-0,5 дейін тарылтады.

Өндіріс бөлімінің қызметкерлері күні бойы жұмыс орындарында. Жұмыс барысында жем-шөп ұсақтағыштардың қызметкерлері мен жұмысшылары адам, машина және қоршаған ортаның өзара байланысқан жүйесін құрайды. Осы өзара байланыс жүйесі негізінде, электрқозғалтқыш аппаратының пайдаланушыға әсер ететін қауіпті және зиянды факторларды

анықтау мүмкін. Қызметкерге келесі физикалық факторлар зиянды әсер етуі мүмкін: ауа температурасы, шаң мен газдың ластануы, ауаның ылғалдылығы, жұмыс орнының жеткіліксіз жарықтандырылуы, рұқсат етілген нормалардан асатын шу және дірілдің жоғары деңгейі .



1 – құрылғы ванналары; 2 - сору бөлімі; 3 – сорғыш құбырлық желдету;
4 - дроссельдік клапан; 5 - ауа өткізгіштің үрлеуі.

5.4 сурет - Көпсекциялы борттық сорғыш:

Атмосфералық ауаның құрамы бойынша 78% азот, 21% оттегі, 0,03% көмірқышқыл газы, қалғаны инертті және басқа да газдар бар екені белгілі. Сонымен қатар ауада теріс және оң иондар бар. Олардың қатысуы дененің қалыпты жұмыс істеуі үшін де қажет. Теріс оттегі иондары адам ағзасына пайдалы әсер етеді. Алайда көптеген заманауи технологиялық процестер зиянды заттардың - булардың, газдардың, қатты және сұйық бөлшектердің жұмыс аймағының ауасына, қоршаған ортаға да шығарылуымен жүреді. Зиянды заттар деп, жұмыс кезінде, не болмаса басқа уақыттарда қазіргі және келесі ұрпақтарға заманауи әдістер арқылы анықталатын адам ағзасымен байланыста өндірістік жарақаттарға, кәсіптік ауруларға немесе денсаулық жағдайының ауытқуына әкелетін заттырды айтады.

Діріл негізінен адамның ішкі мүшелеріне әсер етеді, бұл діріл ауруын тудырады. Дыбыстық тербелістердің негізгі параметрлері - дыбыстық қысым, дыбыс қарқындылығы, жиілік, дыбыстық толқын формасы. Адам 1кГц жиіліктегі және мәні- Па тең дыбыс қысымының ең кіші мәнін, шекті мән деп атайды. Ауырсыну пайда болатын ең кіші мән - 20 Па (120 дБ деңгейде). Көптеген адамдар үшін ауырсыну шегі - 140 дБ. Адамдар үшін ең қолайсыз - бұл 1000 - 4000 Гц диапазонындағы орташа естілетін жиіліктердегі шу. Шудың жағымсыз әсерлері акустикалық деңгейге (дыбыс қысымының деңгейі немесе дыбыс қарқындылығы), жұмыс уақытындағы жиілік диапазоны мен біркелкі әсер етуіне байланысты. Сонымен қатар

электрқозғалтқыш аппаратының жұмыс істеу нәтижесінде қызметкерлерге нейро-эмоционалдық стресс, психикалық күйзеліс, шамадан тыс жүктелу сияқты психо-физикалық факторлар әсер ете алады .

Астық ұнтақтағыш пайдалану кезінде астық өнімдеріндегі ұсақ шаңдар әл-ауқатқа теріс әсер етуі мүмкін, тіпті қызметкердің көру қабілеті әлсірейді, аллергияға әкеледі . Аталған себептер қызметкерлердің кәсіби ауруларына себепкер. Дұрыс жобаланған және сапалы санитарлық нормалар өндіріс жұмысшыларына жағымды әсер етеді . Нормалар мен ережелерге сәйкес астық ұсақтағышының өнімдерінен ұсақ шаңдары бар бөлмеде ауаны циклонды шаңнан тазарту, сонымен қатар табиғи және жасанды желдету болуы керек.

Табиғи желдету жұмысшылардың үзіліс кезінде ашық терезе арқылы 2 рет орындалуы керек, сонымен қатар жасанды желдету арқылы аурудың алдын алуға және жұмыс жағдайына сәйкес келетін ауаның ластану коэффициентін ұстап тұруға болады. Сондай-ақ, жеке қорғаныс шаралары ретінде маска, көзілдірік, шуды басатын құлаққап сияқты құралдарды өзіндік қолданылады .

Сондықтан өндіріс қызметкерлерінің жұмыс орнын, өндіріс орындағы ауаның ластануының қандай коэффициент екенін анықтап, оның жұмыс орындарына жағдайы мен стандарттық талаптарға сәйкес келетінін анықтау қажет. Ал жем ұсақтағыш қолданылатын жұмыс орындарында жасанды желдету жалпы бірыңғай желдету жүйесімен жүзеге асырылуы қажет. Осы өндірістік фактордың маңыздылығын ескере отырып, жасанды желдету жүйесін де есептеу қажет .

Өндірістік бөлім қызметкерлерінің жұмысы жоғары деңгейлі психоэмоционалдық және жүйке-күйзелістік еңбекпен, физикалық еңбектің жоғары деңгейімен байланысты. Жұмыс процесінің күйзелісі қызметкердің әртүрлі мүшелері мен жүйелерінің денсаулығындағы ауытқуларды тудыруы мүмкін . Сондай-ақ, адам ағзасына басқа факторлардың әсерін күшейтеді. Сондықтан жұмыс орнындағы еңбек қарқындылығының көрсеткіші арқылы жай-күйді бақылап, денсаулық жағдайы мен кәсіптік аурулардың ауытқуын болдырмау маңызды.

5.2 Мал шаруашылығындағы ауа алмасуын есептеу

Бөлменің қажетті температуралық және ылғалдылық режимін құру үшін ғимараттағы ауаның нормативтік параметрлерін қамтамасыз ететін сорып-тарту жүйелік желдеткішпен жабдықталады. Мал шаруашылығы ғимараттарына арналған желдету және жылыту жүйелерін таңдау экономикалық мақсатқа байланысты иесімен анықталады. Климаттық аймаққа байланысты тек табиғи, аралас, мәжбүрлі және механикалық желдету жүйелері қолданылады. Ауа алмасу жеткізу және шығару құрылғыларының арқасында жүзеге асырылады. Жануарлар орналасқан бөлме бойында жеткізу

және шығару арналары немесе біліктердің біркелкі орналасуына байланысты таза ауа таратылады, ластанған ауа шығарылады нәтижесінде «өлі» аймақтардың пайда болуы жойылады.

Су буының құрамы бойынша желдету көлемін есептеу мынадай формула арқылы жүргізіледі:

$$L = \frac{W}{A_e - A_n} \quad (5.1)$$

мұндағы L - артық ылғалдылықты жою үшін қажетті ауа көлемі, м³/сағ;
 W – ылғал беттердың, қоршайтын құрылымдардың булануынан және жануарлардан келетін су буы, г/сағат ;

A_e – бөлмедегі абсолютті ылғалдылық, ол салыстырмалы ылғалдылық КТЖЖН стандарттарының шегінде қалады, г/м³;

A_n – бөлмеге кіретін сыртқы ауаның абсолютті ылғалдылығы, г/м³.

Алаңның өлшемдері - 106 × 27 × 3,3, алаңда 400 сиыр бар: 300 сиыр орташа тірілей салмағы 500 кг және кірістілігі 15 кг; Орташа тірі салмағы 500 кг және шығымдылығы 10 кг 60 сиыр, тірі салмағы 600 кг болатын 40 құрғақ сиыр. Сиыр сарай 400 бас сиырдан тұрады. Шығарылатын құбырлардың биіктігі - 4 м, көлденең қимасы - 1,0 × 1,0 м, сарайдағы нормаланған ауа температурасы - 10 ° С, салыстырмалы ылғалдылық - 70%.

Жануарлар шығаратын су буының мөлшерін анықтаймыз. Массасы 500 кг және 10 кг сауылған болатын бір бала емізетін сиыр сағатына 455 г су буын шығарады, ал 60 сиыр – 27300 г/сағ. Массасы 500 кг және сауылымы 15 кг болатын бір сиыр сағатына 507 г/сағ ылғал шығарады, ал 300 сиыр сиырлар - 152 100 г, салмағы 600 кг болатын құрғақ сиыр 489 г су буын шығарады, ал 40 сиыр - 19 560 г / сағ . Осылайша, барлық сиырлар (400 мал) әр сағат сайын бөлмеге 198 960 г / с су буын шығарады. Құрылыс конверті бетінен ылғалдың булануы жануарлар шығаратын жалпы ылғалдылықтың 10% құрайды. Біздің мысалда ол 19 896 г/сағ құрайды. Сарай ауасының абсолютті ылғалдылығы салыстырмалы ылғалдылық формуласынан алынған: біздің мысалда $R = 70\%$, E (10 ° С температурада) 9,17 г / м³ құрайды.

Соған орай,

$$A_e = \frac{70 \cdot 9,17}{100} = 6,4 \quad (г/м^3).$$

Сыртқы ауаның абсолютті ылғалдылығы кестеден аламыз. Алматы облысы үшін қараша айында ол 2,4 г/м³ құрайды; Қаңтар - 1,1; Наурыз – 2 г/м³. Бастапқы мәліметтерді біле отырып, қысқы кезеңдегі желдетудің сағаттық көлемін есептейміз: (м³ /сағ).

$$L = \frac{198\,960 + 19\,896}{6,4 - 1,1} = \frac{218\,856}{5,3} = 41\,293 \quad (\text{м}^3/\text{сағ}).$$

Өтпелі кезеңдегі ауа алмасуын есептеу үшін қараша және наурыз айларындағы абсолютті ылғалдылықтың орташа мәнін алыңыз: $(2 + 2.4)/2 = 2,2 \text{ г} / \text{м}^3$:

$$L = \frac{218\,856}{6,4 - 2,2} = 52\,108 \quad (\text{м}^3/\text{сағ}).$$

Қажетті ауа алмасуды қамтамасыз ету үшін барлық сорғыш арналардың ауданын білу қажет. Ол келесі формула бойынша анықталады:

$$S_1 = \frac{L}{V \cdot 3600} \quad (\text{м}^2). \quad (5.2)$$

мұндағы S - барлық сорғыш арналардың көлденең қимасы, м^2 ;

L - өтпелі кезеңдегі ауа алмасуы, $\text{м}^3/\text{сағ}$;

V – сорғыш құбырларындағы ауа жылдамдығы, $\text{м}/\text{с}$;

3600 - 1 сағаттағы секундтар саны.

Біздің мысалда, сорғыш құбырлардың биіктігі $4 \text{ м} = 1,53 \text{ м}/\text{с}$. Сорғыш арналарының жалпы көлденең ауданын есептейміз: $S = 52108 / 1,53 \times 3600 = 9,5 \text{ м}^2$. Олардың саны шығу арналарының жалпы ауданын бір арнаның көлденең қимасына бөлу арқылы алынады ($1 \times 1 = 1 \text{ м}^2$). Біздің мысалда: шығару біліктері $n = 9,5 : 1 = 9,5 \approx 10$. Жеткізетін арналардың жалпы көлденең қимасы шығатын құбырлар ауданының кем дегенде 70-80% құрайды: бір арна ауданы - $0,09 \text{ м}^2$ ($0,3 \times 0,3$), олардың саны - $7,6 : 0,09 = 84$.

Ауаның алмасу еселігі - бөлменің ауа алмасуының ($\text{м}^3/\text{сағ}$) ішкі кубтық сыйымдылығына қатынасы ($\text{м}^3/\text{сағ}$):

$$K = \frac{L_{\text{перех.}}}{V}; \quad (5.3)$$

$$K = \frac{52\,108}{106 \cdot 27 \cdot 3,3} = \frac{52\,108}{9444,6} = 5,5 \approx 6$$

Қысқы кезеңдегі есептеу арқылы бір басқа кететін ауа алмасу: $41293 : 400 = 103,2 \text{ м}^3/\text{сағ}$, өтпелі кезеңде - $52108 : 400 = 130,3 \text{ м}^3/\text{сағ}$ және тірі салмақтың 100 кг үшін сәйкесінше $20,2$ және $25,5 \text{ м}^3/\text{сағ}$ құрады.

Көміртегі диоксидінің жоғары концентрациясы кезінде қажетті ауа алмасуды мына формула бойынша анықтайды:

$$L = \frac{C}{C_1 - C_2}; \quad (5.4)$$

мұнда L -ауа алмасу, м³/сағ;

C – барлық жануарлармен бір сағат ішінде бөлінетін көміртегі диоксидінің мөлшері, м³/сағ (осы шаманы қосымшаның 2-кестесі бойынша табамыз);

C_1 – бөлменің ауасындағы көміртегі диоксидінің рұқсат етілген мөлшері, м³/сағ (0,002-ден 0,0025 м³/сағ дейін);

C_2 – сыртқы ауадағы көміртегі диоксидінің мөлшері м³/сағ (0,03 м³/сағ).

Құстардан көміртегі диоксидінің түсуін мына формула бойынша анықтайды:

$$C = CO_2 \cdot n \cdot m \quad (5.5)$$

мұнда CO_2 – 1 сағ ішінде құстың 1 кг салмағына бөлінетін көміртегі диоксидінің мөлшері, м³/сағ,

n – бөлмедегі құстар саны,

m – бір құстың салмағы, кг.

Диоксид бойынша ауа алмасуды есептеу оның түсу есебінен басталады. Тірі салмағы 500 кг және сауылған 10 кг бір сиыр 152 м³/сағ, 60 сиыр – 9120 м³/сағ.

Тірі салмағы 500 кг және сауылымы 15кг болатын бір сиыр 185 м³/сағ шығарады, ал 300 сиыр - 55500 м³/сағ шығарады. Тірі салмағы 600 кг құрғақ сиыр 153 м³/сағ, ал 40 сиыр - 6120 м³/сағ шығарады. Барлық жануарлар сағатына 70740 м³ көміртегі диоксидін бөледі.

$$L_{CO_2} = \frac{70\ 740}{2,5 - 0,3} = 32\ 154 \text{ м}^3/\text{сағ.}$$

Тірі салмағы бойынша желдету көлемін есептеу мынадай формула бойынша жүргізіледі:

$$L = L_n \times n \times m; \quad (5.6)$$

мұнда L - жоспарланған сағаттық желдету көлемі, м³/сағ ;

L_n – ауа алмасу нормасы м³/сағ (жануарлардың 1 ц массасына);

n – бөлмедегі жануарлар саны;
 m – бір жануардың тірі салмағы (ц).

Бақылау бөлмесіндегі нақты сағаттық желдету көлемін тексерудің оңайлатылған әдісі. Бұл есептеу үшін ауа айдалатын немесе шығарылатын барлық арналар қимасының ауданын және арналардан шығатын ауа қозғалысының жылдамдығын анықтау қажет. Бір сағат ішінде ауа алмасу мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\alpha = S \cdot V \cdot 3600 \text{ (м}^3\text{/сағ)} \quad (5.7)$$

мұндағы α – нақты ауа алмасу, м³/сағ;
 S – арна қимасының ауданы (немесе барлық арналар), м²;
 V – ауа қозғалысының жылдамдығы, м/с;
 3600 – 1 сағ ішіндегі секунд саны.

5.2 кесте – Жануарлар түріне қатысты жыл мезгілдік ауа алмасу нормасы

Жануарлардың түрі мен тобы	ауа алмасу нормасы м ³ /сағ (жануарлардың 1 ц массасына)		
	қыс	өтпелі кезең	Жаз
Сиырлар	17	35	70
Профилакториядағы бұзаулар	20	30	80
Жас мал	70	80	200
Ересек шошқалар	25	45	60
Шошқалар	15	40	60
Жылқылар	17	-	-
Құстар м ³ /сағ (1 кг массасына)	0,7-0,75	-	4-5

Бір сору құбырының қимасының ауданы 1 м², құбыр шығысындағы ауа қозғалысының жылдамдығы 1,53 м/с. Сағаттық желдету көлемін табу.

$$\alpha = S \cdot V \cdot 3600 = 1 \cdot 1,53 \cdot 3600 = 5508 \text{ (м}^3\text{/сағ)}.$$

Бұл бір сору құбырының ауасы бойынша өнімділігі, ал олар – 10. Сондықтан бөлмедегі желдетудің сағаттық алмасуы: $5508 \cdot 10 = 55080 \text{ м}^3\text{/сағ}$. Егер механикалық немесе құрамдастырылған жүйелері бар бөлмені желдетудің нақты көлемін тексеру жүргізілсе, онда әрбір желдеткіштің өнімділігін (м³/сағ) жеке анықтау қажет, содан кейін барлығын қосып, нормативтік тірі массаның м³/сағ ауа тұтынуымен салыстыру қажет. Жануарларға арналған ауа қажеттілігінің нормалары сәйкес келмеген

жағдайда, олардың өнімділігі бойынша қосымша желдеткіштерді таңдау керек.

5.3 Циклонды есептеу

Циклондарды есептеу газ бен шаңға, олардың тұтқырлығы мен дисперсиясына негізделген. Яғни, циклонның түрімен келесі параметрлер анықталады, мысалы, талаптар бойынша шаң мен газды тиімді тазарту үшін диаметрі мен оңтайлы жылдамдығы.

Есептеу үшін бастапқы деректер қажет:

- тазаланатын газдың саны – $Q = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$;
- жұмыс жағдайында газдың тығыздығы – $\rho = 0,89 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- газдың тұтқырлығы – $\mu = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$;
- шаң бөлшектерінің тығыздығы – $\rho_{\text{п}} = 1380 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- шаң дисперсиясы – $\lg \sigma_{\text{ч}} = 0,5$;
- шаңның кіріс концентрациясы – $C_{\text{вх}} = 120 \text{ г}/\text{м}^3$.
- газ тазалаудың қажетті тиімділігі $\eta = 0,75$.

1. Келесі деректер бойынша циклон түрін белгілеп, D диаметр мен циклон қимасында газдың оңтайлы жылдамдығын $\omega_{\text{опт}}$ анықтайды:

5.3 кесте – Циклондағы газдың оптималь жылдамдығы

Циклон түрі	ЦН-24	ЦН-15	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34
$\omega_{\text{опт}}$, м/с	4,5	3,5	3,5	2,0	1,7

Циклон түрі ЦН-15 $\omega_{\text{опт}} = 3,5 \text{ м}/\text{с}$.

2. Циклон диаметрін есептейміз:

$$D = \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega_{\text{опт}}} \right)^{0,5}; \quad (5.8)$$

мұндағы, Q - тазаланатын газдың саны;

$\omega_{\text{опт}}$ - газдың оңтайлы жылдамдығы.

$$D = \left(\frac{4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 3,5} \right)^{0,5} = 0,66 \text{ м} \approx 0,7 \text{ м}$$

Алынған D мәні циклонның ішкі диаметрінің ең жақын типтік мәніне дейін дөңгелектенеді. Егер циклонның есептік диаметрі оның ең жоғарғы рұқсат етілген мәнінен асып кетсе, онда белгіленген циклонға параллель екі немесе одан да көп қолдану қажет.

Циклондар үшін келесі қатарды ішкі диаметр D , мм деп қабылдау: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 және 3000.

3. Циклондағы нақты жылдамдықты есептейміз:

$$\omega = \frac{4Q}{\pi n D^2}; \quad (5.9)$$

мұндағы, n – циклон саны.

Циклондағы нақты жылдамдық оңтайлыдан 15% - артық ауытқымауы тиіс.

$$\omega = \frac{4 \cdot 1,2}{3,14 \cdot 1 \cdot 0,7^2} = 3,12 \text{ м/с.}$$

Бұл оңтайлы жылдамдықтан 15%-дан артық ауытқымайтын, ауытқу шартын қанағаттандырады.

4. Бір циклонның гидравликалық кедергі коэффициентін есептейміз:

$$\zeta = K_1 \cdot K_2 \cdot \zeta_{500} \quad (5.10)$$

мұндағы, K_1 – циклонның диаметріне түзету коэффициенті (5.3 – кесте);

K_2 – газдың тозаңдануына түзету коэффициенті (5.4 – кесте);

ζ_{500} – диаметрі 500 мм жеке циклонның гидравликалық кедергі коэффициенті (5.5 – кесте).

5.4 кесте – Циклон диаметрі D , мм бойынша K_1 коэффициенті

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

5.5 кесте – Шаңның кіріс концентрациясы $C_{\text{вх}}$, г/м³ бойынша K_2 коэффициенті

Циклон түрі	Шаңның кіріс концентрациясы $C_{\text{вх}}$, г/м ³						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	-
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-24	1	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745

5.6 кесте – Диаметрі 500 мм циклонның гидравликалық кедергі коэффициенті

Циклон түрі	ζ_{500} мәні	
	Атмосфераға шығарылған кезде	Гидравликалық желіге шығару кезінде
ЦН-11	245	250
ЦН-15	155	<u>163</u>
ЦН-24	75	80
СДК-ЦН-33	520	600

$$\zeta = 1 \cdot 0,87 \cdot 163 = 141,8.$$

5. Циклонның гидравликалық кедергісін анықтау, Па:

$$\Delta P = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot \omega^2}{2}; \quad (5.11)$$

$$\Delta P = \frac{\zeta \cdot \rho \cdot \omega^2}{2};$$

$$\Delta P = \frac{141,8 \cdot 1380 \cdot 3,12^2}{2} = 952433,2 \text{ Па.}$$

6. Шаңның дисперсті құрамын есептейміз, мкм:

$$d_{50} = d_{50}^T \left(\frac{\rho_{\text{чг}} \cdot \omega_T}{\rho_{\text{ч}} \cdot \omega} \right)^{0,5}; \quad (5.12)$$

$$d_{50} = 4,5 \cdot [(1930/1380)(3,5/3,12)]^{0,5} = 5,64 \text{ мкм.}$$

5.7 кесте - d_{50}^T және $\lg \sigma_{\eta}$ параметрлерінің мәні

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

7. x параметрін есептеу:

$$x = \frac{\lg \frac{d_{50}}{d_{50}^T}}{(\lg \sigma_{\eta}^2 + \lg \sigma_{\varphi}^2)^{0.5}}; \quad (5.13)$$

$$x = \frac{\lg \frac{5,64}{4,5}}{(0,352^2 + 0,5^2)^{0.5}} = 0,16 \approx 0,2.$$

Формулалар бойынша x мәнін анықтағаннан кейін $\Phi(x)$ параметрін 5.7 кестедегі мәліметтерден табылады.

8. x параметрінің кестелік функциясы: $\Phi(0.5793) = 0.2$.

9. Циклондағы газды тазарту тиімділігін анықтаңыз:

$$\eta = 0,5(1+\Phi(x)); \quad (5.14)$$

$$\eta = 0,5 \cdot (1+0,5793) = 0,79.$$

5.8 кесте – x параметрінің $\Phi(x)$ – ке тәуелдік

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

Осылайша, таңдалған ЦН-15 циклоны қажетті тазарту дәрежесін қамтамасыз етеді. Газды алдын-ала тазарту қажет емес.

Қорытындылау кезінде жем-шөп ұсақтағышта жұмыс істейтін операторының еңбек жағдайы қарастырылды. Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар зерттелген. Еңбек жағдайын негізінде ауаның ластану нормаларын өлшемдермен және еңбек жағдайларын жіктеу принциптерімен анықталады. Еңбек жағдайларын жақсарту бойынша шаралар кешені жасалды. Зиянды фактордың ағзаға әсері зерттеледі. Өндіріс орнындағы жұмысшыларға нақты кәсіптік киіммен және арнайы жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз етілді. Онымен қатар өндіріс орнына шаң-тозаңнан ауаны тазарту мақсатында циклонды ауа тазартқышы құралынмен орнатылды. Таңдалынған ЦН-15 циклоны өзін өндіріс орнында жақсы көрсетіп, ауа ластануын рұқсат етілген мәнде сақтау, жұмысшылардың еңбекжағдайын жақсарттып, кәсіптік аурулардың алдын алуда.

6. Экономикалық бөлімі

Капиталды шығындар – бұл негізгі қорлардың бар түрлерін жақсартуға және жаңа түрін жасауға арналған ақша қаражаттары. Капиталды шығындар, қондырғылар мен аспаптарды алуға кеткен шығыннан, көліктік шығындарынан және монтаж жасауға кететін шығындардан есептеледі. Сметаны жасау үшін негіз болып: қондырғының спецификациясы, бағалар тізімі, монтаж жасау бағасы табылады.

Автоматтандыру жүйесін жасау үшін кететін шығындарды келесідей тізбектеуге болады:

- а) өндірушілердің жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктеріне);
- в) автоматтандыру қаражаттарын алуға кететін шығындар;
- с) монтажға кететін шығындар;
- д) автоматтандыру қаражаттарын және аспаптарды алуға кететін шығындар.

Электржетектің басқару жүйесін жаңаландыру үшін электротехникалық қондырғылар (амперметрлер, сигнал шамдар), бір айнымалы ток электрқозғалтқышы, кабельді өнімдер, жиіліктік түрлендіргіш, саймандар (вентильдер, конденсаторлар және т.б.).

6.1 кесте – Қондырғылар бағасы

Атауы	Параметрлері	Баға, тг
Қозғалтқыш түрі	АҚ	95000
Қуат, кВт	11	-
ПӘК,	0,9	-
Айналу жиілігі, айн/мин	3000	-
Түрлендіргіш қуаты, кВт	11	580000
Түрлендіргіш ПӘК	0,97	-
Іске қосу құрылғылары	32 А	114500
Барлық қондырғы саны: 789500 тг		

Көліктік шығындар қондырғы бағасынан 7,5%, құрайды:

$$K_T = K_{\text{қонд}} \cdot 0,075 \quad (6.1)$$

$$K_T = K_{\text{қонд}} \cdot 0,075 = 789500 \cdot 0,075 = 59212,5 \text{ тг.}$$

Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар:

Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар капиталды шығындар бағасынан 15%-ті құрайды:

$$K_{\text{мон}} = K_{\text{қонд}} \cdot 0,25 = 789500 \cdot 0,25 = 117885 \text{ тг.}$$

Автоматтандыру жүйесін өндіруге және енгізуге кететін толық капиталды шығындар:

$$K_{\text{енг}} = K_{\text{қонд}} + K_T + K_{\text{мон}} \quad (6.2)$$

$$K_{\text{енг}} = K_{\text{қонд}} + K_T + K_{\text{мон}} = 789500 + 117885 + 59212,5 = 966597,5 \text{ тг.}$$

6.1.1 Эксплуатациялық шығындар

Эксплуатациялық шығындар өзіндік құн статияларының өзгерулеріне байланысты есептеледі, оларға; амортизациялық төлемдер, автоматизацияның техникалық лабораторияларын ұстауға кететін шығындар, электрэнергия шығындары, жалақы шығындары.

6.1.2 Амортизациялық төлемдер :

$$A_{\text{жыл}} = \frac{K_{\text{кон}} \cdot H}{100 \%}, \text{ тг} \quad (6.3)$$

мұнда, K - капитал шығындар;

H – амортизациялық төлемдер нормасы ($H=15\%$).

$$A_{\text{жыл}} = \frac{789500 \cdot 15}{100} = 118425 \text{ тг.}$$

6.1.3 Ағымды жөндеу жұмыстары және эксплуатациялауға кететін шығындар:

$$K_{\text{ажж}} = \frac{K_{\text{кон}} \cdot H_{\text{ж}}}{100 \%}, \text{ тг} \quad (6.4)$$

мұнда, $H_{\text{ж}}$ -эксплуатациялау мен ағымды жөндеу жұмыстарының

шығындарын төлеу нормасы;

$N_{ж}$ -қондырғы бағасының 7%-тін құрайды ($N_p=7\%$).

$$K_{ажж} = \frac{789500 \cdot 7}{100} = 55265 \text{ тг.}$$

6.1.4 Қондырғыға қызмет көрсететін персоналдың жалақысы

Персоналдың жұмыс режимі – бір сменді

Қозғалтқышпен жұмыс істеу үшін және оған қызмет көрсету үшін келесідей персонал құрамы қажет:

- Электроника инженері;
- Эксплуатациялаушы инженер (КИПиА инженері).

Бір жұмыскердің болжамдық уақыт тепе-теңдігін есептеу 3 кестесінде келтірілген.

6.2 кесте – Жұмыс уақытының жылдық тепе-теңдігі

Тепе-теңдік бап	Үзіліссіз өндіріс
1. Календарлық уақыт, T_k	365
2. Жұмыс істемейтін күндер, сондай-ақ. - мерекелік күндер - демалыс күндер	110 15 95
3. Жұмыс уақытының номиналды қоры, T_n	255
4. Жұмысқа шықпау себептері, сондай-ақ. - кезекті және қосымша демалыс - ауыру себеппен - мемл. міндет - студенттерге демалыс	31 19 10 1 1
5. Жұмыс уақытының тиімді қоры T_t .	224
6. Номиналды уақытты пайдалану (T_t/T_n)·100	87,84
7. Жұмыс күнінің ұзақтығы, сағ	8
8. Жұмыс уақытының қоры, сағ	1792

6.3 кесте – Штаттық ақпарат тізімі.

Мамандық атауы	Жалақысы	Барлығы
Инженер электронщик	100000	1
Эксплуатациялаушы инженері	95000	2

Жұмыс төлемінің жылдық қоры – бұл өндіріс жұмыскерлерінің жалақысын төлеуге кететін ақша қаражаттар суммасы.

6.1.5 Инженер-техник жұмыскерлердің жылдық еңбек ақы қорын есептеу:

Инженер-электроншиктің жалақысы 100000 тенге. Жылдық жалақы (он екі ай):

$$Ж = \text{төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг}; \quad (6.5)$$

$$Ж = 100000 \cdot 12 = 1200000 \text{ тг.}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_3 = \frac{Ж \cdot Э}{100 \%}, \text{ тг} \quad (6.6)$$

мұндағы: Э – Зиянды қауіп-қатерге төлемнің проценті - 15%.

$$Ж_3 = \frac{1200000 \cdot 15}{100} = 180000 \text{ тг.}$$

Барлығы

$$Ж_6 = Ж_3 + Ж, \text{ тг} \quad (6.7)$$

$$Ж_{61} = 180000 + 1200000 = 1380000 \text{ тг.}$$

Эксплуатациялаушы инженердің жалақысы 95000 тенге. Жылдық жалақысы формуласымен анықталады:

$$Ж = 95000 \cdot 12 = 1140000 \text{ тг.}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_3 = \frac{1140000 \cdot 15}{100} = 171000 \text{ тг.}$$

Барлығы 2 инженер болғандықтан:

$$Ж_{62} = 2 \cdot (Ж_3 + Ж), \text{ тг} \quad (6.8)$$

$$Ж_{62} = 2 \cdot (171000 + 1140000) = 2622000 \text{ тг.}$$

Жұмыскерлердің жалпы еңбек ақы төлеу қоры:

$$ETK_{жалп} = Ж_{61} + Ж_{62}; \quad (6.9)$$

$$ETK_{жалп} = 1380000 + 2622000 = 4002000 \text{ тг.}$$

$$T_{з.қ} = \frac{ETK_{жалпы} \cdot 10}{100} \quad (6.10)$$

$$T_{з.қ} = \frac{4002000 \cdot 10}{100} = 400200 \text{ тг.}$$

$$T_{э.с} = \frac{(ETK_{жалпы} - T_{з.қ}) \cdot 9,5}{100} \quad (6.11)$$

$$T_{э.с} = \frac{(4002000 - 400200) \cdot 9,5}{100} = 342171 \text{ тг.}$$

6.2.1 Электроэнергия шығындары

Электроэнергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m, \quad (6.12)$$

мұндағы: $\sum W$ – электрқондырғы мен есептеу техникасы пайдаланатын суммарлық қуат. Ол құжаттық мәліметтер бойынша анықталады және мынаған тең 11 кВт болады;

t – бір күндік жұмыстың уақыт саны – 8 сағат;

k – қуатты пайдалану коэффициенті – 0,85;

n – басқаратын комплекстер саны – 1;

m – бір жылдағы жұмыс істеу күндер саны – 180;

$$P_{эл} = 11 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 180 = 13464 \text{ кВт/сағ.}$$

Электр энергиясының құны $Ц_{эл} = 19,17$ тг/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$Ц_{эл.э} = P_{эл} \cdot 19,17 \quad (6.13)$$

$$C_{\text{эл.э}} = 13464 \cdot 19,17 = 258104,88 \text{ тг.}$$

Бірақ энергияны 30%-70%-ке дейін үнемдей алатын импульсті реттегішті қолданудың арқасында, электроэнергия шығыны мынаған тең болады:

$$C_{\text{эл.э2}} = \frac{C_{\text{эл.э}} \cdot 50}{100} \quad (6.14)$$

$$C_{\text{эл.э2}} = \frac{258104,88 \cdot 50}{100} = 129052,44 \text{ тг.}$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$\text{ЭШ} = ETK_{\text{жалп}} + T_{\text{з.қ}} + T_{\text{э.с}} + C_{\text{эл.э}} + K_{\text{ажж}} \quad (6.15)$$

$$\text{ЭШ} = 4002000 + 400200 + 342171 + 258104,88 + 55265 = 5057740,88 \text{ тг.}$$

6.3.1 Экономикалық тиімділік

Жиілік түрлендіргіш қондырғысын орнатудан түсетін экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін
 - Cosφ дiң 0.9-0.95-ке дейін ұлғаюы
 - ПЭК-і 97%-дейін ұлғаюы
 - қозғалтқыштың механикалық бөліктерінің жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы
 - бірнеше электржетектерді бірлесіп басқарылуы
- Экономикалық тиімділік келесі формуламен есептеледі:

$$\text{Э}_ж = (C_{\text{эл.э}} - C_{\text{эл.э2}}) - E_n \cdot K_{\text{доп}} \quad (6.16)$$

мұнда $E_n = 0.32$;

$\text{Э}_{\text{п.о}}$ – электржетектердің бөлек басқарылуы кезіндегі қондырғының екінші комплектісіне кететін шығындар;

$K_{\text{мон2}}$ – екінші комплектіні монтаж жасауға кететін шығын.

$K_{\text{мон2}} = K_{\text{мон}}$; $K_{\text{мон2}} = 117885$ тенге.

$$\text{Э}_{\text{экон}} = C_{\text{эл.э}} - C_{\text{эл.э2}} \quad (6.17)$$

$$\mathcal{E}_{\text{экон}} = 258104,88 - 129052,44 = 129052,44 \text{ тг.}$$

$$\mathcal{E} = 129052,44 + 789500 + 117885 = 1036437,44 \text{ тг.}$$

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = \mathcal{E} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{доп}} \quad (6.18)$$

мұнда \mathcal{E} – енгізу нәтижесіндегі алынған үнемдеу, тенге;

$E_{\text{н}}$ – тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

$K_{\text{доп}}$ – жаңаландыруға кететін қосымша капиталды шығындар, тенге.

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 1036437,44 - 0,32 \cdot 966597,5 = 727126,24 \text{ тг.}$$

Өтемділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{\text{от}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\mathcal{E}_{\text{ж}}}, \text{ ЖЫЛ} \quad (6.19)$$

$$T_{\text{от}} = \frac{966597,5}{727126,24} = 1,3 \text{ жыл.}$$

Осыдан шығатын, өтемділік мерзімі нормативті шамадан төмен, жобаның тиімділігін дәлелдейді.

Қорытынды

Дипломдық жұмыста жем ұсақтағышқа қойылатын талаптармен конструктивті ерекшеліктер, жетек ретінде қолданылатын электрлік жетектердің түрлері, артықшылары мен кемшіліктері қарастырылды. Тиімді электр жетегі ретінде жиіліктік түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесі қабылданды. Бұл жүйенің күштің бөлігінің элементтері таңдалды. Қозғалтқыш ретінде қысқа тұйықталған ротарлы қозғалтқыш қолданылады. Жұмыста оның орынбасу сұлбасының параметрлері анықталды және табиғи, жасанды сипатамалары тұрғызылды. Жетектің келесі элемент ретінде ПЧВ типті жиілікті түрлендіргіш таңдалып, оның элементтерінің параметрлері есептелінді.

Реттелетін асинхронды электрлік қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасын MATLAB бағдарламасы арқылы моделдеп жылдамдық пен моменттің өтпелі процесс графиктері алынды.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қауіпті және зиянды өндірістік факторлар зерттелген. Еңбек жағдайын негізінде ауаның ластану нормаларын өлшемдермен және еңбек жағдайларын жіктеу принциптерімен анықталады. Еңбек жағдайларын жақсарту бойынша шаралар кешені жасалды. Зиянды фактордың ағзаға әсері зерттеледі. Өндіріс орнындағы жұмысшыларға нақты кәсіптік киіммен және арнайы жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз етілді. Онымен қатар өндіріс орнына шаң-тозаңнан ауаны тазарту мақсатында циклонды ауа тазартқышы құралынмен орнатылды.

Экономикалық бөліміне жем дайындайтын цехтың электр жетегін жетілдіріп жақсартуға кететін капиталды шығындар есептелді. Есептеу жаңадан алынған қондырғыларды алуға кететін капитал шығындарын есептеу, жұмысшылар жалақысы, жөндеу жұмыстарына кететін шығындар, электр энергия шығындары және сонымен қатар экономикалық тиімділік есептелді.

Әдебиеттер тізімі

1. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат.-2009.
2. Браславский И.Я., З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /Под ред. И.Я.Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.– 256 с.
3. Ильинский Н.Ф, Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 208 с.
4. Сагитов П.И. Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов.- Алматы, 2006.
5. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования / М.М. Кацман. – 12-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 496с
- 7 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебн. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
8. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А 90 А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982. – 504 с., ил
- 9 Түзелбаев Б.И. Сала экономикасы: оқу құралы - Алматы, 2007.
- 10 Волкова А.А. Выбор и расчет средств по пылегазоочистке воздуха: Учебн. пособие. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009.
- 11 Хакімжанов Т.Е. Еңбек қорғау. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы. – Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 б.