

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: Сүт фермасының желдеткіш қондырғысының электр жетегін жетілдіру  
5B071800-«Электр энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған Абдықадырұлы Әкежан АТК-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-«Электрэнергетика» мамандығы  
Электр машиналары және электр жетегі кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Абдықадырұлы Әкежан  
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы Сүт фермасының желдеткіш қондырғысының 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)

Сүт фермасындағы желдеткіштің техникалық параметрлері:

Қажетті ауа беру көлемі -  $12000 \text{ м}^3/\text{са}$ ; ауа ағымының қысымы  $p_{\text{ж}} = 1400 \text{ Па}$ ;  
ұсынылатын желдеткіштің типі - ортадан тепкіш желдеткіш Ц4-70;  
желдеткіштің аэродинамикалық сипаттамасы; ПӘКі - 0,58; айналу жылдамдығы - 915 айн/мин; қозғалтқыштың каталогтік параметрлері

Дипломдық жұмыста әзірлеуге жататын сұрақтар тізімі немесе қысқаша мазмұны:

Кіріспе

1. Сүт фермалырындағы сиыр қораларында қолданылатын желдеткіштер.
2. Желдеткіштің реттелетін электр жетегінің негізгі күштік элементтерін таңдау, қозғалтқыштың сипаттамаларын және параметрлерін анықтау.
3. Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу.
4. Электр жетектің тұйықталған жүйесінің функциональдық және құрылымдық (структуралық) сұлбасын құру және оның элементтерінің беріліс функцияларын анықтау.
5. MATLAB бағдарламасында электр жетектің виртуалды моделін құру және динамикалық сипаттамаларын зерттеу.
6. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі
8. Экономикалық бөлім

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Мал қораларындағы желдету жүйеінің сұлбалары.
2. Орталықтан тепкіш желдеткіштің Ц4-70 сериялы орталықтан тепкіш желдеткіштің құрылысы және оны тандауға арналған номограмма.
3. Асинхронды қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы.
4. Асинхронды электр қозғалтқышының табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары.
5. Электр қозғалтқыштың әртүрлі жиіліктегі жасанды механикалық және электрмеханикалық сипаттамалары
6. Жиіліктік түрлендіргіштің желіге қосылу сұлбасы және көрінісі
7. Электр жетектің функционалдық және құрылымдық сұлбалары
8. Матлаб бағдарламасындағы электр жетектің виртуальды моделі және өтпелі үрдістердің графигі
9. Тіршілік қауіпсіздігіне қатысты есептеулер нәтижелері
10. Экономикалық есептеулердің нәтижелері

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Гольдберг О.Д. Проектирование электрических машин/О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко. – М.: Высшая школа, 2001. – 430с.
2. Браславский И.Я., Ишиматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Асадема 2004. – 202 с
3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Асадема, 2006. – 265 с.
4. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.: ил

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.	<i>Дипломдық жұмыс тақырыбы бойынша материалдар жинау және ғылыми әдебиеттермен танысу</i>	<i>18.11.2019</i>	
2.	<i>Сүт фермасының желдету жүйелері және қолданылатын желдеткіштер туралы мағлұматтар</i>	<i>10.12.2019</i>	
3.	<i>Электржетектің үшін электр қозғалқыш таңдау және оның және табиғи және жасанды сипаттамаларын тұрғызу</i>	<i>08.01.2020</i>	
4.	<i>Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және оның элементтерінің параметрлерін есептеу</i>	<i>19.01.2020</i>	
5.	<i>Электржетектің тұйықталған жүйесінің функциональдық және құрылымдық (структуралық) сұлбасын құру</i>	<i>20.02.2020</i>	
6.	<i>Құрылымдық сұлбаның элементтерінің беріліс функцияларын аңықтау</i>	<i>09.03.2020</i>	
7.	<i>MATLAB бағдарламасында электржетектің моделің жасау және динамикалық сипаттамаларын аңықтау</i>	<i>15.04.2020</i>	
8.	<i>Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі</i>	<i>10.05.2020</i>	
9.	<i>Экономикалық бөлім</i>	<i>20.05.2020</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 \_\_\_\_\_ *Абдықадырұлы Ә.*  
(қолы) (аты-жөні)

## Аңдатпа

Дипломдық жұмыста тапсырмаға сәйкессүт фермасының желдеткіш қондырғысының электр жетегін жетілдіру қарастырылды.

Бұл жұмыста желдеткіштердің арналымы, түрлері мен құрылысы, жұмыс істеу жағдайлары мен режимдері қарастырылған және олардың электр жетектеріне және басқару жүйелеріне қойылатын талаптары тұжырымдалған.

Электр жетектерінің жүйелеріне талдау жасалып, ең тиімді электр жетегінің жүйесі ретінде «жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі таңдалған.

Дипломдық жұмыста автоматтандырылған электр жетектің күштік сұлбасы жобаланып, асинхронды қозғалтқыш пен жиіліктік түрлендіргіш таңдалып, олардың параметрлері мен сипаттамалары анықталған. Желдеткіш қондырғының автоматтандырылған электр жетегінің функционалдық және құрылымдық сұлбалары құрастырылып, негізгі элементтердің беріліс функциялары мен параметрлері анықталған. Matlab бағдарламасында электр жетегінің виртуальды моделі жасалынып, жылдамдық пен моменттің өтпелі үрдіс кезінде өзгеру динамикасы зерттелді.

Өмір қауіпсіздік бөлімінде аппараттық жағдайлар кезіндегі өрт қауіпсіздігі шаралары қарастырылды және сүт фермасында сарқынды сулар тазалауға арналған тұндырғыш есептелген.

Экономикалық бөлімде күрделі және эксплуатациялық шығындар есептеліп, ұсынылған электр жетектің экономикалық тиімділігі анықталды.

## Аннотация

В дипломной работе в соответствии с заданием выполнена модернизация электропривода вентиляционного агрегата молочной фермы.

В данной работе рассматриваются назначение, типы и конструкция вентиляторов, условия эксплуатации и режимы, а также сформулированы требования к электроприводам и системам управления.

Была проанализирована система электроприводов, и в качестве наиболее эффективной системы электропривода выбрана система «преобразователь частоты - асинхронный двигатель».

В дипломной работе спроектирована силовая схема автоматизированного электропривода, выбраны асинхронный двигатель и преобразователь частоты, определены их параметры и характеристики. Разработаны функциональные и структурные схемы автоматизированного электропривода вентиляционной установки, определены передаточные функции и параметры основных элементов. В пакете прикладных программ Matlab разработана виртуальная модель электропривода и изучена динамика изменения скорости и крутящего момента в переходном режиме.

В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены меры пожарной безопасности на случай чрезвычайных ситуаций и рассчитан отстойник для очистки сточных вод на молочной ферме.

В экономическом разделе были рассчитаны капитальные и эксплуатационные затраты и определена экономическая эффективность предлагаемого электропривода.

## **Absract**

In the thesis, in accordance with the task, the electric drive of the ventilation unit of the dairy farm was modernized.

This paper discusses the purpose, types and design of fans, operating conditions and modes, as well as formulates requirements for electric drives and control systems.

The electric drive system was analyzed, and the system “frequency converter - asynchronous motor” was chosen as the most efficient electric drive system.

In the thesis, the power circuit of an automated electric drive was designed, an asynchronous motor and a frequency converter were selected, their parameters and characteristics were determined. Functional and structural diagrams of an automated electric drive for a ventilation installation have been developed, transfer functions and parameters of the main elements have been determined. In the Matlab application package, a virtual model of the electric drive was developed and the dynamics of changes in speed and torque in transition mode was studied.

In the life safety section, fire safety measures for emergencies are reviewed and a sump for wastewater treatment at a dairy farm is designed. In the economic section, capital and operating costs were calculated and the economic efficiency of the proposed electric drive was determined.

## Мазмұны

Кіріспе.....	9
1 Технологиялық бөлім.....	10
1.1 Желдеткіштердің арналымы және жіктелуі.....	10
1.2 Желдеткіштердің құрылысы.....	10
1.3 Орталықтан тепкіш желдеткіштерді қолдану.....	14
1.4 Желдеткіш машиналардың жұмыс режимі.....	15
1.5 Сүт фермаларындағы сиыр қораларын желдету жүйелері және қолданылатын желдеткіштер.....	17
2 Желдеткіштің реттелетін электр жетегінің негізгі күштік элементтерін таңдау және олардың параметрлерін анықтау.....	30
2.1 Желдеткіштің типін таңдау, оның жетегінің қуатын есептеу және оған электрқозғалтқыш таңдау.....	30
2.2 Электр қозғалтқыштың есептік параметрлері.....	31
2.3 Қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау.....	33
2.4 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштерін есептеу.....	35
2.5 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және қосымша жабдықтарды таңдау.....	36
3 Асинхронды қозғалтқыштың статикалық сипаттамаларын есептеу..	43
3.1 Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу.....	43
3.2 Асинхронды қозғалтқыштың $\frac{U_1}{f_1} = const$ жиіліктік реттеу заңына сәйкес жасанды механикалық сипаттамаларын есептеу.....	46
4 Желдеткіштің электржетегінің динамикалық сипаттамаларын анықтау.....	49
4.1 Электр жетегінің құрылымдық сұлбалары және оның элементтерінің параметрлерін есептеу.....	49
4.2 Электр жетектің виртуальді моделін таңдау және өтпелі үрдістерің зерттеу.....	51
5 Тіршілік қауіпсіздік бөлімі.....	57
5.1 Сүт фермасындағы зиянды және қауіпті өндірістік факторларды талдау.....	57
5.2 Өрт қауіпсіздігі.....	62
5.3 Сүт фермасында желдету есебі.....	63
6 Экономикалық бөлім.....	69
6.1 Электрэнергия шығындары.....	71
6.2 Экономикалық тиімділік.....	73
Қорытынды.....	75
Әдебиеттер тізімі.....	76



## Кіріспе

Мал шаруашылығы нысандарының микроклиматы - бұл малды қоршаған ортадағы физикалық және химиялық факторлардың жиынтығы. Микроклиматтың маңызды параметрлеріне мыналар жатады: температура мен салыстырмалы ылғалдылық, ауаның жылдамдығы, химиялық құрамы, сондай-ақ шаңды бөлшектер мен микроорганизмдердің болуы.

Жануарлар мен құстарды өсіру кезінде мал қораларында зоотехникалық және санитарлық-гигиеналық талаптар сай ішкі микроклимат қалыптастыру керек. Микроклиматтың параметрлері қабылданған нормаларға сәйкес болу керек. Бұл стандарттар технологиялық жағдайларды ескере отырып тағайындалған және температураның, салыстырмалы ылғалдылықтың, ауа жылдамдығының мүмкін болатын өзгеруін анықтайды, сонымен қатар үй-жайлар ауасындағы зиянды газдардың шекті рұқсат етілген мөлшерін көрсетеді.

Микроклимат параметрлерінің белгіленген шектерден ауытқуы сүт шығымдылығының 10–20% төмендеуіне, салмақтың өсуінің 20-30% -ға төмендеуіне, жас қалдықтардың 5–40% дейін өсуіне, тауықтардың жұмыртқа тууының 30-35% төмендеуіне және қосымша жем мөлшерінің көбеюіне, жабдықтардың, машиналардың және ғимараттардың пайдалану уақытының қысқаруына, жануарлардың әртүрлі ауруларға төзімділігін төмендетуге әкеледі.

Сондықтан сүт фермаларында ластанған ауаны сыртқа шығару үшін міндетті түрде желдету жүйесі қарастырылады. Желдеткіштерде жетек ретінде электрқозғалтқыштар қолданылады.

Жылдың әртүрлі кезеңдерінде - суық, ауыспалы (сыртқы температура 283 К дейін) және жылы кезіндерде - желдету жүйесі әртүрлі схемалар бойынша және әртүрлі режимдерде жұмыс істеуі керек, өйткені ауа алмасу қажеттілігі әр түрлі болады. Ауа алмасу мөлшері 5-10 рет өзгеруі мүмкін.

Сол себепті де желдеткіштердің ауа айдау өнімділігі де өзгеруі керек. Желдеткіштің ауа айдау өнімділігін әртүрлі тәсілдермен жүзеге асыруға болады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - сүт фермаларындағы желдеткіш қондырғының реттелмейтін электр жетегін энергетикалық және экономикалық тұрғыдан тиімді жүйе саналатын жиіліктік реттелетін электр жетегімен айырбастауды жүзеге асыру.

Дипломдық жұмыста автоматтандырылған электржетектің күштік сұлбасы жобаланып, асинхронды қозғалтқыш пен жиіліктік түрлендіргіш таңдалып, олардың параметрлері мен сипаттамалары анықталған. Күрделі және эксплуатациялық шығындар есептеліп, ұсынылған электр жетектің экономикалық тиімділігі анықталды.

## 1.Технологиялық бөлім

### 1.1 Желдеткіштердің арналымы және жіктелуі

Желдеткіштер- бұл газды немесе ауаны төмен қысымда (15 кПа дейін) және газдың тығыздығы  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$  үшін ауаны беруге арналған айналмалы түрдегі супержабдықтар. Жанкүйерлер орталықтан тепкіш және осьтік болып бөлінеді. Орталықтан тепкіш желдеткіштер келесідей жіктеледі::

а).қысым бойынша:

- төмен қысым (1 кПа дейін);
- орташа қысым (3 кПа дейін);
- жоғары қысым (3 кПа жоғары).

б). арналымы бойынша:

- жалпы мақсат - таза ауаны және агрессивті емес газдарды  $180^\circ \text{C}$
- температурада және құрамында  $150 \text{ мг/м}^3$  аспайтын шаңы бар ауаны жылжыту;
- технологиялық қажеттіліктер үшін: агрессивті медианы жылжытқанда - винил пластик; жарылысқа қарсы - алюминий;
- механикалық қоспалармен бітелген қозғалмалы ауа үшін - шаң;
- түтін шығарғыштар - түтін газдарын жылжыту үшін.

с). доңғалақтың айналу бағыты бойынша:

- дұрыс бұрылу - егер доңғалақ сағат тілімен бұрылса;
- солға бұрылу - егер доңғалақ сағат тіліне қарсы бұрылса;
- розетканың орналасқан жері: жоғарғы типті В; оң - Р; сол жақта - L; төменгі - N;
- жетектеу әдісіне сәйкес: белдік жетегінде немесе қозғалтқышы бар сол білікте.

### 1.2 Желдеткіштердің құрылысы

Өнеркәсіп және ауыл шаруашылығында қолданатын барлық желдеткіштер құрылысы бойынша «қалақты айдағыш» деп аталатын құрылымға жатады. Осындай типті желдеткіштерде айналмалы ротордың энергиясы араласын ауамен байланысатын потенциалды және кинетикалық энергияға түрленеді.

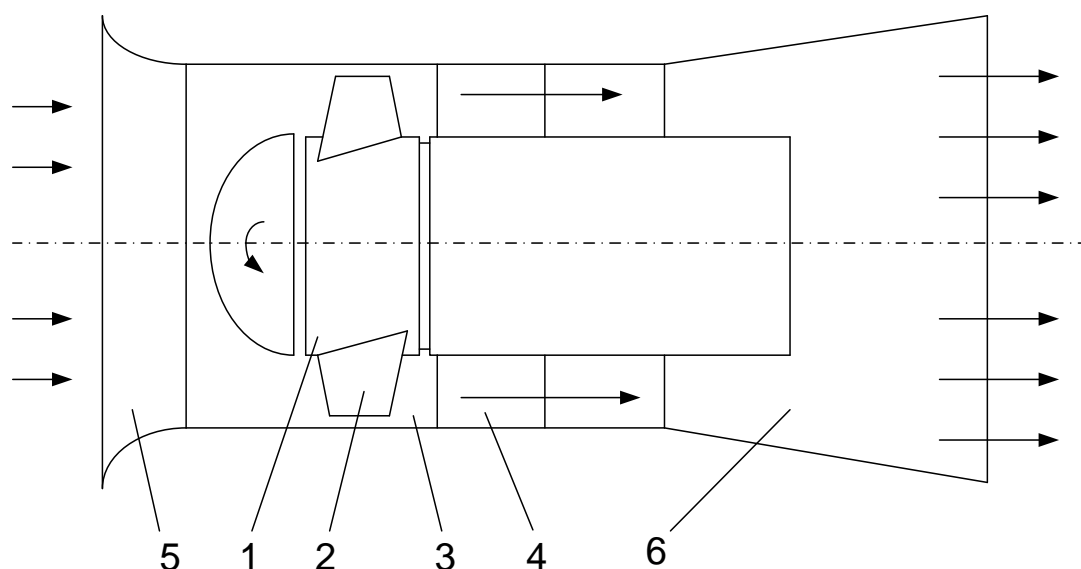
Қалақты желдеткіштер олардағы ауа қозғалысының сипаты және ротордың (жұмыс доңғалағы) пішініне байланысты осьтік және радикальді деп бөлінеді, соңғылары орталықтан тепкіш ретінде белгілі.

*Өтік желдеткіштер (ОЖ).* Өтік желдеткіш (1.1 сурет) төлкесінде профильдік (ұшақтың қанаты пішінінде) қалақтар 2 бекітілген жұмыс доңғалағынан (ЖД) 1 тұрады; жұмыс доңғалағы цилиндрлік корпуста

айналады немесе оны көбіне қаптама 3 деп атайды. Жұмыс доңғалағы алдында қозғалмалы қалақтарымен түзулеуші аппарат (ТА) 4 орналасады.

Айналып тұрған жұмыс доңғалағы қалақтардың көмегімен жетектің энергиясын араласатын ауаға береді. Жұмыс доңғалақтарының қалақтарын болаттан немесе пласмассадан (кіші өлшемді желдеткіштер үшін) жасайды.

Жұмыс доңғалағының қалақтары бейсимметриялы немесесимметриялы профильге ие болуы мүмкін. Симметрия типті жұмыс доңғалақтарының қалақтарымен осьтік желдеткіштер реверсивтік болып табылады, өйткені оның өнімділігі жұмыс доңғалағының айналу бағытын керіге ауыстырғанда өзгермейді. Бейсимметриялы типтің жұмыс қалақтары бар желдеткіштер мұндай қасиетке ие емес, жұмыс доңғалағының айналу бағытын өзгерткенде олардың өнімділігі кенет төмендейді, бірақ бұл желдеткіштер жақсы аэродинамикалық сипаттамаға және жоғары пайдалы әрекет коэффициентіне ие. Түзулегіш аппарат ауаның жұмыс доңғалақтары қалағынан диффузорға немесе торапқа байсалды өтуін қамтамасыз етеді және біртіндеп ауаның қозғалмалы ағынында динамикалық қысымды статикалық қысымға түрлендіреді.



1 – жұмыс доңғалағы; 2 – жұмыс доңғалағының қалақшалары; 3 – қаптама; 4 – түзулеуші аппарат; 5 – коллектор; 6 – диффузор

1.1 сурет – Остік желдеткіштің сұлбасы:

Желдеткіштердің құрылысына екі сүйір форма енгізгіледі, олардың тағайындалуы ауа қозғалысы жылдамдығының кенет өзгерімен байланысты аэродинамикалық шығындарды төмендету болып табылады. Алдыңғы сүйір форма жұмыс доңғалағы немесе бағыттаушы аппараттың алдында кіріс коллекторына, артқы – диффузор алдында түзулегіш аппараттан кейін немесе желдету торабының кірісіне орнатылады.

Өстік желдеткіштерде ауа ағынының қозғалу бағыты жұмыс доңғалағының айналу осімен сәйкес келеді. Ауа коллекторға 5 сорылады, айналысып тұрған жұмыс доңғалағының қалақтары арасынан өтеді, одан кейін түзулегіш аппаратқа түседі, одан диффузорға 6 және атмосфераға тасталады (желдеткіш сорып алу жұмысын атқарғанда).

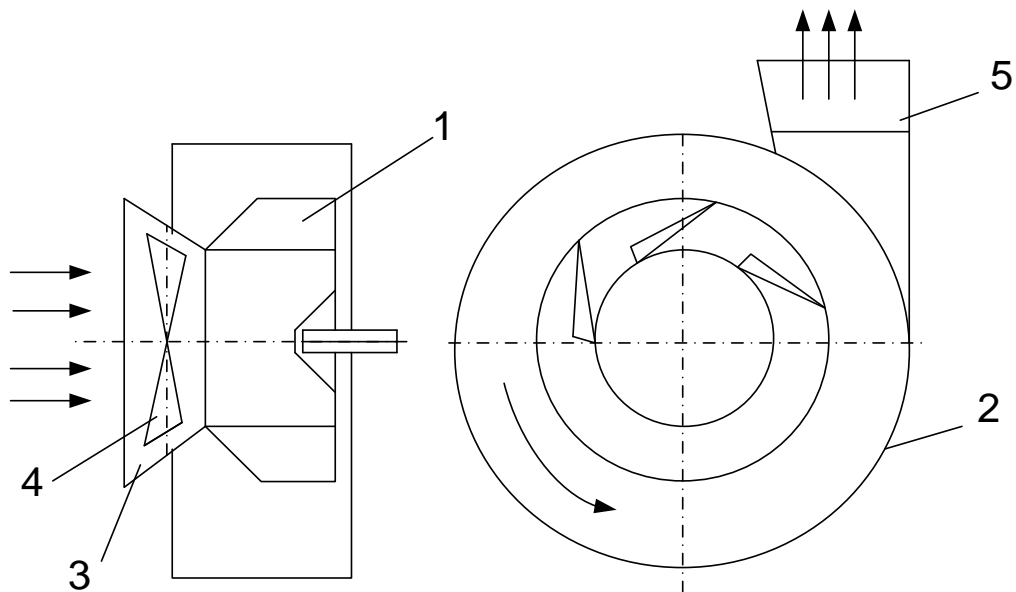
Өстік желдеткіштер бірбасқышты (бір жұмыс доңғалағымен) және екі басқышты болуы мүмкін. Соңғы жағдайда желдеткіштің қаптамасында тізбекті жұмыс істейтін екі басқыш болады және олардың әрқайсысының өз жұмыс доңғалағы болады.

Жұмыс доңғалақтары арасында аралық бағыттаушы аппарат (БА) болады. Конструктивті бағыттаушы аппарат қозғалмайтын профильді қалақтардан немесе орнатудың реттелуші бұрышымен профильдік қалақтардан тұрады. Бағыттаушы аппараттың тағайындалуы – ауаны жұмыс доңғалағына беру және ағынның кинетикалық энергиясының едәуір бөлігін (динамикалық қысым) потенциалдыға (статикалық қысым) ауыстыру. Түзулегіш аппарат ағынның жолы бойынша екінші жұмыс доңғалағына орнатылады. Екі басқыш та бір білікте орналасуы немесе жеке біліктерде (ВОД 16 желдеткіші) орналасуы мүмкін. Екі басқыштың болуы желдеткішке аса жоғары қысымды дамытуға мүмкіндік береді.

*Орталықтан тепкіш желдеткіштер.* Желдеткіштің негізін (1.2 сурет) алдыңғы және артқы диск арасында орнатылған жұмыс доңғалағы 1 құрайды, оларға кіріс ернеуі кіші радуысты шеңберде орналасатын профильді қанат тәрізді қалақтар бекітілген. Жұмыс доңғалағы доңғалақтың жолы бойынша алдыңға иілген қалақтармен радиальді, және артқа иілген болуы мүмкін, жұмыс доңғалағының тағайындалуы – желдеткіш жетігінің энергиясын араласатын ауаға беру. Жұмыс доңғалағы жапырақты болаттан жасалған шиыршықты қаптамада 2 айналады. Ұлу тәрізді қаптама белгілі бағытта ауаны беруге және ауа ағынында динамикалық қысымды ішінара статикалық қысымға айналдыруға арналған. Ауа коллектор 3 арқылы желдеткішке сорылады, онда айналмалы емес, тек қара әр қайсысы өзінің қалағының осі бойынша бұрылатын 4 бағыттаушы аппарат орнатылған. Бағыттаушы аппарат белгілі бір жылдамдықпен және белгілі бір бұрышпен ауаны жұмыс доңғалағына жіберуге арналған, бұл желдеткіштің жұмыс режимдерін реттеуге мүмкіндік береді.

Жұмыс доңғалағына ауа желдеткіш білігінің осіне параллельді енеді, одан кейін қалақта дамитын тартылыстың және орталықтан тепкіш күштің әсерінен  $90^0$  қа бұрады, қалақтар арасынан өтеді, қаптаманың перифериялық бөлігіне лақтырылады және диффузор 5 арқылы атмосфераға шығады (желдеткіш сорып алу жұмысын атқарғанда). Диффузор қаптамадан шығыстағы ағында динамикалық қысымды статикалық қысымға қосымша түрлендіргіш болып табылады.

Орталықтан тепкіш желдеткіштер бір жақты және екі жақты сорумен атқарылуы мүмкін. Соңғы жағдайда желдеткіштің білігіне үлкен диаметрлі



1 – жұмыс доңғалағы; 2 – шиыршықты қаптама; 3 – кіріс коллектор; 4 – құрылғыларды бағыттаушы қалақшалар; 5 – диффузор

1.2 сурет – Орталықтан тепкіш желдеткіштің сұлбасы:

төлкелермен байланысқан қосарланған жұмыс доңғалағы орнатылады. Ауа жұмыс доңғалағына екі бағыттаушы аппараттан, екі тараптан түседі. Екі жақты сору білік мойынтірегінің өстік қысымын азайтуға және сорылып жатқан бөлікте қозғалмалы ауаның кедергісін азайтуға мүмкіндік береді. Соңғы жағдай орталықтан тепкіш желдеткіштің өнімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Өстік желдеткіштердің ерекшеліктері:

- құрылысының салыстырмалы қарапайымдылығы;
- монтаждың қарапайымдылығы, орнатуға аз аудан;
- ауа ағыны реверсінің қарапайымдылығы (көптеген заманауи өстік желдеткіштер реверстік арна құрылғысын қажет етпейді);
- салыстырмалы жоғары өнімділік;
- едәуір жоғары пайдалы әрекет коэффициенті;
- осы типтегі желдеткіштерді жылжымалы ЖЖЖ ретінде қолданудың ыңғайлылығы.

Орталықтан тепкіш желдеткіштердің ерекшеліктері:

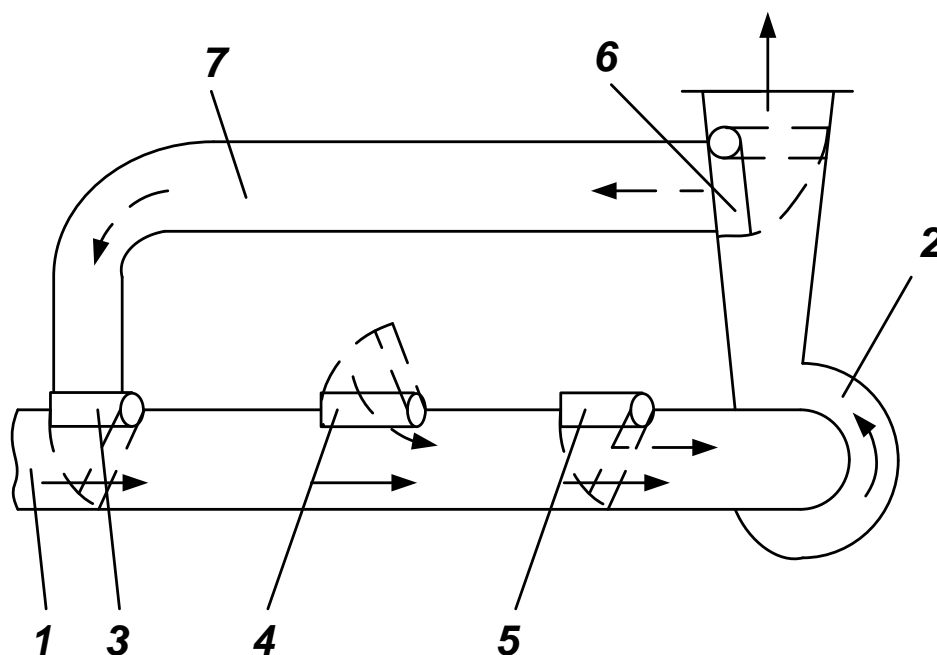
- жоғары механикалық сенімділік және жұмыс доңғалағының едәуір төмен жылдамдығын қолдануға байланысты жоғары қызмет мерзімі;
- осы желдеткіштердің сипаттамасының түріне байланысты жұмыс режимдерінің жоғары тұрақтылығы мен сенімділігі;
- жұмыс істегенде шудың аздығы;
- салыстырмалы жоғары депрессия;
- реттеудің үлкен тереңдігі;
- ластанған ауаға аз сезімталдылық.

Тау саласына шығарылатын желдеткіштер соруға да, айдауға да бірдей тиімді жұмыс істей алады.

### 1.3 Орталықтан тепкіш желдеткіштерді қолдану

Орталықтан тепкіш желдеткіштер мал шарушылығында негізгі желдету желдеткіштері ретінде кең қолданыс тапты. Негізінен оларды желдеткіш торабының кедергісін жеңу үшін жоғары қысым қажет болғанда пайдаланады.

Желдеткіш қалыпты жұмыс істегенде тұтас нұсқарлармен көрсетілгендей, сырттан ауа желдетуші арнаға 1 желдеткішке 2 түседі және атмосфераға тасталады. Жыралар (жабушы 3, атмосфералық 4, ауыстыратын 5 және диффузор 6) тұтас сызықтармен көрсетілген күйе орнатылған. Реверсирлегенде барлық жыралар, 5 жыраны қоспағанда штрих сызықтармен көрсетілген қалыпта орнатылады. Атмосферадан ауа, штрих нұсқарлармен көрсетілгендей, желдеткіш диффузоры 2, айналмалы арна 7 және арна 1 арқылы шахтаға түседі. Негізгі желдетуші қондырғы екі желдеткіштен тұрғандықтан, екінші желдеткіш жұмыс істегенде жыра 5 желдеткішті өшіреді (мұндағы оның үйі штрихтермен көрсетілген). Ауа ағынын реверсирлеу 10 минутқа жетпей жасалуы керек, мұнда ауаның шахтаға берілуі желдету ағынының қалыпты бағытында оның берілуінің 60% тен кем емесін құрауы қажет.



1 – желдетуші арна; желдеткіш; 2 – желдеткіш; 3 – жабушы жыра;  
4 –атмосфералық жыра; 5 – ауыстыратын жыра; 6 – диффузор жыра;  
7 – айналмалы арна

1.3 сурет– Желдететін арна және желдеткіштің жұмысы

## 1.4 Желдеткіш қондырғының жұмыс режимі

Желдеткіш қондырғылардың жұмыс режимі әртүрлі табиғи және өндірістің факторларға байланысты.

Салқындату және желдету жүйелері желдеткіштерінің жұмыс режимі ауа-райы жағдайларына, температураның мерзімдік ауытқуына байланысты. Осы себептерге айналмалы сумен қамтамасыз ету жүйелердегі желдеткіштердің жұмыс режимі байланысты. Алайда, осы жағдайда мерзімдік және ауа-райылық жағдайлармен шақырылған температуралық ауытқуларға технологиялық процесс пен нақты кәсіпорынның пайдалану жағдайы әсер етеді. Аналогты режимдерде Ресейдің газ құбырларының көптеген компрессорлық станцияларында гады салқындату жүйелері (АСА (ауалы салқындату аппараты) газ) жұмыс істейді.

Жерасты қазбаларында желдету жүйелерінде жұмыс істейтін Жергілікті табиғи және өндірістік факторларға байланысты желдеткіш қондырғыларымен ауаны беру диапазоны кең диапазонда (0-ден 100% ауаның максималды берілуі) өзгереді.

Биологиялық тазалаушы құрылыстардың аэротенкаларына ауаны беретін ауа үрлеушілердің жұмыс режиміне мыналар әсер етеді.

Ағып келетін сулардың ластану деңгейі, оның температурасы және тазалаушы құрылыстарға түстені суағарлардың саны. Осы қондырғылардың ауаны беруінің өзгеру диапазоны ауаны максималды берудің 25-100% шегінде жатады.

Құю өндірісінің конверторлық цехтарында ауа үрлегіштердің жұмыс режимі негізінен конверторлардың жұмыс режиміне байланысты анықталады. Берілетін ауа көлемі жұмыста қанша конвертор бар екеніне, конвертордың жүктелу процесі немесе металдың балқуы болуы жатыр ма, соған байланысты.

Осы қондырғыларда ауаны беру диапазоны ауаны максималды жіберуде 25- 30%-дан 100%-қа дейін ауытқиды.

Компрессорлық қондырғылардың жұмыс режимі кәсіпорындар цехының өндірістік циклымен анықталады. Мысалы, кеніш алаңқайының қысылған ауасын жіберу жүйесі жұмыс ауысымына 80-100% максималды жіберу береді, ал жөндеу ауысымында ауа жіберу 10-15% ға түседі. Металлургиялық зауыттарда цехқа берілетін қысылған ауа көлемі 20- 25%-дан 100%-ға дейінгі диапазонда өзгереді.

Ауа үрлейтін қондырғылардың жұмыс режимі, сорғынікі секілді  $\lambda = Q_m / Q_o$  қатынасымен сипатталуы мүмкін.

Ауа үрлейтін қондырғылардың режимдерін талдау олардың аэродинамикалық (жұмысшы) сипаттамасы мен ауа өткізгіштердің сипаттамасын қолданумен жүзеге асырылады.

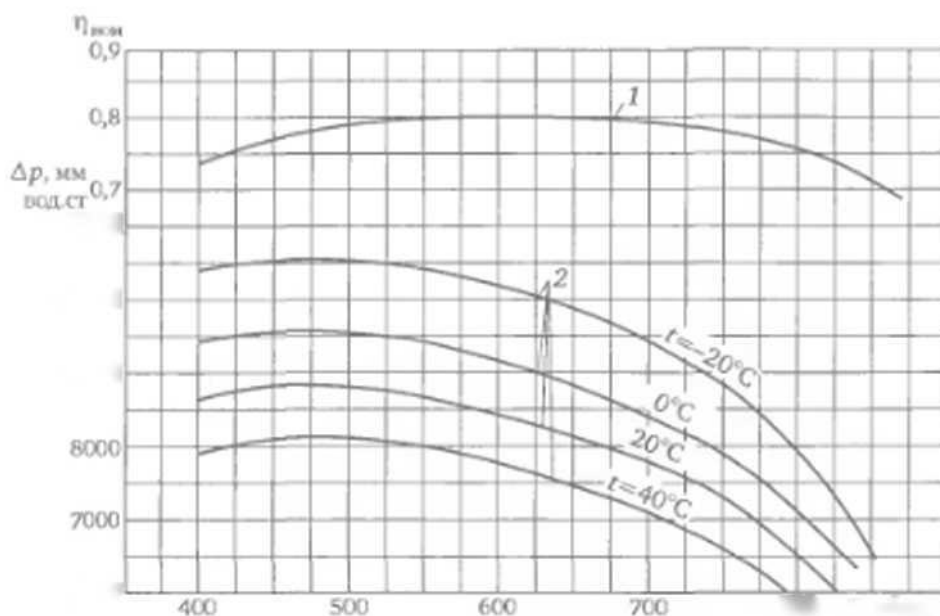
Кейбір әдебиет көздерінде ауа өткізгіштердің сипаттамалары «тораптың қисығы» деп аталады.

Төменде кейбір ауа үрлегіш қондырғылардың жұмыс режимі қарастырылады.

1.3 суретте Ц4-100/2 №20 желдеткішінің 460 об/мин айналу жиілігімен 1121 осьтік бағыттаушы аппаратымен жұмыс сипаттамалары келтірілген. Әрбір сипаттама ОБА (осьтік бағыттаушы аппараттың) белгілі бір бұрылу бұрышына сай келеді. Желдеткіш қондырғылардың ерекшелігі су бағанасының миллиметрмен немесе паскальмен өлшенетін аса төмен қысым болып табылады. Бұдан басқа, ауа өткізгіштер торабында қысымға қарсылық жоқ.

Желдеткіш қондырғыда қысымға қарсылық желдеткіштердің параллельді жұмысында басқа параллельді жұмыс істеп жатқан желдеткіштерден дамып жатқан қысым есебінен ғана дамуы мүмкін.

Көптеген желдеткіштер ершік тәрізді сипатқа ие екенін атап кету қажет (1.3сурет, 1 қисық), бұл ауаны беру жүйесі жұмысының тұрақтылығына әсер етеді.



$$1 - \eta = f(Q); \quad 2 - \Delta p = f(Q).$$

1.4 сурет - Ағып келетін сулардың аэрация жүйесінің 750-23-4 типті ауа үрлегішінің сипаттамасы:

1.4 суретте биологиялық тазалаушы құрылыстардың аэрация жүйесінде қолданылатын 750 – 23-4 типті ауа үрлегішінің сипаттамасы көрсетілген. Осы сипаттамаларда сорғылық аймақтың болуы өзіне назарын аудартады, яғни осы ауа үрлегіштердің сипаттамалары тұрақсыз. Параллельді жұмыс істейтін ауа үрлегіштердің саны 10-15 агрегатқа жетеді.

Осы жүйенің жұмыс режимінің ерекшелігі арынның шығынының динамикалық құрамдасы дерлік жоқтығында, өйткені бұл жүйедегі ауа өткізгіштерүлкен кесіндіге және салыстырмалы кіші ұзындыққа ие. Осы себепті осы жағдайда тораптың сипаттамасы абцисса осіне параллельді тік



сызыққа құлдырайды. Басқаша айтқанда, аэрация жүйесінің ауа үрлегіштері негізінен аэротенкадағы ауаның қоюлығына негізделген статикалық қысымға қарсылықты жеңуге жұмыс істейді.

Ауа үрлегіш машиналар мен қондырғылардың жұмыс режимінің қысқаша шолуы олардың сорғыштар және сорғыш қондырғылармен ортақтығын көрсетеді.

Сонымен бірге, ауа үрлегіш машиналардың жұмыс режимі сорғыштардың жұмыс режимінен едәуір ерекшеленеді. Олардың ерекшеліктері негізінен, сорғыштардың сығылмаған сұйықтықты, ал ауа үрлегіш машиналар – сығылған газды тасымалдауында болып табылады. Сондықтан ауа үрлегіштерде газ адиабатикалық процесс, ал газдарды салқындатқышы бар компрессорларда изотермиялық процесс жүреді. Бұл жағдайлар ауа мен газды тасымалдау процесінің энергетикасына маңызды әсер көрсетеді.

### **1.5 Сүт фермаларындағы сиыр қораларын желдету жүйелері және қолданылатын желдеткіштер**

Табиғатта болып жатқан климат қалыптастыру процестері бізді қоршаған ауада термиялық және ылғалдылық режимін қалыптастырады. Мал шаруашылығы ғимараттарының микроклиматы - бұл қоршаған ортадағы физикалық және химиялық факторлардың жиынтығы. Микроклиматтың маңызды параметрлеріне мыналар жатады: температура мен салыстырмалы ылғалдылық, ауаның жылдамдығы, химиялық құрамы, сондай-ақ шаңды бөлшектер мен микроорганизмдердің болуы. Ауаның химиялық құрамын бағалау кезінде, ең алдымен, зиянды газдардың құрамы анықталады: көмірқышқыл газы, аммиак, күкірт сутегі, көміртегі тотығы, олардың болуы организмнің ауруларға төзімділігін төмендетеді. Микроклиматтың қалыптасуына әсер ететін маңызды факторлар да жарықтандыру болып табылады; шық нүктесін анықтайтын ғимарат конвертінің ішкі беттерінің температурасы (конденсация нүктесі); осы құрылымдар мен жануарлар арасындағы сәулелі жылу беру мөлшері; ауаның иондалуы және т.б.

Жануарлар мен құстарды ұстауға зоотехникалық және санитарлық-гигиеналық талаптар барлық ішкі климаттық жағдайларды технологиялық жобалаудың бүкіл одақтық нормаларында (ОНТР) қатаң сақталуын қамтамасыз ету үшін азаяды. Бұл стандарттар технологиялық жағдайларды ескере отырып тағайындалған және температураның, салыстырмалы ылғалдылықтың, ауа жылдамдығының мүмкін болатын өзгеруін анықтайды, сонымен қатар үй-жайлар ауасындағы зиянды газдардың шекті рұқсат етілген мөлшерін көрсетеді. Жалпы алғанда, ауаны тазартуға шаңды кетіру, иісті кетіру (дезодоризация), зарарсыздандыру (дезинфекция), жылыту, ылғалдандыру (немесе дегельдендіру) және салқындату кіреді. Ауаны жеткізудің технологиялық сызбасын әзірлеу кезінде бұл процесті неғұрлым үнемді ету керек, ал автоматты реттеу оңай. Сонымен қатар, үй-жай құрғақ,

жылы, жақсы жарықтандырылған және сыртқы шулардан оқшауланған болуы керек. Жабық микроклимат параметрлерінің белгіленген шектерден ауытқуы сүт шығымдылығының 10–20% төмендеуіне, салмақтың өсуінің 20-30% -ға төмендеуіне, жас қалдықтардың 5–40% дейін өсуіне, тауықтардың жұмыртқа қоюының 30-35% төмендеуіне және қосымша жем мөлшеріне әкеледі жабдықтардың, машиналардың және ғимараттардың өмірін қысқарту, жануарлардың әртүрлі ауруларға төзімділігін төмендету. Әр түрлі үй-жайларға арналған климаттық стандарттар кестеде келтірілген. 1, және зиянды газдардың шекті рұқсат етілген концентрациясы 1,1 кесте

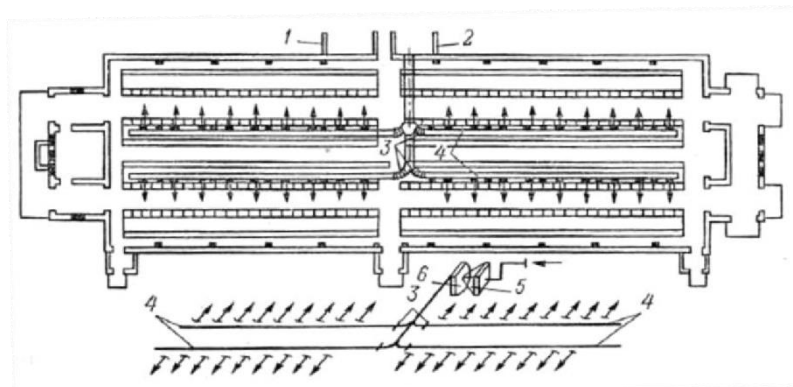
1.1 кесте –Әр түрлі қораларға арналған

Зиянды газ	Қоралар	
	Мал	құс
Көмірқышқыл газы,%	0,25	0,18–0,20
аммиак, мг / л	0,02	0,01
Күкірт сутегі, мг / л	0,01	0,005

Микроклимат параметрлерін зоотехникалық және санитарлық-гигиеналық талаптар деңгейінде ұстауда есіктердің, қақпалардың құрылысы, жемшөп тарататын қондырғылармен жем тарату кезінде ашылатын және жазда да, қыста да бульдозерлермен қонды жинау кезінде ашылатын тамбурлардың болуы маңызды рөл атқарады. Үй-жайлар жиі салқындатылған және жануарлар суықтан зардап шегеді.

Желдету жүйесінің жұмыс принципі бойынша ағынның механикалық стимуляторымен мәжбүрлі және біріктірілген табиғи (гравитациялық) болып бөлінеді. Табиғи желдету кезінде ауа алмасуы ішкі және сыртқы ауаның тығыздығының айырмашылығына, сондай-ақ желдің әсерінен болады. Мұндай жүйе әрқашан жеткілікті ауа алмасуды қамтамасыз ете алмайды. Механикалық мотиві бар мәжбүрлі желдету, өз кезегінде, ағызу, шығару және шығару-шығару деп бөлінеді. Сонымен қатар, біріншісі үй-жайға жеткізілетін ауаны жылытусыз немесе жылытусыз болуы мүмкін. Қойма үшін 200 бас теректі ұстауға арналған механикалық қысымды желдету жүйесі суретте көрсетілген. 1. Жылу сүт қондырғысында орналасқан және KB-300M немесе Д-721А бу қазандарымен жабдықталған қазандықтан жеткізіледі. Жеткізу ауасы KFB-7 ауа жылытқышына жылытылатын желдеткіш арқылы жіберіледі, содан кейін ол қораптың жоғарғы бөлігіндегі тесілген ауа каналдары арқылы таратылады. Желдетудің шығатын бөлігі табиғи болып табылады, ластанған ауаны бүкіл бөлменің бойымен шатырдың жоталары бойымен орналасқан тақталар арасындағы тесік арқылы алып тастайды. Тәуелсіз сору жүйесі ретінде сирек қолданылады. Ластанған ауаны бөлмеден шығаруға осьтік желдеткіштер мәжбүр етеді. Бұл жағдайда соңғылардағы ауа қысымы

төмендейді, ал сыртқы ауа саңылаулардағы желдету тесіктері арқылы енеді. Мұндай жүйеге жылу генераторын пайдаланбай Климат-4 жабдықтары жиынтығы қызмет етеді. Мал шаруашылығы ғимараттарына қажет ауа алмасу табиғи желдету мүмкіндіктерінен едәуір асып түседі, бұл қыс мезгілінде жабдықтау ауасын жасанды жылыту арқылы қысым шығаратын жүйелерді орнатуды талап етеді (әсіресе аналық тұқымды шошқа үйлерінде және мал басы көп шоғырланған үйлерде).

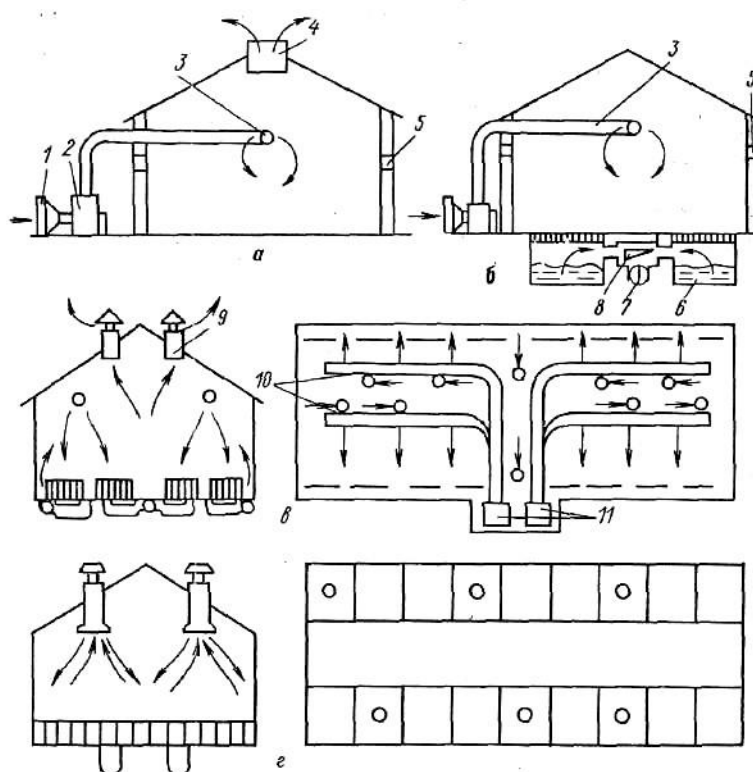


1 - сүт блогы; 2 - желдету камерасы; 3 - дроссельдік клапандар; 4 - ауа каналдары; 5 - жылытқыш KFB-7; 6 - орталықтан тепкіш желдеткіш

1.5 сурет- Төрт қатарлық желдету жүйесі

Жеткізу механикалық жүйесі сору жүйесі арқылы өтетіннен 15-20% көп ауа шығарады. Ол бөлменің кез келген жеріне қажетті мөлшерде таза ауаны бере алады. Өнеркәсіп «Климат» жалпы атауымен жабдықтардың арнайы жиынтықтарын, сондай-ақ KPS сериялы желдету және жылыту қондырғыларын және арнайы фермалар мен өндірістік типтегі кешендерге қызмет көрсетуге арналған әр түрлі қуаттылықтағы ауа жылытқыштар шығарады. Бөлмедегі негізгі ауа ағынының қажетті бағытына байланысты желдету жүйелері тік және көлденең болады. Ең ұтымдысы - жоғарыдан төменге қарай схемаға сәйкес тік ауа ағыны. Суретте. 2-де мал ғимараттарындағы микроклиматты басқару жүйесі құрылысының схемалық диаграммалары көрсетілген. Ц4-70 № 7 немесе № 8 сорғыш ауадан тепкіш желдеткіштер, сонымен қатар ғимараттың төменгі бөлігінің қабырғаларында орналасқан Климат-4 қондырғысының ВО сериялы осьтік желдеткіштері оны осы схемаға сәйкес алып тастайды. Апаттық желдету үшін соңғысы оқшауланған клапандармен жабдықталған сору біліктерімен жабдықталған. Оңтүстік аймақтарда КИО-13 буландыратын салқындату жиынтығы бар желдету жүйесі қолданылады (1,6-сурет). Кондиционер жабдықтаумен жұмыс істейтін шатыр желдеткіштерін және ғимараттың қабырғаларында орналасқан ВО сорғыш желдеткіштерін қамтиды. Мал мен құс өсіретін қондырғыларды желдету жүйесінің жұмысына қойылатын негізгі талаптар: 1. Жеткізу каналдары (біліктер) бөлменің жоғарғы немесе орта бөлігінде орналасуы керек, өйткені ауа қозғалысының айтарлықтай жылдамдығында олардың

жануарларға жақын болуы суық тиюі мүмкін. Арналар сыртқы ауаның жануарлардан шығуын болдырмайтын дефлекторлармен немесе саптамалармен жабдықталған.



а - бұрандалы және борпылдақ корпусы бар сиырлар; б - көнді жер асты қоймасы бар үй-жайлар; в - жылына 24 мың шошқаға арналған кешендер; г - жылына 108 мың шошқаға арналған кешендер; 1 - ауа жылытқышы; 2 - жеткізу желдеткіші; 3 - ауа түтігі; 4 - сору білігі; 5 - терезе; 6 - сору түтігі; 7 - сору желдеткіші; 8 - сору жүйесіндегі жоғарғы канал; 9 - желдеткіші бар сору білігі; 10 - шығару каналдары; 11 - желдету және жылыту қондырғылары

1.6 сурет- Малдың әртүрлі ғимараттарында берілген микроклиматты қамтамасыз ету жүйесінің схемалары:

Шығару каналдары бөлменің төменгі бөлігінде, жануарлар немесе құстар орналасқан жерде, сонымен қатар еденнің астында - көнді тазарту арналарынан ластанған ауаны шығару керек. Шығару каналдары мен қабырғадағы саңылаулардың ауа қабылдайтын шкафтары су өткізетін түтіктерге қарсы немесе олардан аз қашықтықта (2,5 м-ден кем) орналастырылмауы керек. Егер бұл талап сақталмаса, бөлмеде тоқырау аймақтары пайда болуы мүмкін.

Ауа үнемдейтін синтетикалық материалдардан (пленкалардан) ауа өткізгіштерін жасау ұсынылады.

Арттыру үшін; қыста ауа температурасын қамтамасыз ету үшін, жергілікті жылытуды аз металды қажет етеді және жүйені автоматтандыруға мүмкіндік береді. Мұндай құралдарға SFD немесе ОКВ сериялы электр жылытқыштар, KFS немесе KFB сериялы су жылытқыштар, сондай-ақ TG-2.5, TG-10 типтегі жылу генераторлары және басқалар жатады. ПВУ сериясымен жұмыс істейтін автоматтандырылған ауаны басқару қондырғыларының дизайны ерекше қызығушылық тудырады. электр жылыту элементтері (TEN) және тарату арналарын қажет етпейді.

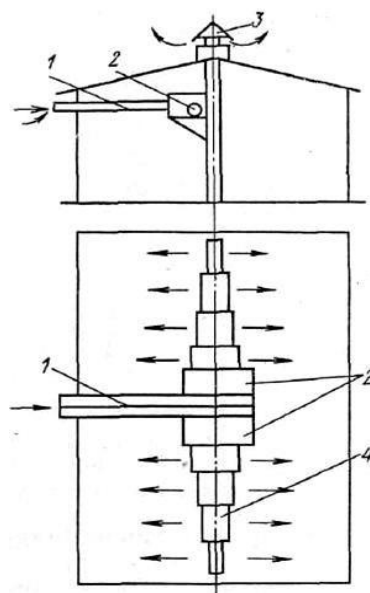
Жылдың әртүрлі кезеңдерінде - суық, ауыспалы (сыртқы температура 283 К дейін) және жылы - желдету жүйесі әртүрлі схемалар бойынша және әртүрлі режимдерде жұмыс істеуі керек, өйткені ауа алмасу қажеттілігі әртүрлі болады. Сонымен, үйлерде ол 5-10 рет өзгеруі мүмкін. Бұл маусымға байланысты жүйені қайта құрылымдаудың мұндай шектеулері оның конструктивті шешімінде қарастырылуы керек дегенді білдіреді.

Желдеткіштер мен жылытқыштар. 3суретте 10 мың бас ІҚМ өсіруге және бордатуға арналған кешеннің желдету жүйесі көрсетілген және 4суретте ғимараттың әр бөлімі жылытқышпен және екі желдеткішпен, екінші тамақтандыру кезеңімен (1.7сурет) бір желдеткіш пен жылытқышпен жабдықталған бірінші тамақтандыру кезеңінің үй-жайларында желдету және жылыту жүйелерінің орналасуы көрсетілген (1.7сурет). Тарату және тарату каналдары бұзауды жоғарыдан төменге қарай таза ауамен қамтамасыз етеді. Мұндай схема жылына 108 мың шошқа өсіретін шошқа өсіру кешенінің бордақылау алаңдарында да қолданылды, олардың төбелерінде ғимараттың бойында дөңгелек желдеткіш біліктер - қосымша ауаны жеткізу мұнаралары орнатылды. Лас ластанған ауаны көң каналынан шығару үшін, майды бордақылауға арналған желдеткіштер орналастырылған, ол көлденең жинайтын сорғыш жерасты каналына қосылған центрифугациялық желдеткіштен тұрады. Ең толық - бұл біріктірілген желдету жүйесі, бұл суретте келтірілген. 5. Оған 12-ден 19 мың м<sup>3</sup> / сағ дейінгі МЦ-4.70 желдеткіші және массасы 130 кг / сағ дейін жылы ауа массасы бар 60 кВт электр жылытқышы кіреді.

Желдеткіштің сыртқы ауасы ауа жылытқышы арқылы өтеді және ауа өткізгіші арқылы желдету жүйесіне жіберіледі, ол жерде ауа қабылдағыш арқылы кіретін суық ауа араласады. Алынған жылы ауа фидердің астында орналасқан беру каналына жіберіледі және тесіктер арқылы ол бөлмеге кіреді. Шығару каналдары көң өтетін жерлердің астында орналасқан. Ауаны беру арналардағы клапандармен реттеледі.

Желдеткіш жетегіне берілген  $N$ , кВт қуат формула бойынша анықталады

$$N = \frac{pQv}{(10^3 \cdot 3600 \eta_e \eta_{np})}$$

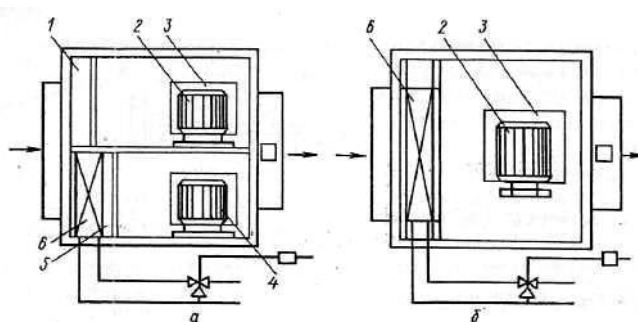


1 - қабылдау түтігі; 2 - жанкүйерлер; 3 - сору білігі;  
 1.7 сурет- Кешеннің ғимараттарында 10 мың бас жас малды  
 бордақылауға арналған желдету жүйесінің схемасы

мұндағы  $p$  - желдеткіштің жалпы қысымы, кПа;

$\eta_e$  - желдеткіштің тиімділігі (орталықтан тепкіш желдеткіштер үшін  $\eta_b = 0.4-0.6$  қабылданады);

$\eta_{пр}$  - жетектің тиімділігі.



1 - жапқыш; 2 - электр қозғалтқышы; 3 - желдеткіш; 4 - реттелетін жылдамдығы бар электр қозғалтқышы; 5 - жалюзи; 6 - ауа жылытқышы

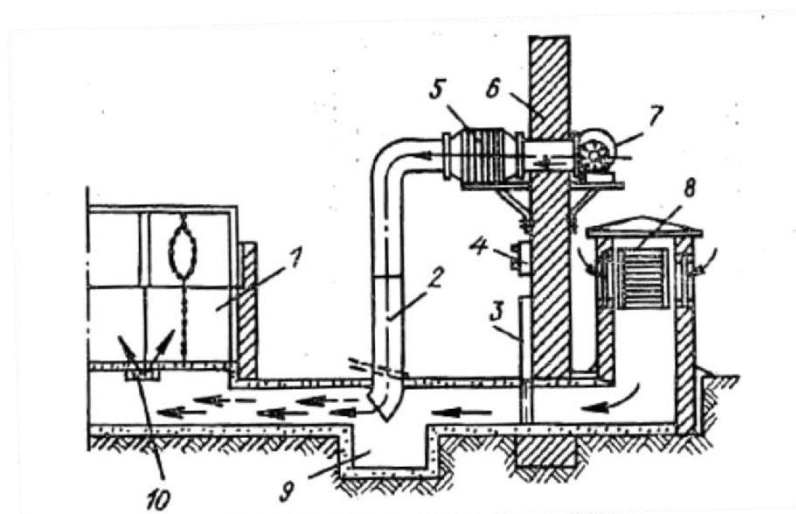
1.8 сурет- Майландырудың бірінші (а) және екінші (б) кезеңдеріндегі ғимараттардағы желдету және жылыту қондырғыларының схемалары

ГОСТ 10616–63 сәйкес, оларға пышақтың сыртқы жиегі бойымен дециметрдегі доңғалақ диаметріне сәйкес келетін сан тағайындалады. Жалпы мақсаттағы және шатыр желдеткіштерінің негізгі көрсеткіштері келтірілген.

Климатты басқару жүйелерінде қолданылатын негізгі жабдықтар күріш. б орталықтан тепкіш, осьтік және шатырлы желдеткіштер; бу, су және электр жылу генераторлары мен жылытқыштар; жылу желдеткіштері және

жабдықтау және шығару жүйелері Өздері жасаған қысым бойынша жанкүйерлер үш топқа бөлінеді: төмен қысым - 1000 Па дейін, орташа - 1000-3000 Па және жоғары қысым - 3000-12 000 Па. Мал шаруашылығы жүйелері әдетте төмен және орташа қысымды желдеткіштерді пайдаланады. Ц4-70 тәрізді орталықтан тепкіш желдеткіштер жақсы аэродинамикалық қасиеттері мен жоғары тиімділігіне ие.

Өстік желдеткіштерге олар жасаған ауа ағыны қозғалтқыштың айналу осіне параллель бағытталғандығымен сипатталады. Өстік желдеткіштер жеткілікті үлкен ағым кезінде аз қысым жасайды, сондықтан олар жүйелері жоқ жүйелерде қолданылады. ВО түріндегі өстік желдеткіштер желдету және жылыту қондырғыларында кеңінен қолданылады.

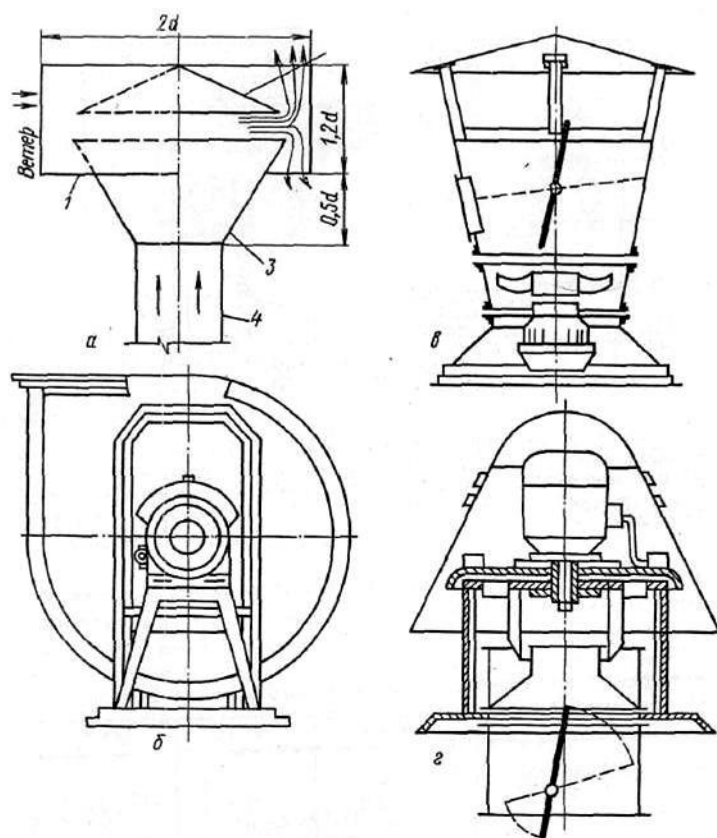


1 - қоректендіргіш; 2 - ауа түтігі; 3 - ауа беру клапаны; 4 - басқару панелі; 5 - электр жылытқышы; 6 - бөлменің сыртқы қабырғасы; 7 - желдеткіш; 8 - сыртқы ауа қабылдау; 9 - люк; 10 - жеткізу каналындағы тесік

1.9 сурет - Араластырылған желдету жүйесі (VIESH)

Өнеркәсіп желдеткіш және жылыту қондырғыларының үлкен серияларын шығарады, олар желдеткіш жылытқыштар деп аталады, олар шошқа еті мен сиыр етін өндіруге арналған кешендерде қолданылады. Олардың мөлшері диапазонында алты модификация бар: ТВ-6, ТВ-9, ТВ-12, ТВ-18, ТВ-24 және ТВ-36, бұл белгілердегі сандармен көрсетілген, мыңдаған м<sup>3</sup> / сағ. Ауа жеткізуге арналған.

Осы сериядағы қондырғының 7 схемасы күріш. Электр қозғалтқышы орталықтан тепкіш желдеткішті басқарады, бұл «ауа жапқыштың қабығы - жылытқыштың сүйегі, айналмалы каналдың тұтқалары – желдеткішжылытқыш корпусы - центрифугациялық желдеткіш - түсіру құбыры» жүйесінде ауа ағынын тудырады. Қыста айналмалы перделер жабылып, ауа жылытқыштары ашық, ал бөлмеге жеткізілетін барлық ауа ауа жылытқышы арқылы өтеді.

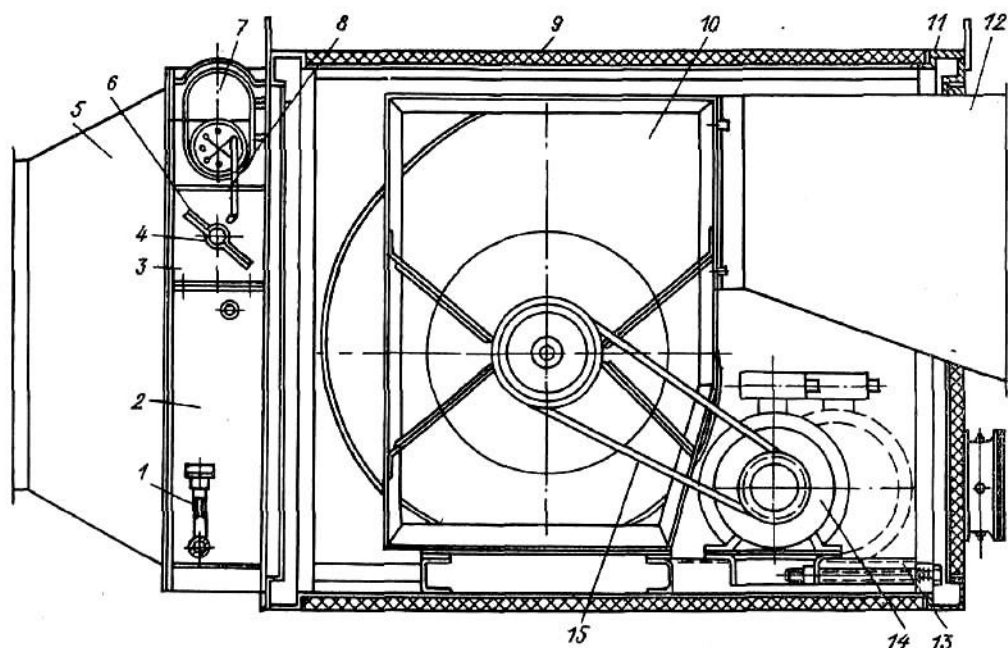


а - TsAGI типтегі дефлектор: 1 - сақина; 2 - қолшатыр; 3 - диффузор;  
 4 - мойын; б - орталықтан тепкіш желдеткіш Ц4-70; кірістері -  
 орталықтан тепкіш типтегі KTZZ-90; г - осьтік шатыр типі TsZ-04  
 1.10 сурет- Климатты басқару жүйелерінде қолданылатын дефлектор  
 мен желдеткіштер

Бұл жағдайда желдеткіш төмен жылдамдықта жұмыс істейді. Жазда ауа жылытқыштың жапқыштары жабылып, айналма каналы толығымен ашылады. Желдеткіш жоғары жылдамдықта жұмыс істейді. Жылдың өтпелі кезеңінде ауаны беру бір немесе басқа аралық бұрышқа жалюзи орнату арқылы реттеледі.

Ірі кешендердегі мал шаруашылығы ғимараттарының микроклимат жүйелеріне екі немесе одан көп жылу желдеткіш қондырғылар кіруі мүмкін. Теледидардың барлық маркаларына тән негізгі параметрлер: жалпы қысым - 196/392 Па; салқындатқыштың (судың) температурасы ауа жылытқышына 423 К, шығысындағы 343 К; жылу тасымалдағыштың жұмыс қысымы 588 кПа. Мал ғимараттарында ауаны жылыту ыстық сумен немесе бумен жүзеге асырылады, ал жылу алмастырғыштар - жылытқыштар осы мақсатта қолданылады. Суретте көрсетілген су жылытқышы. 8а, болат құбырлардың бірнеше қатарынан, кіріс және шығыс коллекторларынан және тармақталған құбырлардан тұрады, олар арқылы ыстық су (немесе бу) беріледі және жұмсалған жылу тасымалдағыш (су, конденсат) төгіледі. Құбырлар арасындағы саңылаулар арқылы ауа қызып, оны қыздырып, үй-жайға кіреді.



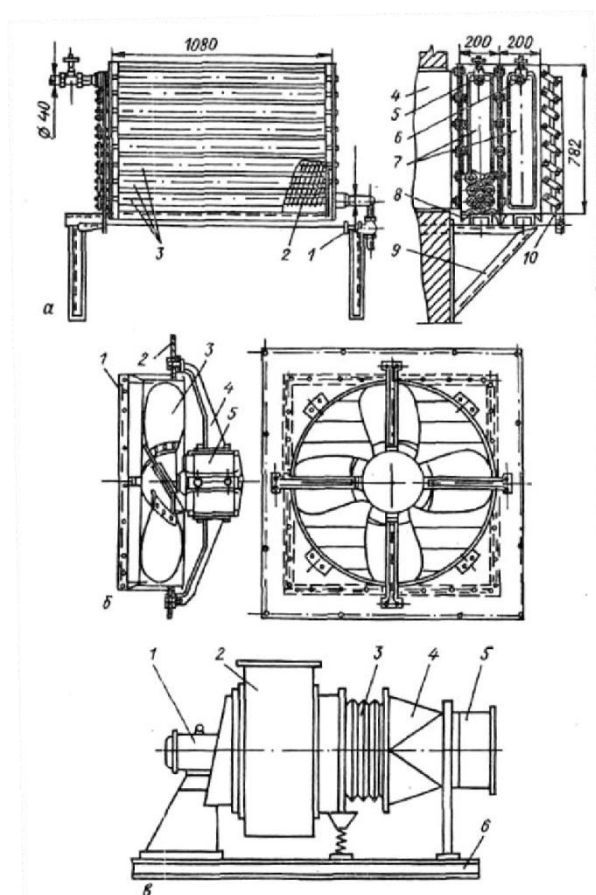


1 - температура релесі; 2 - ауа жылытқышы; 3 - айналмалы канал;  
 4 - айналмалы ось; 5 - сору құбыры; 6 - жалюзи; 7 - жетек; 8 - тарту; 9 -  
 панель; 10 - желдеткіш; 11 - жақтау; 12 - түсіру құбыры; 13 - кернеу  
 құрылғысы; 14 - электр қозғалтқышы; 15 - V-белдік жетегі

1.11 сурет- Жылытқышты қосу

Қыздыру бетін жақсарту үшін құбырлар қалыңдығы 0,5 мм (KFS, KFB плиталар жылытқыштары) немесе болат таспаның орамасынан (KFSO және KFBO тазартылған жылытқыштар) жасалған. Ортаңғы сериялы құрылғыларда (KFS) үш қатарлы құбыр бар, ал үлкен (KFS) - төрт. Үй шаруашылығындағы су жылытқыштарымен қатар SFOA сериялы электр жылытқыштар қолданылады, олар ауаны жылытуға арналған қазандықтарды қажет етпейді. Серия номиналды қуаты 5,05-тен 103 кВт-қа дейін жететін 7 мөлшерден тұрады, ауа беру 1800-ден 11000 м<sup>3</sup> / сағ. Олардың барлығы 380 В желісінен жылытқыштарды әр секцияға жұлдызбен немесе 220 В желіден үшбұрышпен қосқан кезде жұмыс істейді. Ауа жылытқышының корпусын орнату кезінде жерге тұйықталған. Суретте, 8, б-де SFOA типтес электроэнергия қондырғысы көрсетілген, ол электр қыздырғыштан, орталықтан тепкіш желдеткіштен, Ц4-70 типтегі және басқару панелінен тұратын жабдық жиынтығы болып табылады. Қыздыру элементтері - жылыту элементтері - электрлік ауа жылытқыштары тік жолдармен қосылады, олардың әрқайсысы бөлмедегі ауаның температурасына байланысты қосылып, өшірілетін тәуелсіз жылу бөлімі ретінде қызмет етеді. Жылу бөлімдерінің саны 1-ден 3-ке дейін, ал олардың әрқайсысының жылу қуаты 4,8-30,0 кВт құрайды. Қазіргі уақытта 5, 10, 15, 25, 40 және 100 кВт қуаттылығымен шығарылатын SFOT типтегі электрлендірілген желдеткіш және жылу қондырғылары (EVOUs) таралуда. Олар фермалардағы ауаны желдету жүйелеріндегі ауаны жылытуға арналған. Электротермерлер - бұл мал шаруашылығы фермалары үшін жылу көздерінің

ең ұтымды түрі. Олар қарапайым, құрылыста қарапайым, сенімді, өртке қарсы, автоматтандырылған жүйелерге оңай қосылады және зоотехникалық талаптарға толық сәйкес келеді. SFOT бірыңғай сериясында құбырлы электр жылыту элементінің бір түрі қолданылады - TEN 5 NT.492.282 үшін 220 В. Ауа жылытқышының қуаты мен желдеткіштің берілуіне байланысты (Ц4-70 түрі), қыздырылған ауаның температуралық айырмашылығы 303-тен 323 К-ге дейін болады. Температураны бақылау үшін Қыздыру элементінің бетінде TR-200 жылу релесі қолданылады, ал ДТКВ-53В температура сенсорлары үйге орнатылады. Электр тізбегі желдеткіш өшірілген электр жылытқышының жұмысын болдырмайтын құлыппен қамтамасыз етеді. Бөлімдердегі қуат деңгейлерін ауыстыру (100, 66,6 және 33,3% толық қуат), бөлмедегі ауа температурасына байланысты қолмен немесе автоматты түрде жүзеге асырылады.



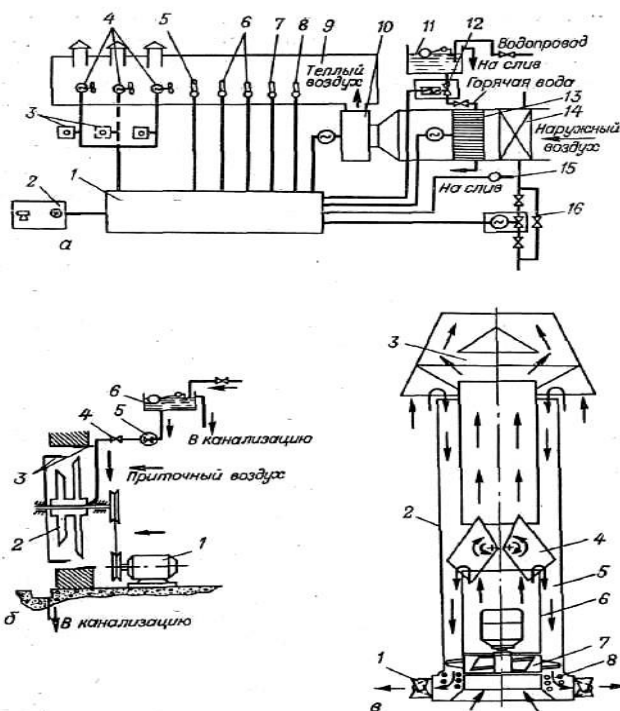
а - KFSO-8 су жылытқышы: 1 - су төгетін клапан; 2 - құбырлар; 3 - жалюзи; 4 - ауа түтігі; 5 - беріліс құбыры; 6 - қайтару құбыры; 7 - жылытқыштар; 8 - арна; 9 - қол; 10 - соқыр басқару механизмі; б - Климат жүйесіне арналған осьтік желдеткіш: 1 - перделер; 2 - корпус; 3 - жүздер; 4 - жақша; 5 -электр қозғалтқышы; с - электр жылытқышын орнату: 1 - электр қозғалтқышы; 2 - орталықтан тепкіш желдеткіш; 3 - жұмсақ кірістіру; 4 - адаптер; 5 - электр жылытқышы; 6 – жақтау

1.12 сурет- Желдету және жылыту жүйесінің элементтері:

Климат жүйесінің желдеткіш және жылыту жабдықтары. VNIИэлектроприводом әзірлеген «Климат» автоматтандырылған жүйесі салада төрт нұсқада шығарылған: «Климат-2», «Климат-3», «Климат-4» және «Климат-8». Бұдан басқа, индустриялық типтегі кешендердегі мал ғимараттарын жылытуға және желдетуге арналған ПВУ-4, ПВУ-6, ПВУ-9 ауаны басқару қондырғылары және желдеткіш жылытқыштар шығарылады. «Климат-2» және «Климат-3» қондырғыларында жылыту, желдету және ылғалдандыру қондырғылары бар, олардың желдету және жылыту қондырғысы үш жылдамдықты электр қозғалтқышы және KFS немесе KFB плиталық су жылытқышы бар Ts4-70 типті орталықтан тепкіш үрлеу желдеткішінен тұрады. Салқындатқыш - бұл желдеткішпен бөлмеге жеткізілетін таза ауа. Суретте көрсетілгендей «Климат-2» және «Климат-3» жиынтықтары. 9а, олар жылу, желдету және ылғалдандыру жүйелерінің автоматтандыру тізбегінің жеке элементтерімен бір-бірінен ерекшеленеді. Климат-2 жиынтығы шығарылатын және түсетін желдеткіштердің айналу жылдамдығының автоматты түрде өзгеруіне байланысты қыс мезгілінде қажетті ішкі температураны сақтайды. Сонымен қатар, қолданыстағы құбырларды ылғалдандырғыш, оның диаграммасы күріш. 9, б, SVM-25 соленоидты клапанмен бірге бөлмедегі ылғалдылықты реттеуге мүмкіндік береді. Осы ерекшеліктерге байланысты климат-2 жүйесін микроклиматтың негізгі параметрлерін (бұзау үйі, өсіру үшін шошқалар және т.б.) қатаң сақтау қажет болатын бөлмелерге орнатқан жөн. «Климат-3» жиынтығы мотор қоздырғышы бар PR-1M басқару клапанын пайдаланып ауа жылытқыштарының қуатын өзгерту арқылы ауа температурасын реттеуге мүмкіндік береді. «Климат-4» жиынтығы - сорылатын желдету жүйесі және ауаны жылытуға арналмаған. Климат сериясының барлық жиынтықтарының шығыс бөлігі арнайы төмен қысымды жабдықталған

VO сериялы осьтік электр желдеткіштері, олардың электр қозғалтқыштарына берілетін кернеуді өзгерту арқылы кең ауқымда реттеледі. Желдеткіштің қозғағышы қозғалтқыш білігіне орнатылып, оның алдындағы ауа ағымында орналасқан. Желдеткіш төмен қысымда үлкен көлемдегі ауаны жеткізуге мүмкіндік береді. Сөндіргіштің диаметріне байланысты VO сериялы электр желдеткіштерінің үш модификациясы бар - VO-4, VO-5, VO-7, және олардың қозғалтқыштары тиісінше 5: 1, 10: 1, 8: 1 жылдамдық диапазонына мүмкіндік береді.

Климат жинақтарын автоматты басқару жүйесі желдеткіштің жылдамдығын кезең-кезеңмен реттейді (бөлме температурасы 278-ден 308 К-ге дейін төмендеген немесе көтерілген кезде төмен немесе жоғары деңгейге автоматты түрде ауысу), жұмыс істейтін желдеткіштердің санын автоматты түрде таңдау немесе температура төмендеген кезде оларды толық тоқтату, Осьтік желдеткіштерді қолмен басқару мүмкіндігі, моторды шамадан тыс жүктемелерден және қысқа тұйықталудан қорғау. Климат-2 немесе Климат-3 жиынтығының барлық электр қозғалтқыштарының белгіленген қуаты 120 кВт



а - «Климат-2» және «Климат-3» қондырғыларының схемасы: 1 - басқару станциясы; 2 - диспетчерлік панель; 3 - автоматты ажыратқыштар; 4 - сорғыш желдеткіштер; 5 - ауа температурасын визуалды бақылауға арналған сенсор; 6 - салыстырмалы ылғалдылықты бақылауға арналған датчиктер; 7 - ауа температурасын бақылау датчигі; 8 - ауа температурасының апаттық датчигі; 9 - мал жайлары; 10 - разрядты желдеткіш; 11 - су ыдысы; 12 - соленоидты клапан SVM-25; 13 - ылғалдандырғыш; 14 - ауа жылытқышы; 15 - жылытқышты TUDE-2 мұздатуынан қорғауға арналған датчик; 16 - PR-1M клапаны (тек Климат-3 қондырғысында қол жетімді); б - ылғалдандырғыштың тізбегі: 1 - электр қозғалтқышы; 2 - крест; 3 - қабықшалар; 4 - реттеу клапаны; 5 - электромагниттік клапан; 6 - су ыдысы; с - ПВУ-4 орнату схемасы: 1 - топсалы рефлектор; 2 - цилиндрлік корпус; 3 - висорлық шағылыстырғыш; 4 - жартылай цилиндрлік көбелектің клапандары; 5 - жеткізуші канал; 6 - ішкі цилиндр; 7 - желдеткіш қозғағыш; 8 - TEN-26 және TEN-27 қыздыру элементтері

1.13 Сурет . Желдету-жылыту және ылғалдандыру жүйесінің автоматикасы және элементтері:

құрайды. Бұл жиынтықтар үшін электр жылытқыштар, желдету және ылғалдандыру қондырғыларынан және басқару станциясынан тұратын «Электроклимат-3» қондырғысы әзірленді. Ол дамидықуаты 380 кВт-қа дейін, қуаттылығы 430 кВт. Желдету жүйелері арқылы көлемді ауа ағыны: ағызу - 100 мың м<sup>3</sup>/сағ; шығу - 120 мың м<sup>3</sup>/сағ дейін. Оны басқару автоматты. ПВУ-4, ПВУ-6, ПВУ-9 қондырғыларының бір ерекшелігі (5-кестенің техникалық сипаттамалары) бөлмедегі ауа өткізгіш каналдарды тарату қажеттілігін жоятын бір қондырғыдағы ауа беру мен шығынды біріктіреді.

ПВУ жиынтығы төбеге орнатылған алты жеткізу және сору біліктерінен, алты қуат блогы мен басқару панелінен тұрады. ПВУ-4 қондырғысының схемасы кұріш. 9, с. Таза ауа желдеткіш доңғалақтың пышақтары арқылы корпус пен ішкі цилиндр арасындағы саңылауларға сорылады және қажет болған жағдайда электр жылыту элементтерімен жылытылады. Сонымен қатар, басқару ауасы ашылғандықтан, ауа берілетін бөлмені жылы ауаға қосуға болады. Соңғысының позициясы демпфирлердің жетек қондырғысына орнатылған төрт микросхемасы бар жетекті қозғалтқышымен өзгертіледі. Олар жабылған кезде, құрылғы ішкі ауа айналым режимінде жұмыс істейді, оны жылыту және аз мөлшерде таза ауа беру мүмкіндігі бар. Қақпақтар толығымен ашылған кезде, бөлменің ішіне суық ауа-райында жылытумен тек таза ауа жеткізіледі. Ол бөлменің жоғарғы аймағына кіріп, бөлме аймағындағы ауаның қозғалысы туралы хабарлайды. Бөлмеден шығаруды желдеткіш қозғағыштың ішкі пышақтары құрылғының ішкі цилиндрі арқылы жүзеге асырады. ПВУ корпусының төменгі бөлігінде қабылдау және тарату камерасына құбырлы электр жылытқыштар орнатылады: әрқайсысы 220 В кернеуде әрқайсысы 2,8 кВт үш ТЕН-26 және ТЕН-27.

## 2 Желдеткіштің реттелетін электр жетегінің негізгі күштік элементтерін таңдау және олардың параметрлерін анықтау

### 2.1 Желдеткіштің типін таңдау, оның жетегінің қуатын есептеу және оған электрқозғалтқыш таңдау

Желдеткіштің  $L_B$  және қысым  $p_B$  берілуін біле отырып, номограммадан қажетті желдеткіш таңдалады. 2,1 суретте Ц4-70 сериялы орталықтан тепкіш желдеткіштерді таңдауға арналған номограмма көрсетілген, олар ауылшаруашылық ғимараттары мен құрылыстарының желдету жүйелерінде кеңінен қолданылады.  $L_B = 12000$  м<sup>3</sup> / сағ мәніне сәйкес келетін нүктеден бастап №6 интегратор санының сәулесімен қиылысқанға дейін және желдеткіштің  $r_v = 1400$  Па қысымына сәйкес келетін сызықпен кездесуге дейін тігінен түзу сызық жасалады. Қиылысу нүктесі желдеткіштің тиімділігіне  $\eta_B = 0.58$  және өлшемсіз коэффициенттің мәні  $A = 6000$  сәйкес келеді. Желдеткіштің жылдамдығы  $n$  (об / мин) есептеледі:

$$n = \frac{A}{N_{\text{вент}}} = \frac{6000}{6} = 915 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

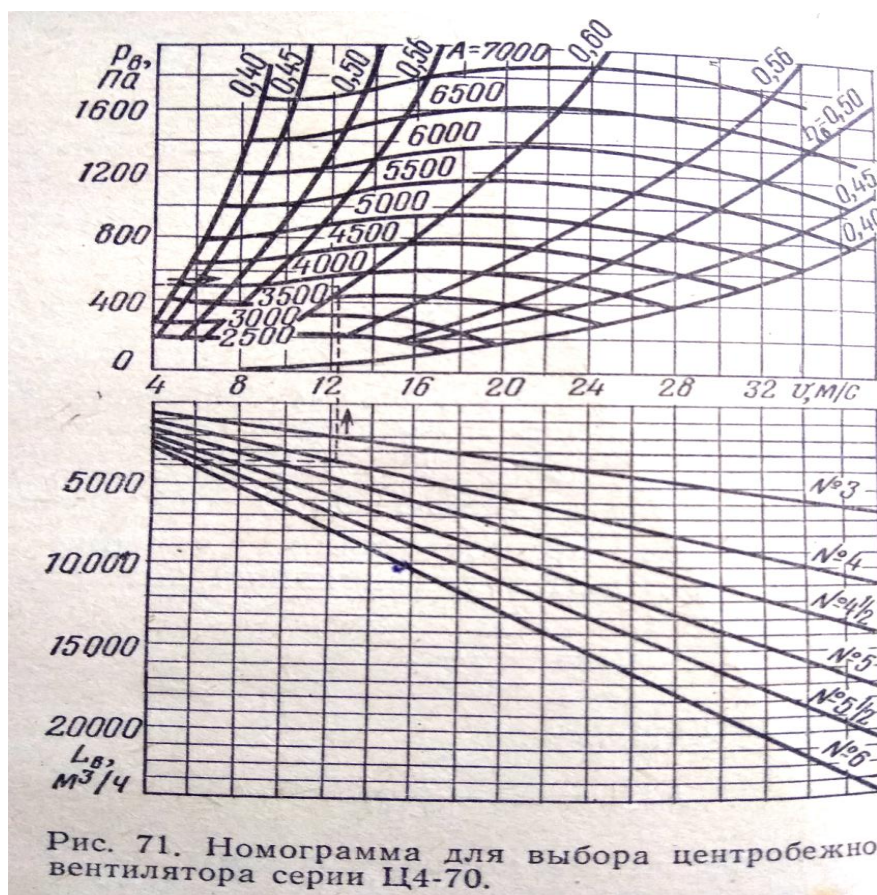


Рис. 71. Номограмма для выбора центробежного вентилятора серии Ц4-70.

2.1 сурет- Ц4-70 ортадан тепкіш желдеткіштің номмограммасы

Желдеткіш үшін электр қозғалтқышының білігіндегі қажетті қуат (кВт) формула бойынша анықталады

$$P_{\text{дв.рас}} = \frac{\kappa_3 \cdot L_B p_B}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\text{П}}} = \frac{1,1 \cdot 12000 \cdot 1400}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,58 \cdot 0,95} = 9,3 \text{ кВт}$$

мұндағы  $\eta_B$  - желдеткіштің ПӘКі;  $\eta_{\text{П}}$  - беріліс ПӘКі;  $\kappa_3$  - қор коэффициенті, біз  $\kappa_3 = 1.1$  аламыз.

Каталогқа сәйкес таңдалған электр қозғалтқышы желдеткішке қуаты мен жылдамдығы есептелгенге жақын қабылданады. Каталогтан таңдалған асинхронды электр қозғалтқышының түрі 4A160S6Y3, қуаты 11 кВт, синхронды жылдамдығы  $n_c = 1000$  айн / мин.

Есептеу нәтижелері бойынша қысқа тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышы таңдалды, оның техникалық параметрлері 2..1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте - 4A160S6Y3 типті АҚ техникалық параметрлері

Қозғалтқыш түрі	4A160S6Y3,
Номиналдық қуаты $P_n$ , кВт	11,0
ПӘК, %	86,0
Номиналдық сырғанау $S_n$ , %	2,7
Шектік сырғанау $S_{ш}$ , %	15
Қуат коэффициенті $\cos\phi$	0,86
Жүргізу моментінің номинал моментке қатынасы, $m_{ж}$	1,2
Жүргізу тогының номинал токқа қатынасы, $k_{i.ж}$	6,0
Максимал(шектік)моменттің номинал моментке қатынасы, $m_{ш}$	2,0
Минималды моменттің номинал моментке қатынасы	1,0
Ротор инерциясының динамикалық моменті, кг*м <sup>2</sup>	0,14
Синхрондық жылдамдық, $n_c$ , айн/мин	1000

## 2.2 Электр қозғалтқыштың есептік параметрлері

Қозғалтқыштың синхрондық бұрыштық жылдамдығы:

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{3} = 104,6 \quad (2.1)$$

мұндағы  $p = 3$  — полюс жұптарының саны.

Айналмалы синхронды айналу жиілігі:

$$n_0 = 1000 \text{ айн/мин}$$

2.2 кесте - 4A160S6Y3 типті асинхрондық қозғалтқыштың орынбасу сұлбасының параметрлері

Параметрлер	Мәні, салыстырмалы бірлікте (с.б.)
Статор орамдарының активті кедергісі $R_1'$ , с.б.	0,073
Статор орамдарының шашыранды индуктивті кедергісі $X_1'$ , с.б.	0,11
Ротор орамының келтірілген активті кедергісі $R_2''$ , с.б.	0,03
Ротор орамының келтірілген шашыранды индуктивті кедергісі $X_2''$ , с.б.	0,15
Магнитеуші тізбектің негізгі индуктивті кедергісі $X_\mu'$ , с.б.	2,3
Қысқаша тұйықталу кедергісі $X_{к.п}$ , с.б.	0,18

Қозғалтқыштың синхрондық бұрыштық жылдамдығы :

$$\omega_c = \frac{2\pi f}{p} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50}{3} = 104,6 \quad (2.2)$$

Айналмалы синхронды айналу жиілігі:

$$n_0 = 1000 \text{ айн/мин.}$$

Қозғалтқыштың номиналды сырғанауы:

$$s_H = 2,7.$$

Қозғалтқыштың номиналды бұрыштық айналу жиілігі:

$$\omega_H = \omega_c \cdot (1 - S_H) = 104,6(1 - 0,027) = 101,77 \text{ с}^{-1}. \quad (2.3)$$

Қозғалтқыш білігіндегі номиналды момент:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{11000}{101,77} = 108,08 \text{ Нм.} \quad (2.4)$$



Қозғалтқыштыңшектік ( максимал) моментінің мәні:

$$M_{и} = M_{макс} = m_{и} \cdot M_{н} = 2 \cdot 108,08 = 216,16 \text{ Нм.} \quad (2.5)$$

Статордың номиналды фазалық кернеуі:

$$U_1 = \frac{U_{1н}}{\sqrt{3}} = 220 \text{ В.} \quad (2.6)$$

Статордың номиналды фазалық тоғы:

$$I_{1н} = \frac{P}{3 \cdot U_{1н} \cdot \cos \phi \cdot \eta_{н}} = \frac{11000}{3 \cdot 220 \cdot 0,86 \cdot 0,86} = 22,53 \text{ А.} \quad (2.7)$$

Қозғалтқыштың жүргізіп жіберу тоғы:

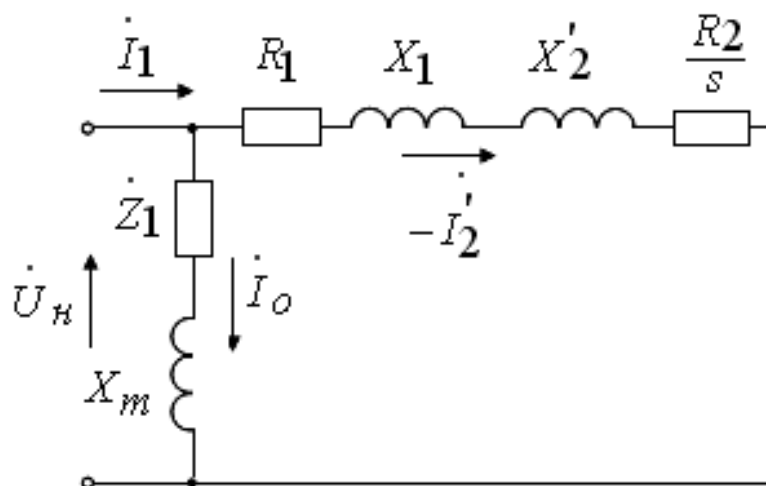
$$I_{ж.ж} = k_i \cdot I_{1н} = 6,0 \cdot 22,53 = 135,18 \text{ А.} \quad (2.8)$$

Қозғалтқыштың іске қосу моменті:

$$M_{жж} = m_{ж} \cdot M_{н} = 1,2 \cdot 108,08 = 126,69 \text{ Нм.} \quad (2.9)$$

### 2.3 Қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін анықтау

Г-тәріздес орынбасу сұлбаның параметрлерін салыстырмалы бірлік түрінде берілген мәндерді пайдаланамыз.



2.2 сурет - Асинхронды қозғалтқыштың Г-тәріздес орынбасу сұлбасы

Фазалық кедергіні анықтаймыз:

$$Z_{\Phi H} = \frac{U_{\Phi H}}{I_{1H}} = \frac{220}{22.53} = 9,76 \text{ Ом}; \quad (2.11)$$

мұндағы  $I_{1H}$  – статордың номиналды фазалық тоғы, А.

$$Z_{\Phi H} = \frac{220}{22,53} = 9,76 \text{ Ом}; \quad (2.12)$$

$$R_1 = 0,073 \cdot Z_{\Phi H} = 0,073 \cdot 9,76 = 0,712 \text{ Ом}; \quad (2.13)$$

$$R_2' = 0,03 \cdot Z_H = 0,03 \cdot 9,76 = 0,292 \text{ Ом}; \quad (2.14)$$

$$X_1 = 0,11 \cdot Z_H = 0,11 \cdot 9,76 = 1,073 \text{ Ом}; \quad (2.15)$$

$$X_2' = 0,15 \cdot Z_H = 0,15 \cdot 9,76 = 1,464 \text{ Ом}; \quad (2.16)$$

$$X_{\mu} = 2,3 \cdot Z_H = 2,3 \cdot 9,76 = 22,448 \text{ Ом}. \quad (2.17)$$

Номиналды режим кезіндегі қысқа тұйықталудың индуктивті кедергісі:

$$X_K = X_1 + X_2'; \quad (2.18)$$

$$X_K = 1,073 + 1,464 = 2,537 \text{ Ом}.$$

Статор мен ротордың өзара индуктивтілігі:

$$L_M = \frac{X_m}{\omega} = \frac{X_m}{2\pi f} \quad (2.19)$$

$$L_M = \frac{X_m}{\omega} = \frac{22,448}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 0,0715 \text{ Гн}.$$

Статордың индуктивтілігі:

$$L = \frac{X_1}{\omega} = \frac{1,073}{314} = 0,00341 \text{ Гн}. \quad (2.20)$$

Ротордың индуктивтілігі:

$$L_2 = \frac{X_2}{\omega} = \frac{1,464}{314} = 0,00466 \text{ Гн}. \quad (2.21)$$

## 2.4 Электр жетегінің энергетикалық көрсеткіштерін есептеу

Номиналды режим кезіндегі толық қуат анықтаймыз:

$$\Delta P_H = P_H \left( \frac{1}{\eta_H} - 1 \right) = 11000 \cdot \left( \frac{1}{0.86} - 1 \right) = 1790,69 \text{ Вт.} \quad (2.22)$$

Қуат шығынының айнымалы құраушысын анықтаймыз:

$$\begin{aligned} \Delta P_{V.H} &= M_H (\omega_0 - \omega_H) \cdot \left( 1 + \frac{R_1}{R_2'} \right) = \\ &108,08 \cdot (104,6 - 101,77) \cdot \left( 1 + \frac{0,712}{0,292} \right) = 1051,67 \text{ Вт} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Қуат шығынының тұрақты құраушысын анықтаймыз:

$$\Delta P_{CH} = \Delta P_H - \Delta P_{VH} = 1790,69 - 1051,67 = 739,02 \text{ Вт.} \quad (2.24)$$

Қуаттың шығының коэффициенті анықтаймыз:

$$a = \frac{\Delta P_{CH}}{\Delta P_{VH}} = \frac{739,02}{1051,67} = 0,702. \quad (2.25)$$

Энергияның пайдалы мөлшерін (механикалық жұмыс) анықтаймыз:

$$A_2 = M_C \cdot \omega_C \cdot t_C = 108,08 \cdot 101,77 \cdot 1 = 10999,3, \quad (2.26)$$

мұндағы  $\omega_C$ ,  $t_C$  – бұрыштық жылдамдық және уақыт.

Энергия шығынының тұрақты құраушысы

$$\Delta A_C \approx \Delta P_{CH} \cdot \left( \frac{\omega_C}{\omega_H} \right)^2 \cdot t_C = 739,02 \cdot \left( \frac{104,6}{101,77} \right)^2 \cdot 1 = 780,69. \quad (2.27)$$

Тұрақталған режим кезіндегі ротордың келтірілген фазалық тогы:

$$I_2' = \frac{U_{1\Phi}}{\sqrt{\left( R_1 + \frac{R_2'}{s_C} \right)^2 + (X_K)^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left( 0,712 + \frac{0,292}{0,027} \right)^2 + (2,537)^2}} = 18,63 \text{ А.} \quad (2.28)$$

Энергия шығынының айнымалы құраушысы

$$\Delta A_V = 3 \cdot [I_0^2 \cdot R_1 + (I_2')^2 \cdot (\epsilon \cdot R_1 + R_2')] \cdot t_c \quad (2.29)$$

мұндағы  $\epsilon$  – түзету коэффициенті

$$\epsilon = 1 + \frac{2 \cdot I_0 \cdot X_K}{U_1} = 1 + \frac{2 \cdot 9,34 \cdot 2,537}{220} = 1,21; \quad (2.30)$$

$$\Delta A_V = 3 \cdot [9,34^2 \cdot 0,712 + 18,63^2 \cdot (1,21 \cdot 0,712 + 0,292)] \cdot 1 = 1387,41.$$

Желіден тұтынылатын энергия анықтаймыз

$$A_1 = A_2 + \Delta A_C + \Delta A_V = 10999,3 + 780,69 + 1387,41 = 13167,4. \quad (2.31)$$

Бір цикл ішінде реактивті қуаттың тұтынуылуын есептейміз:

$$\sum A_P = \sum_{i=1}^n 3 [I_0^2 \cdot (X_1 + X_\mu) + (I_{2i}')^2 \cdot (X_1 + X_2')] \cdot t_{c,i} \quad (2.32)$$

мұндағы  $n$  – тұрақталған режим саны;

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

$$\Delta A_P = 3 \cdot [9,34^2 \cdot 23,91 + 18,63^2 \cdot 2,537] \cdot 1 = 8899,01.$$

Электрқозғалтқыштың энергетикалық (орташа мән) ПӘК:

$$\eta_{\text{Э}} = \frac{\sum A_2}{\sum A_1} \cdot 100\% = \frac{10999,3}{13167,4} \cdot 100\% = 83,5\% \quad (2.33)$$

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

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

Электрқозғалтқыштың энергетикалық орташа қуат коэффициенті:

$$\cos \phi_{\text{Э}} = \frac{\sum A_1}{\sqrt{(\sum A_1)^2 + (\sum A_P)^2}} = \frac{13167,4}{\sqrt{13167,4^2 + 8899,01^2}} = 0,828 \quad (2.34)$$

ПӘК пен қуат коэффициентінің есептік мәндері қозғалтқыштың каталогта келтірілген мәндерімен сәйкес келетіндігін көреміз.

## 2.5 Жиіліктік түрлендіргішті таңдау және қосымша жабдықтарды таңдау

Жиілікті түрлендіргіш қозғалтқышты ток бойынша асқын токтан, қызудан, фаза үзілісінен сақтайды. Жиілік түрлендіргіші (ЖТ) түрлендіргіштің

шығысында белгіленген жиіліктің элеткрлік кернеуін құру есебінен асинхронды электр қозғалтқыштың жылдамдығын байыпты реттеуге қызмет атқарады. Жиілік түрлендіргіші өнеркәсіптік жиіліктің айнымалы тоғын тұрақтыға түрлендіретін түзулегіштен (тұрақты ток көпірі), және тұрақты токты қажетті айнымалы жиілік мен амплитуданың түрлендіретін инвентордан (түрлендіргіштен) тұрады. Шығыс тиристорлары (GTO) немесе транзисторлары (IGBT) қуат алу үшін қажетті токты қамтамасыз етеді.

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

$$\begin{cases} I_{H.ТЖТ} \geq I_{H.К}; \\ U_{H.ТЖТ} \geq U_{H.К}, \end{cases}$$

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

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

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

$U_{H.К}$  - 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) Электр қозғалтқыштың толық қорғалуын қамтамасыз етеді;

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

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

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:

$$I_{\text{есеп}} = I_{\text{ном.}} \times K_1 \geq 22,53 \times 1,3 \geq 29,28 \text{ A.}$$

б)  $I_{\text{есеп}} \geq 29,28 \text{ A}$  ток бойынша талапты қанағаттандырмағандықтан модификациясы: ПЧВЗ-11-В-54 (жұмыс ток 25 А), оны келесі ПЧВЗ-15-В-54 (жұмыс ток 33 А) ауыстырамыз.

VFD500-015G/018PT4В түрлендіргішін тандаймыз. Өндіруші КОСТОН компаниясы, параметрлері төменде 2.3 кестеде көрсетілген.

2.3 кесте – Түрлендіргіш жиілігінің параметрі

Үлгі	Кіріс фазалардың саны	$U_{\text{н}}, \text{В}$	$I_{\text{ин}}, \text{А}$	Қозғалтқыштың ұсынылатын қуаты,кВт
VFD500-015G/018PT4В	5	380	32	15



2.3 сурет- ПЧ КОСТОН түрлендіргіштің сыртқы түрі

КОСТОН– VFD500-015G/018PT4В түрлендіргіші жоғары динамикалық терең реттелетін түрлендіргіш. Іске қосу моменті 150%. Векторлық басқару режимімен ерекшеленеді, жақсартылған динамикалық сипаттамаларымен, нольдік жиілік аумағындағы толық моментпен жұмыс істеу қабілеттілігі, электр қозғалтқыштың параметрлерін автоматты анықтау функциялары бар түрлендіргіш. Ол 5 дискреттік кіріс (4 бағдарланады), 3 аналогтық кіріс (1 бағдарланады) (0-10В немесе 4-20мА) бар. Жиіліктік немесе тоқтық мониторинг үшін 2 аналогтық шығыс, 2 бағдарланатын релелік шығыс (1А). 2 тармақталған шығыстан тұрады.

*Қосымша жабдықты таңдау.* Басқару сапасын арттыру және жетектің тоқтаусыз жұмыс істеуі үшін ПЧВ-мен бірге сыртқы қосымша жабдықты қолдану ұсынылады. Оны қосу схемасы 2.4 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.

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;

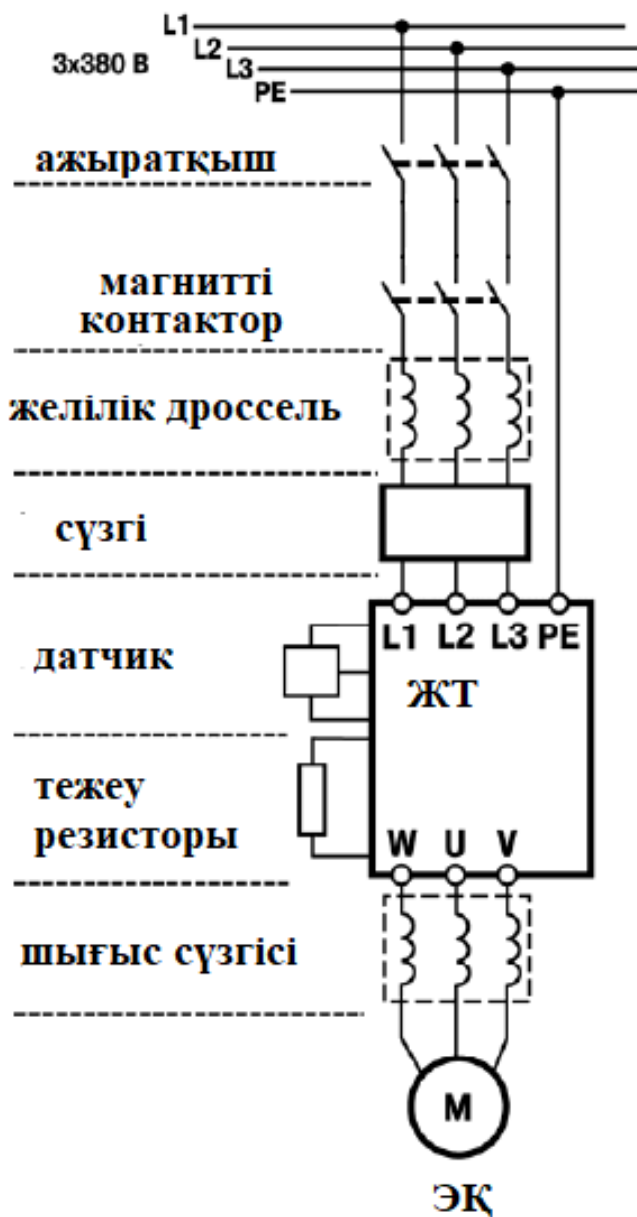
б) Электрмен жабдықтау желісін ПЧВ-ның жоғары гармоникасынан қорғайды;

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.

*Радиожиілік сүзгі таңдау.* ПЧВ қоректену кірісінде электромагниттік үйлесімділікті (ЭМС) қамтамасыз ету үшін радиожиілік сүзгілерін (бұдан әрі - РЧ-сүзгілерін) қолдану ұсынылады.



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

ПЧВ топтамасында ГОСТ Р 51318.11-2006 бойынша А1 класының талаптарын қанағаттандыратын кіріктірілген радиожиілік 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 радиожиілік 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  $dU/dt$  дроссельін 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 ПЧВ3-15К-В-54 үшін номинальды ток 30 А, индуктивтілігі 0,4 мГн болатын моторлық дроссель таңдаймыз.

*Синустық сүзгілері* - бұл сыйымды және индуктивті элементтердің жиынтығы. РСВ инверторының жоғары жиілікті конверсиясы синус сүзгісімен сінеді және гармоникалық компоненттерсіз 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.

ПЧВ3-15К-В-54 жиілік түрлендіргіші үшін номинальды 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. Тоқтау 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  $M_{Вmax}$ . 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:

$$t_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot M_{Bmax}} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 915}{60 \cdot 54.4} = 1,76 \text{ с.} \quad (2.35)$$

$$ED = \frac{(t_B)}{T} = \frac{1,76}{20} = 0,088 = 8,8\% \quad (2.36)$$

Еңжоғарытежегішқуатынесептейміз:

$$P_{Bmax} = \frac{M_{Bmax} \cdot (n_1 - n_2)}{0.88} = \frac{54.4 \cdot 915}{1.76} = 28.28 \text{ кВт.} \quad (2.37)$$

Тежеу электр қуатын анықтаймыз:

$$P_{el} = P_{Bmax} - k \cdot P_{mol} = 28.28 - 0,2 \cdot 11 = 26.08 \text{ кВт.} \quad (2.38)$$

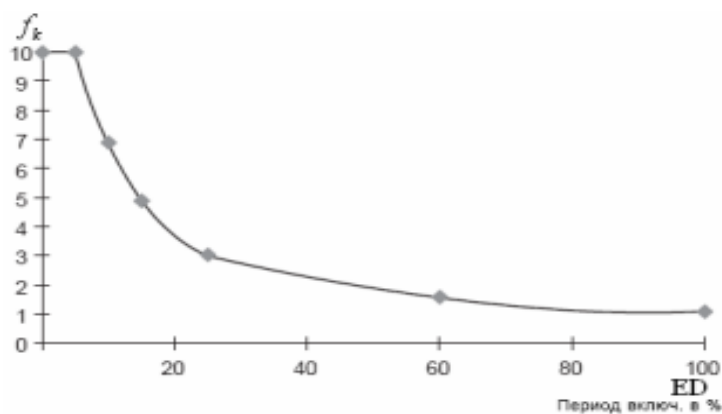
2.5 суретте көрсетілген график бойынша  $f_k=4,8$  коэффициентін таңдаймыз. Тежеудің номиналды қуатын анықтаймыз.

$$P_{elном} = \frac{P_{el}}{f_k} = \frac{26.08}{8.8} = 2.96 \text{ кВт.} \quad (2.39)$$

Тежегіш резистордың минимал рұқсат етілген кедергісін анықтаймыз

$$R_{Bmin} \leq \frac{U_B^2}{P_{el}} = \frac{380^2}{2.96} = 48.78 \text{ Ом.} \quad (2.40)$$

$R_B$  тежегіш резистордың ең  $R_{Bmin}$  кедергісінен кем болмауы керек, яғни 270 Ом мәні бар тежеу кедергісі ұсынылады.



2.5 сурет -  $f_k$  коэффициентінің ED тәуелді графигі

### 3 Асинхронды қозғалқыштын статикалық сипаттамаларын есептеу

#### 3.1 Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық және электрмеханикалық сипаттамаларын есептеу

АҚ-ның нақты сипаттамаларына  $M(s)$ ,  $I_2(s)$ ,  $I_1(s)$  жатады. АҚ-ның механикалық сипаттамалары боп ротордың айналу жиілігінің  $n \omega = f(M)$ . Электромагниттік моментіне тәуелділігі саналады.

Бұл сипаттаманы моменттің  $M=f(s)$  сырғанауға тәуелділігін қолданып табуға болады. Бұл жағдайда аналитикалық өрнектер жазбаның шағын қалпына ие болады және қарапайымдырақ тәуелділіктерді береді.

Механикалық сипаттамаларды нақты есептеу әдістері АҚ-ның сырғанауы мен моментті байланыстыратын формуласы (Клосс формуласы) келесі түрге ие болады:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + a s_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot s_k}, \quad (3.1)$$

$$\text{мұндағы } a = \frac{R_1}{R_2} = \frac{0,712}{0,292} = 2,43;$$

$M_K$  - АҚ-тың шектік моменті;

$s_k$  - шектік сырғанауы;

$s$  - сырғанаудың ағымдық мәні.

Шектік сырғанауды мына өрнек бойынша табамыз:

$$s_k = \pm \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2)^2}} = \frac{0,292}{\sqrt{0,712^2 + (1,073 + 1,464)^2}} = 0,161. \quad (3.2)$$

Шектік сырғанау мен моментті ескере отырып мына формуланы аламыз:

$$M = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + a s_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2 \cdot a \cdot s_k} = \frac{2 \cdot 207,37 \cdot (1 + 2,43 \cdot 0,161)}{\frac{s}{0,161} + \frac{0,161}{s} + 2 \cdot 2,43 \cdot 0,161} = \frac{576,99}{\frac{0,3}{0,161} + \frac{0,161}{0,3} + 0,782}. \quad (3.3)$$

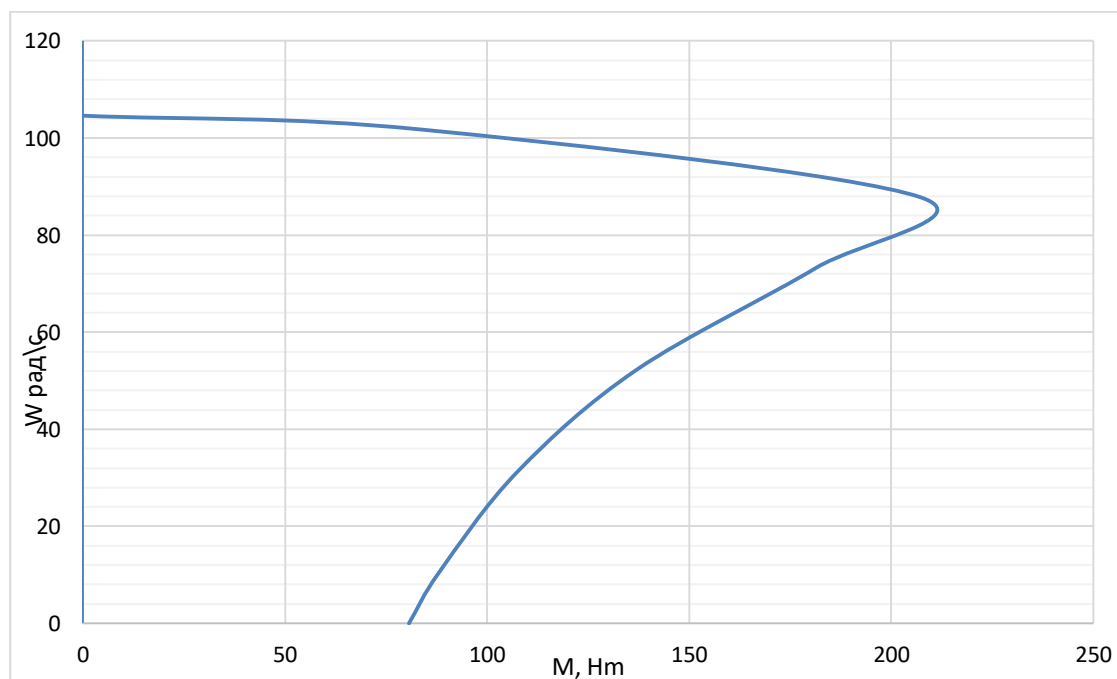
Шектік моменттің есептік мәнін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$M_K = \frac{3 \cdot U_{\Phi H}^2}{2 \cdot \omega_0 \left[ R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_K^2} \right]} = \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 104,6 \cdot \left[ 0,712 + \sqrt{0,712^2 + 2,537^2} \right]} = 207,37$$

Сырғанау мәнін  $s = 0$  - ден  $S = 1$ -ге дейін беріп, 3.1 кестеде келтірілген  $M$  мәндеріне ие боламыз.

3.1 кесте - Сырғанау мен момент бойынша келтірілген мәндер

$S$	0	0,027	0,161	0,3	0,5	0,7	0,9	1
$\omega$	104,6	101,77	87,75	73,22	52,3	31,38	10,46	0
$M$	0	83,46	207,4	181,32	137,06	107,65	88,07	80,65



3.1 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың табиғи механикалық сипаттамасы

Электромеханикалық сипаттамалар  $I_1(s)$  статор тоғымен  $I_2(s)$  ротор тоғының сырғанауға тәуелділігін көрсетеді:

$$I_2' = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}}, \quad (3.4)$$

мұндағы  $U_H$  - статор орамының номиналды фаза кернеуінің мәні, В;  
 $X_K$  - қысқартуықталудың индукциялық фазалық кедергісі, Ом.

$$I_2' = \frac{U_H}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{220}{\sqrt{\left(0,712 + \frac{0,292}{0,1}k\right)^2 + (2,537)^2}}. \quad (3.5)$$

S=0 ден S=1 сырғанау мәндерін қоя отырып,  $I_1(S)$  және  $I_2(S)$  тоқ мәндері есептеліп, 3.2 кесте түрінде көрсетіледі.

3.2 кесте - Келтірілген ротор тоғы мен жиіліктің мәндері

S	0	0,027	0,161	0,3	0,5	0,7	0,9	1
$\omega$	104,6	101,77	87,75	73,22	52,3	31,38	10,46	0
$I_2'$	0	18,63	61,45	72,23	77,22	79,22	80,27	80,63

$I_1$  тоғы  $I_2$  ротор тоқтарының және  $I_\mu$  магниттеу тоғының векторлық қосындысы болып табылады. Статор ток модулін келесі есептік өрнек бойынша алуға болады:

$$I_1(S) = \sqrt{(I_2')^2 + I_\mu^2 + 2I_\mu I_2' \sin \psi_2}, \quad (3.6)$$

Мұндағы  $\sin \psi_2$  – статор тоғының фаза бойынша ығысуы.

$$I_1(S) = \sqrt{(80,63)^2 + 9,34^2 + 2(9,34 * 80,63)0,929},$$

$$\sin \psi_2 = \frac{x_1 + x_2'}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R_2'}{S}\right)^2 + X_K^2}} = \frac{2,537}{\sqrt{\left(0,712 + \frac{0,292}{S}\right)^2 + 2,537^2}}. \quad (3.7)$$

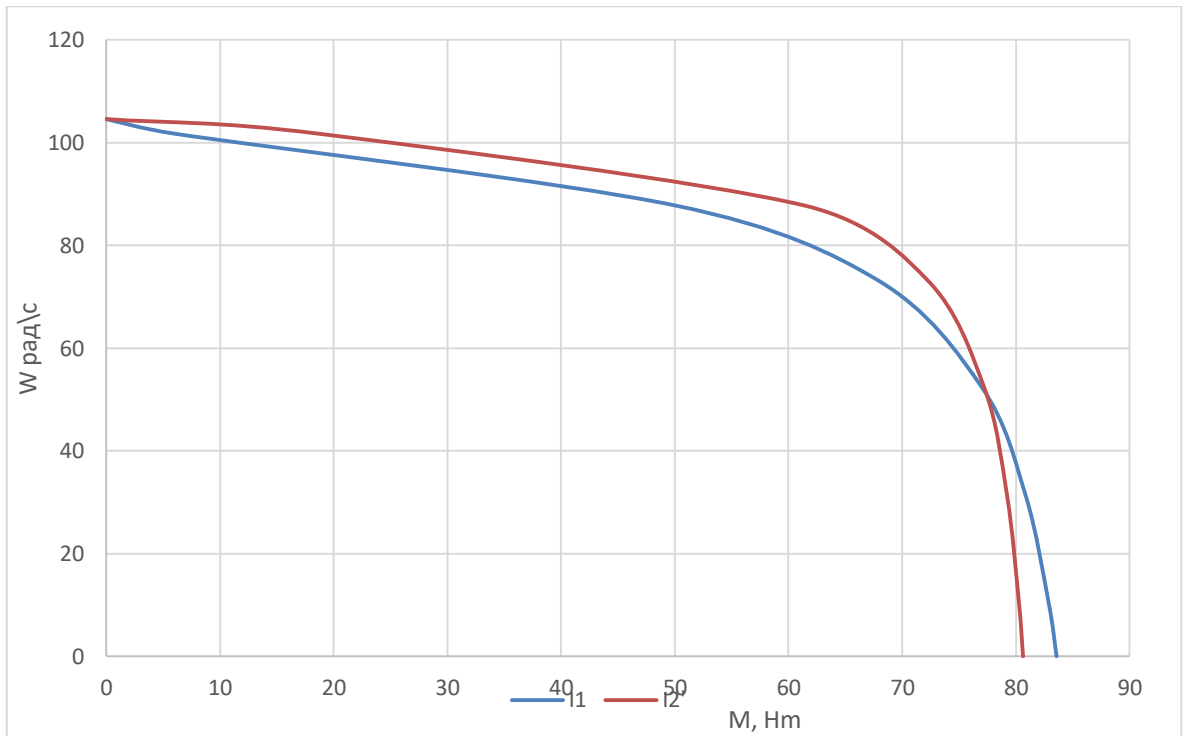
$I_\mu$  – магниттеуші ток:

$$I_\mu = \frac{U_H}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_\mu)^2}} = \frac{220}{\sqrt{0,712^2 + (1,073 + 22,448)^2}} = 9,34 \text{ А.} \quad (3.8)$$

Сырғанаудың әртүрлі мәні кезіндегі ротор тоғының мәндерін  $I_2'(s)$  (3.5) формула бойынша, ал  $\sin \psi_2$  мәндерін (3.7) формула бойынша,  $I_1(s)$  мәндерін (3.6) формула бойынша анықтаймыз. Есептеу нәтижелері 3.3 кестеде келтірілген.

3.3 кесте - Келтірілген статор тоғы мен жиіліктің мәндері

S	0	0,027	0,161	0,3	0,5	0,7	0,9	1
$\sin \psi_2$		0,214	0,708	0,832	0,89	0,913	0,925	0,929
$I_2'(\omega)$	0	18,63	61,45	72,23	77,22	79,22	80,27	80,63
$I_1(\omega)$	0	5,98	50,11	67,86	77,03	80,85	82,88	83,58
$\omega$	104,6	101,77	87,75	73,23	52,3	31,38	10,46	0



3.2 сурет - Айналу жылдамдығының  $\omega$  статортогы  $I_1$  мен ротор тогының  $I_2$  тәуелділігінің графигі (электрмеханикалық сипаттама)

### 3.2 Асинхронды қозғалтқыштың $\frac{U_1}{f_1^2} = const$ жиіліктік реттеу заңына сәйкес жасанды механикалық сипаттамаларын есептеу

Желдеткіштің жүктемесі желдеткіштік жүктемелер қатарына жетады. Бұл жағдайда жиілік реттеудің мына заңын қолданған жөн:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = const. (3.1)$$

Статор орамаларына берілетін кернеудің жиілігін өзгерткен кезде синхронды айналу жиілігі  $\omega_0$ , сырғанау  $S$  және статор кедергісі мен ротордың шашыраңқы индуктивті кедергісі өзгереді:

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{z_p} \left( \frac{f_{1i}}{f_{1H}} \right) = \frac{2\pi}{z_p} (f^*); \quad (3.9)$$

$$s = 1 - \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} \left( \frac{f_{1i}}{f_{1H}} \right)} = \frac{\omega}{\frac{2\pi}{z_p} (f^*)}; \quad (3.10)$$

$$X_1 + X_2' = (X_1 + X_2') \left( \frac{f_1}{f_{1H}} \right) = (X_1 + X_2') (f^*); (3.4)$$

Жиілік пен кернеу арақатынасы келесі формуламен өрнектеледі:

$$\frac{U_i}{f_{1i}^2} = \frac{U_H}{f_H^2} = const \quad (3.11)$$

(3.5) өрнектен жиіліктің мәні  $f_{1i}$  болған кезде кернеудің мәні де өзгеру керек, ол мән мына формула бойынша анықталу керек:

$$U_i = U_H \frac{f_{1i}^2}{f_H^2} = U_H \left( \frac{f_{1i}}{f_H} \right)^2 = U_H (f^*)^2$$

Бұл жағдайда асинхронды қозғалтқыш моментін мына өрнек бойынша есептейміз:

$$M = \frac{m \cdot [U_H \cdot (f^*)^2]^2 \cdot \frac{R_2'}{S}}{\omega_0 \cdot f^* \cdot \left[ \left( R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + (X_k \cdot f^*)^2 \right]}$$

Жиілікке мынадай мәндер береміз:  $f_{1H}=50$  Гц, ал  $f_{11}=25$  Гц;  $f_{12}=15$  Гц. өрнегін пайдаланып, моментті есептеу жұмыстарын жүргіземіз.

$$s_{k25} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1.25} + X_{2.25})^2}} = \frac{0,292}{\sqrt{0,712^2 + (2,537 \cdot 0,5)^2}} = 0,20$$

$$s_{k15} = \pm \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_{1.15} + X_{2.15})^2}} = \frac{0,292}{\sqrt{0,712^2 + (2,537 \cdot 0,3)^2}} = 0,28$$

$$M_{k25} = \frac{3 \cdot [220 \cdot (0,5)^2]^2 \cdot \frac{0,292}{S}}{104,6 \cdot 0,5 \cdot \left[ \left( 0,712 + \frac{0,292'}{S} \right)^2 + (2,537 \cdot 0,5)^2 \right]}$$

$$= \frac{2649,9}{52,3 \cdot 0,20 \left[ \left( 0,712 + \frac{0,292}{0,20} \right)^2 + 1,609 \right]}$$

$$M_{k15} = \frac{3 \cdot [220 \cdot (0,5)^2]^2 \cdot 0,292}{104,6 \cdot 0,3 \cdot \left[ \left( 0,712 + \frac{0,292'}{S} \right)^2 + (2,537 \cdot 0,3)^2 \right]}$$

$$= \frac{343,42}{31,38 \cdot 0,28 \cdot \left[ \left( 0,712 + \frac{0,292}{0,28} \right)^2 + 0,579 \right]}$$

Әртүрлі жиіліктер үшін есептеу нәтижелері 3.4 кестеде және 3.4 кестелерде келтірілген.

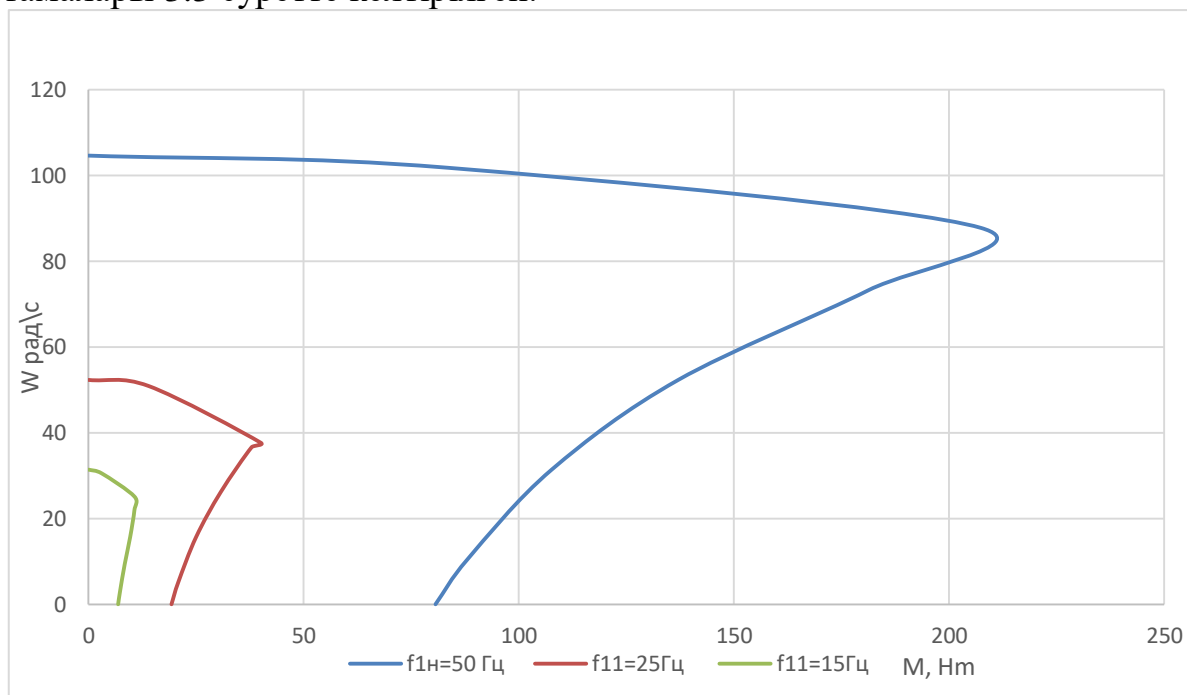
3.4 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50\text{Гц}$	S	0	0,027	0,28	0,3	0,5	0,7	0,9	1
$f_{11}=15\text{Гц}$	$\omega$	31,38	30,53	25,1	21,9	15,69	9,41	3,13	0
	M	0	3,03	10,68	10,66	9,68	8,42	7,34	6,88

3.5 кесте - Есептеу нәтижелері

$f_{1H}=50\text{Гц}$	S	0	0,027	0,20	0,3	0,5	0,7	0,9	1
$f_{11}=25\text{Гц}$	$\omega$	52,3	50,88	37,65	36,61	26,15	15,69	5,23	0
	M	0	13,97	40,04	37,91	30,73	25,01	20,89	19,28

Асинхронды қозғалтқыштың әртүрлі жиілік кезіндегі механикалық сипаттамалары 3.3 суретте келтірілген.



3.3 сурет –  $U/f^2=\text{const}$  жиіліктік реттеу заңы сәйкес қозғалтқыштың әртүрлі жиілік кезіндегі механикалық сипаттамалары

$\frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}$  реттеу заңын жүзеге асырған кезде қозғалтқыштың жүргізіп жіберу моменті мен максимал моментері жиілік азайған кезде қатты азаятындығын көрсетеді.



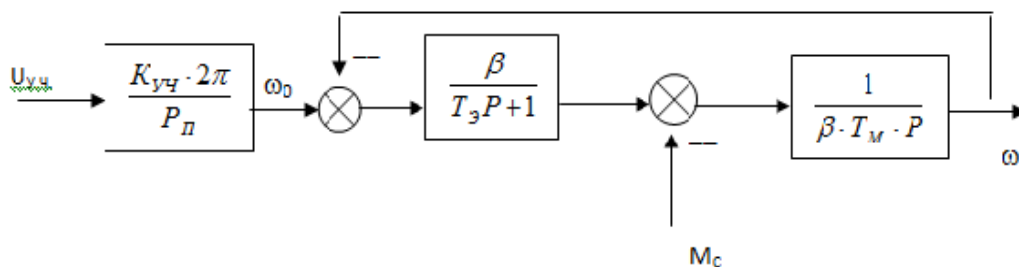
## 4 Желдеткіштің электржетегінің динамикалық сипаттамаларын анықтау

### 4.1 Электр жетегінің құрылымдық сұлбалары және оның элементтерінің параметрлерін есептеу

Тиристорлік жиіліктік түрлендіргіш- асинхронды қозғалтқыш «ТЖТ» тұйықталған жүйесінің құрылымдық желілік сұлбасы 4.1 суретте көрсетілген. Ол өзімен АҚ құрылымдық сұлбасын және динамикалық буынның ТЖТ өткізетін функциясын көрсетеді.

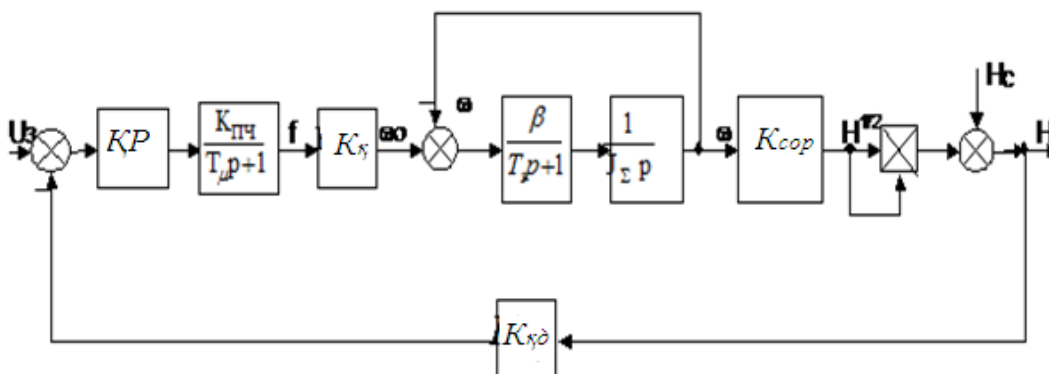
$$W_{\text{ТЖТ}} = \frac{\omega_0(P)}{U_{\text{УЧ}}(P)} = \frac{K_{\text{УЧ}} \cdot 2\pi}{P_{\text{П}}} \quad (4.1)$$

мұндағы  $U_{\text{УЧ}}$ ,  $K_{\text{УЧ}}$  – жиілікті басқару кернеуі және күшейту коэффициенті.



4.1 сурет - ТЖТ-Қ жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Жобаланатын жүйе бір ғана сыртқы контуры (қысым контуры) бар бір контурлы жүйе болып табылады. Желдеткіш қондырғының автоматтандырылған электр жетегінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы 4.2 суретте көрсетілген.



4.2 сурет - Сорғыш қондырғының автоматтандырылған электр жетегінің тұйықталған жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Сұлбадағы белгілер:

$K_P$  – қысым реттегіш;

$K_{кд}$  – қысымның кері байланыс коэффициенті;

$K_K$  – қозғалтқыштың беріліс коэффициенті.

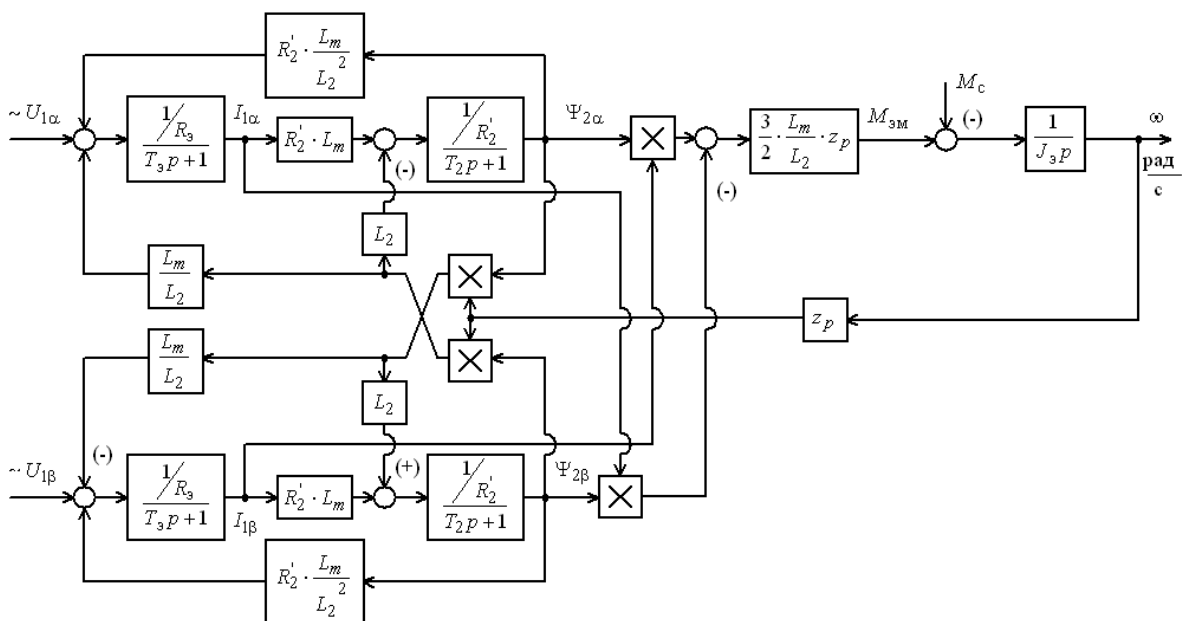
Құрылымдық сұлбаның параметрлерін келесі формула бойынша есептейді

$$\beta = \frac{2 \cdot M_K}{\omega_{OH} \cdot S_K} \cong \frac{M_H}{\omega_{OH} - \omega_H}, \quad (4.2)$$

$$T_\omega = \frac{1}{314 \cdot S_K}, \quad (4.3)$$

$$T_M = \frac{J}{\pm \beta_C + |\beta|}. \quad (4.4)$$

Координаталардың қозғалмайтын екі фазалы жүйесінде түрлендіргіш-асинхронды электр қозғалтқыш жүйесінің күш арнасының құрылымдық схемасы 4.3 суретте көрсетілген.



4.3 сурет– Координаталардың қозғалмайтын екі фазалы жүйесінде түрлендіргіш-асинхронды электр қозғалтқыш жүйесінің күш арнасының құрылымдық схемасы

Түрлендіргіштің күшею коэффициентінің максимальді мәні

$$k_H = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{1\Phi H}}{U_{УП.МАКС}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{10} = 31.027. \quad (4.1)$$

мұндағы  $U_{УП.МАКС}$  - басқару кернеулерінің максимал мәні;

$U_{УП.МАКС} = 10В$  қабылдаймыз.

Түрлендіргіштің эквивалентті уақыт тұрақтысы

$$T_H = \frac{1}{f_{ШИМ}} = \frac{1}{5000} = 2 \cdot 10^{-4} с. \quad (4.2)$$

Орамдардың эквивалентті индуктивтіліктері  
-статордың

$$L_1 = \frac{X_1 + X\mu}{2\pi f} = \frac{1,073 + 22,448}{314} = 0.0749 Гн, \quad (4.3)$$

-ротордың

$$L_2 = \frac{X_2 + X\mu}{2\pi f} = \frac{1,464 + 22,448}{314} = 0.0761 Гн. \quad (4.4)$$

Шашыраукоэффициенті

$$\sigma = 1 - \frac{L_\mu^2}{L_1 \cdot L_2} = 1 - \frac{0.0715^2}{0.0749 \cdot 0.0761} = 0.103. \quad (4.5)$$

Эквивалентті кедергі

$$R_\Sigma = R_1 + R_2' \frac{L_\mu^2}{L_2^2} = 0.712 + 0.292 \frac{0.0715^2}{0.0761^2} = 0.969 Ом. \quad (4.6)$$

Электр магниттік уақыт тұрақтылары

$$T_\Sigma = \frac{\sigma L_1}{R_\Sigma} = \frac{0.103 \cdot 0.0749}{0.969} = 0.007 с, \quad (4.7)$$

$$T_2 = \frac{L_2}{R_2'} = \frac{0.0761}{0.292} = 0.26 с. \quad (4.8)$$

## 4.2 Электр жетектің виртуальді моделін таңдау және өтпелі үрдістерің зерттеу

Бағдарлама пакеті ретінде электр жетегінің жартылай өткізгішті модельдеуді MatLab жүйесімен орындауға болады. Жартылай өткізгішті

электржетекті зерттеу негізгі құралдарды жаппай қабылдауы ретінде анықталады.

Жартылай өткізгішті электр жетекті зерттеу негізінде қолданылатын негізгі кеңейту пакеті болып Simulink және Power System Blockset болып табылады.

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

Simulink жүйенің математикалық көрсеткішінен бастап және үлгінің құрылымдық жүйесіне микропроцессорларді бағдарлап, зерттелуге әртүрлі мүмкіндік береді.

Simulink кітапханасы көзбен шолу нысандарының жиынтығын көрсетеді. Әртүрлі автоматты басқару жүйесін зерттеуге болады. Барлық блоктары үшін параметрлерін қалыпқа келтіру мүмкіндігі бар. Қалыпқа келтіру параметрлері таңдалған блоктың терезесіне көрсетіледі.

Зерттелетін үлгіге мынадай элементтер кіреді (4.4 сурет):

- Asynchronous Machine SI Unit - 4A160S4Y3 қозғалтқышына сәйкес келетін асинхронды қозғалтқыш параметрлерінің дайын үлгісі;

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

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

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

- Display түрінің 2 элементі – сол параметрлердің орнатылған мәнін тексеруге арналған.

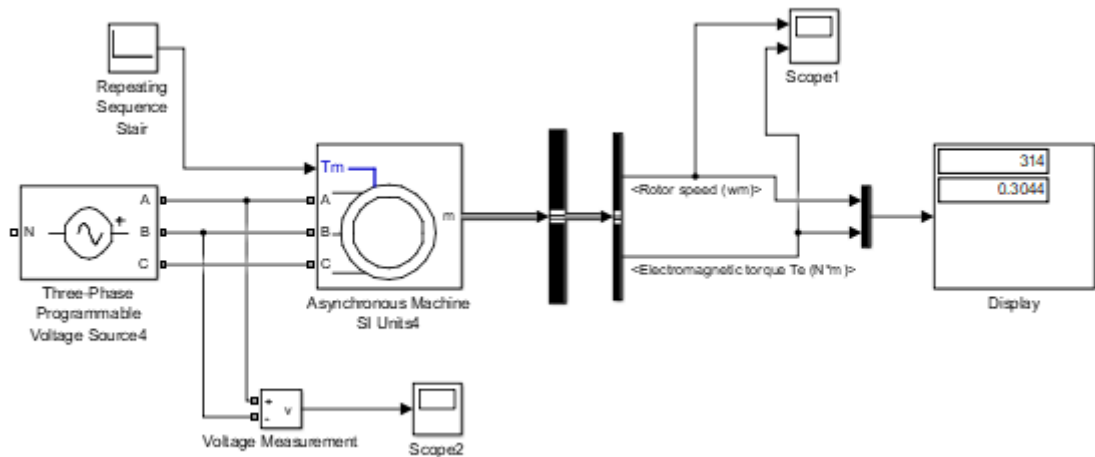
- Step – белгілі момент уақытына қозғалтқыш валының жүктемесін тастауға мүмкіндік беретін элемент.

Асинхронды қозғалтқыштың жұмысын  $\frac{U}{f} = const$  заңын пайдалана отырып, үш түрлі жиілік үшін ( $f_1=50$  Гц,  $f_2=30$  Гц,  $f_3=20$  Гц) және бос жүріс режимі мен жүктелген режим үшін қарастырамыз.

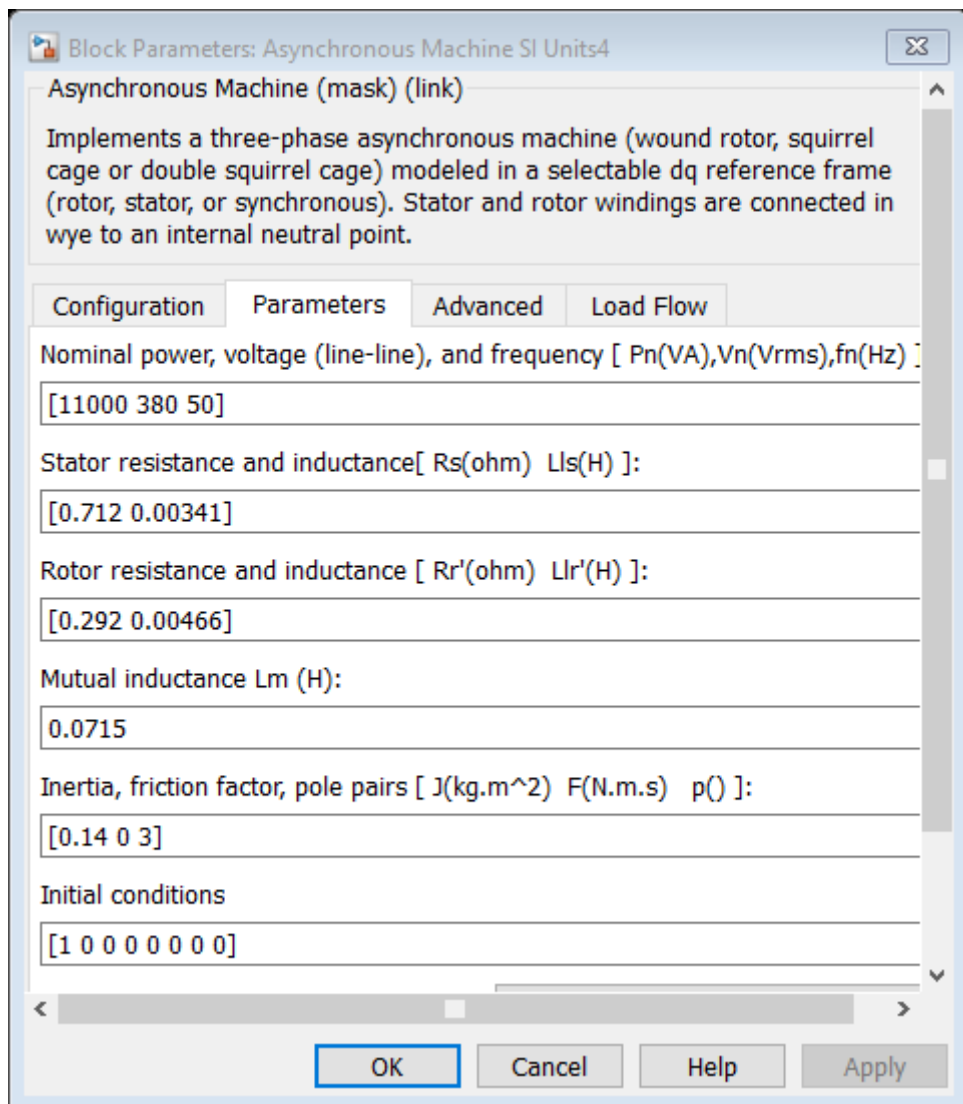
Енгізу терезесіне таңдалған 4A160S4Y3 электрқозғалтқыштың номиналды паспорттық деректерге сәйкес параметрлерін енгіземіз (4.5 сурет).

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.

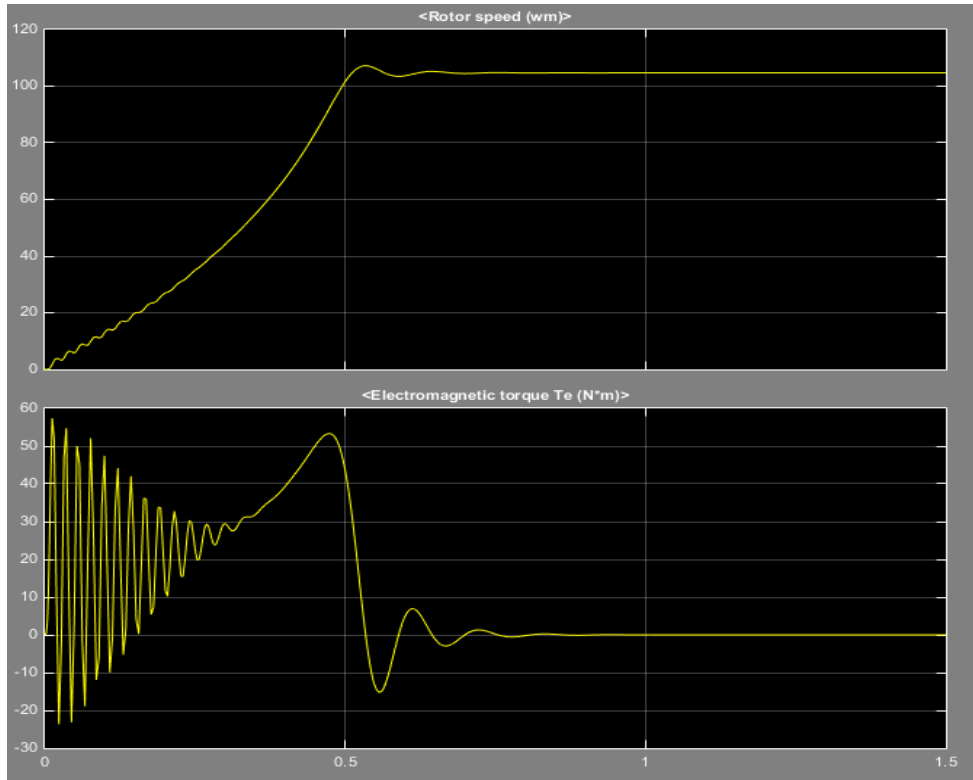
4.6 суретте қозғалтқыш жүктемесіз және қосу кезінде қозғалтқыш жылдамдығы мен моментінің уақытша сипаттамалары келтірілген  $f=50$  Гц  $U_\pi=380$  В.



4.4 сурет - Асинхронды электр қозғалтқышты зерттеудің виртуалды моделі

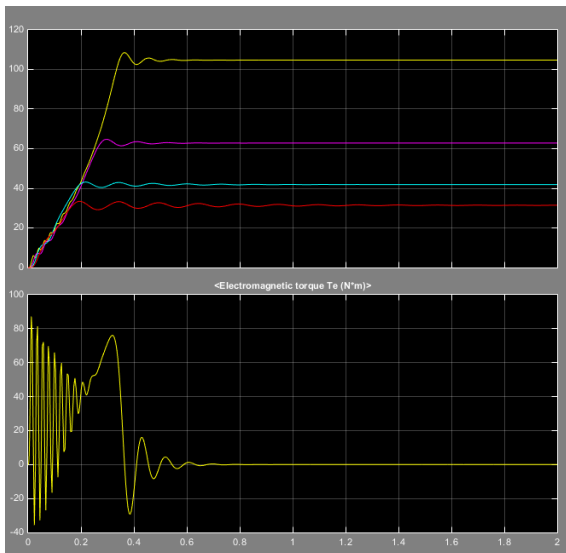


4.5 сурет -4A160S4У3 электр қозғалтқыштың параметрлері

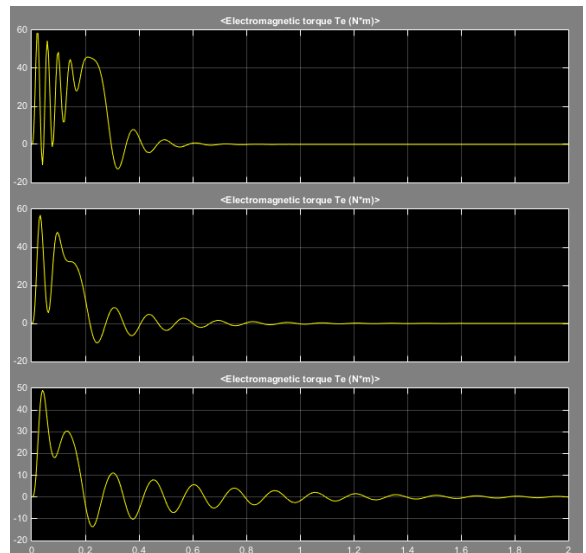


4.6 сурет - Жүктеме жоқ кезде іске қосу кезіндегі өтпелі сипаттама ( $f=50$  Гц  $U_{\phi}=220$  В.)

4.6 суреттен көрініп тұрғандай өтпелі уақыт:  $t_n=8$  с. Тұрақты күйдегі қозғалтқыш жылдамдығы:  $w_h=104,6$  рад/сек.



а)



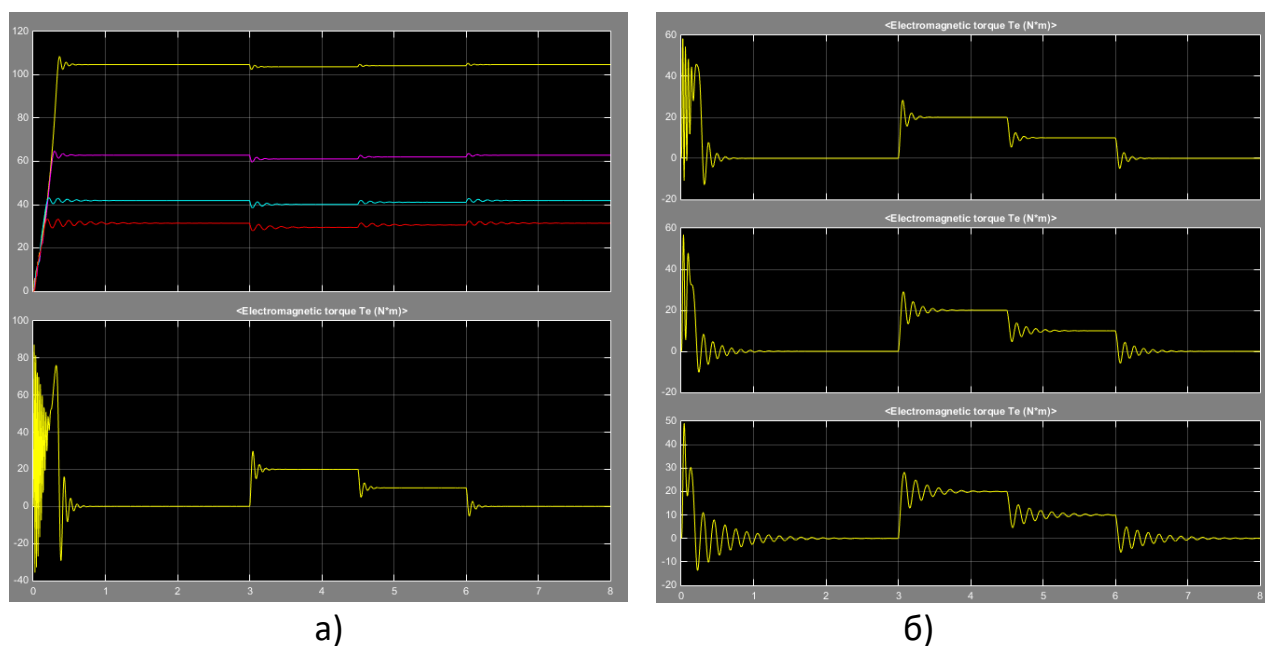
б)

4.7 сурет - Іске қосу кезіндегі өтпелі сипаттама ( 50,30,20,15 Гц, жүксіз)

Электрқозғалтқышының қозғалыс жылдамдығы мен моменті:  $t_n = 4$  с, және  $M = 10$  Нм ( $f = 30$  Гц,  $U = 132$  В.)

4.7 суреттен көрініп тұрғандай, бос тұрған уақыттың уақыты:  $t_n = 4$  с.,  $w = 62$  рад/с. Жүктемені жүктегеннен кейін айналу жылдамдығы  $w = 42$  рад / с дейін төмендейді, ал жүктеме алынғаннан кейін қозғалтқыштың тұрақты күйіндегі жылдамдығы  $w = 62$  рад/с-қа тең болады.

4.8 суреттен көріп отырғанымыздай, бос тұрған уақытта уақыт:  $t_n = 1$  с.,  $w = 104$  рад / с. Жүктемені жүктегеннен кейін айналу жылдамдығы  $w = 90$  рад / с дейін төмендейді, ал жүктеме алынғаннан кейін қозғалтқыштың тұрақты күйіндегі жылдамдығы  $w = 104$  рад / с-қа тең болады.



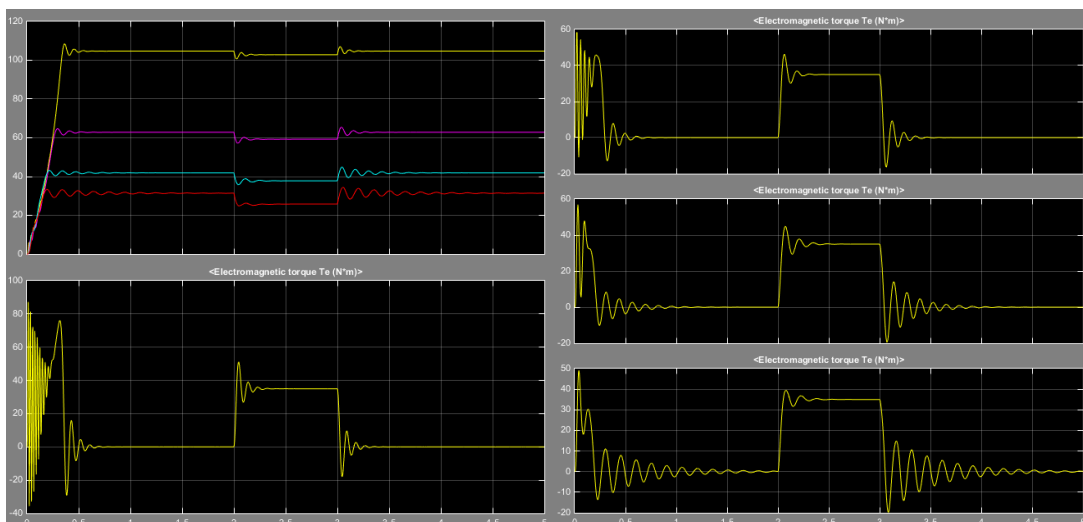
4.8 сурет - Жүктеме берілген кездегі өтпелі сипаттама ( 20; 10; 0 Нм, әр түрлі жиілікте 50,30,20,15 Гц)

Жүктеме ( $M = 15$  Нм және  $10$  Нм) және  $f = 50$  Гц,  $U = 220$  В. кезінде электр қозғалтқышының жылдамдығы мен моментінің өзгеру графиктері 4.8 суретте көрсетілген.

4.9 суретте  $f=50$  Гц, 30 Гц, 20 Гц, 15 Гц жиілікте қосылған қозғалтқыш орныққан кезден бастап білікке  $M=35$  Нм жүктеме түсіріліп, 1 с сайын алыну кезіндегі өтпелі процес сипатталған.

$f=50$  Гц жиілікте  $M=35$  Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт  $t_n=0,25$  с құрап, айналу жылдамдығы  $w_h=103,6$  рад/с құрады. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты  $t_n=0,25$  с құрап, айналу жылдамдығы  $w_h=105,9$  рад/с тең болды.

$f=30$  Гц жиілікте  $M=35$  Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт  $t_n=0,3$  с құрап, айналу жылдамдығы  $w_h=63,6$  рад/с құрады. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты  $t_n=0,35$  с құрап, айналу жылдамдығы  $w_h=64$  рад/с тең болды.



4.9 сурет - Өтпелі үрдістің графиктері ( $f=50$  Гц,  $30$  Гц,  $20$  Гц,  $15$  Гц және қозғалтқышқа жүктеме  $M=35$  Нм түсірілген кездегі)

$f=20$  Гц жиілікте  $M=3$  Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт  $t_n=0,5$  с құрап, айналу жылдамдығы  $\omega_n=40,9$  рад/с құрады. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты  $t_n=0,5$  с құрап, айналу жылдамдығы  $\omega_n=41,6$  рад/с тең болды.

$f=15$  Гц жиілікте  $M=35$  Нм жүктеме берілгендегі орнығуына кеткен уақыт  $t_n=0,7$  с құрап, айналу жылдамдығы  $\omega_n=32,6$  рад/с құрады. Толық жүктеме алынғаннан кейінгі өтпелі процесс уақыты  $t_n=1,1$  с құрап, айналу жылдамдығы  $\omega_n=33,5$  рад/с тең болды.



## 5. Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі

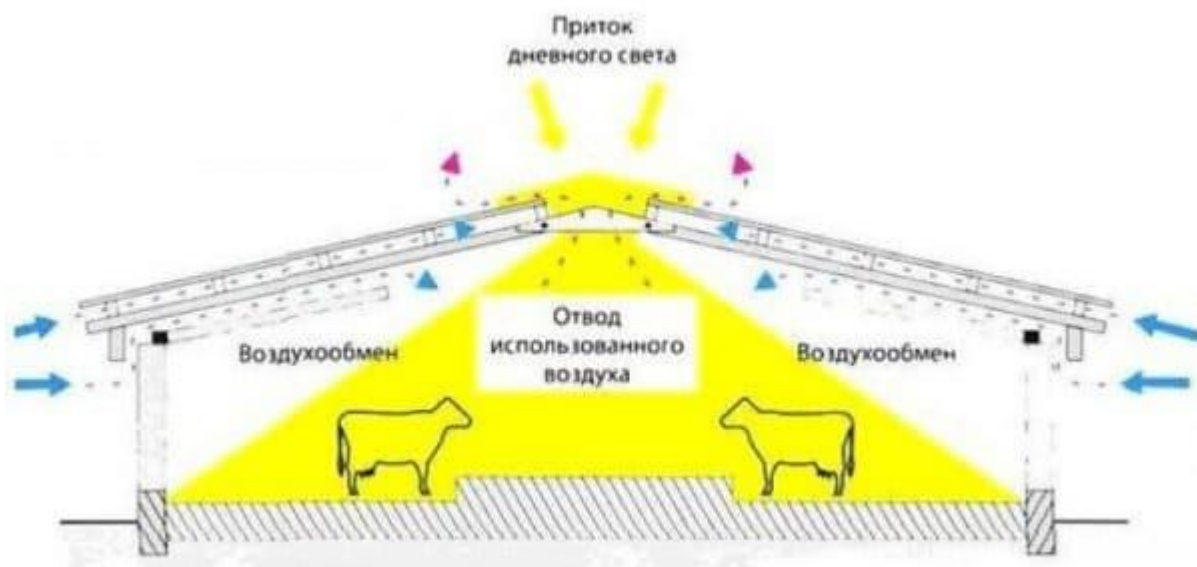
Бұл дипломдық жұмыстың тақырыбы сүт фермасының желдеткіш қондырғысының электр жетегін жетілдірумен байланысты.

Желдету қондырғысы мал шаруашылығы кәсіпорнының, атап айтқанда сүт фермасының аса жауапты объектілерінің бірі болып табылады. Оның сенімді және үздіксіз жұмыс істеуіне кәсіпорынның өнімділігі, оның техникалық-экономикалық көрсеткіштері, қызмет көрсететін персоналдың қауіпсіздігі байланысты.

Бұл тарауда мен жобалаушының жұмыс орнындағы еңбек жағдайларының мәселелерін қозғаймын, сондықтан өндірістік процестердің қауіпсіздігіне ерекше назар аударылатын болады.

### 5.1 Сүт фермасындағы зиянды және қауіпті өндірістік факторларды талдау

Жануарларды өнімді ұстау үшін олар сақталатын үй-жайларда оңтайлы микроклимат болуы керек (5.1 сурет). Бұл стрессті, ыңғайсыздықты және мүмкін ауруларды жеңілдетеді. Сарайда микроклимат жасау үшін ғимарат желдету жүйесімен жабдықталған болуы керек. Бұл қазіргі заманғы ғимараттардың көпшілігі жеткілікті ауа айналымына ие емес қатты, жабық құрылымдар болғандықтан қажет. Қосымша жүйесіз, мұндай бөлмелерде қыста суық, ал жазда ыстық және ыстық болады. Бұл жануарлардың денсаулығы мен жағдайына теріс әсер етеді. Сиыр қалдықтары аммиакты да шығарады, бұл олардың денсаулығына зиян келтіруі мүмкін. Желдету жүйесі көмірқышқыл газының, аммиактың шығуын және таза ауа ағынын бақылауға мүмкіндік береді.



5.1 сурет - Сүт фермасында микроклиматты ұйымдастыру

Желдету үш түрге бөлінеді: табиғи; жасанды (мәжбүр); аралас. Табиғи желдету бөлменің ашық болуына байланысты пайда болады: қабырғалар мен шатырдың, терезелер мен есіктердің тесіктері арқылы. Осы типтегі ауаның тоқырауы жазда болады. Жасанды желдету - бұл ғимарат ішіндегі ауа алмасуын басқаратын автоматты жүйе. Аралас желдету кезінде таза ауа табиғи түрде енеді және желдеткіш құрылғылардың көмегімен «қайта өңделеді».

Желдету жүйесін таңдағанда, сіз мынаны ескеруіңіз керек: бөлменің мөлшері мен орналасуын; төбенің биіктігі; аймақтың климаттық жағдайы; ауа ағынының ерекшеліктері.

-5°C-тан + 25°C-қа дейінгі температура сиырлар үшін оңтайлы, ал олар жақсы тамақтандырылып, жеткілікті мөлшерде сүт әкеледі. Жануарлардағы температура нормасының жоғарылауымен тәбет пен сүт мөлшері азаяды. Норманың төмендеуімен сиырлар дене температурасын сақтау үшін көбірек жей бастайды, бірақ бұл сүт көлеміне әсер етпейді. Қойма үшін стандартты температура 8-10°C, перзентхана мен бұзау бөлімінде - 15-16°C.

Құрғақ ауа жануардың тыныс алуына және жалпы жағдайына теріс әсер етеді. Жоғары ылғалдылықпен жануарлар, әсіресе вирустық ауруларға тез шалдығады. Ауа тым ылғалды және тоқтап қалмауы керек, әйтпесе ылғалды сиырдың салдарынан сиырларда пневмония немесе мастит болуы мүмкін. Ірі қара малға арналған резеңке төсеніштер туралы оқыңыз. Ауа ылғалдылығының нормасы 50-85% құрайды. Орташа алғанда, оңтайлы өмір сүру үшін сиырдың жасына және жағдайына қарамастан ылғалдылық шамамен 70% болуы керек.

Желдету қорапта қабырғаға тосқауыл болатын құрылымның пайда болуына ие. Көбінесе ол синтетикалық пластиктен жасалады. Жабдықтау жүйесінің жұмыс істеуі үшін перделер қолмен немесе автоматты түрде көтеріледі. Бұл жүйе бөлмені оңтайлы климаттық бақылаумен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Олар қажетті ауа ағынын жасай отырып, қажетті ендікке аша алады. Жүйе жабық климаттық белдеулерді реттеуге мүмкіндік береді. Перделер бөлмені сыртқы ортаның әсерінен толық қорғайды.

Сиырлар өндірістік процестердің белгілі бір режиміне үйреніп кететіні белгілі, нәтижесінде бірқатар шартты рефлексстер пайда болады. Сонымен, сиырларды тамақтандыру кезінде асқазан сөлінің бөлінуі жоғарылайды, ал сүтті сүт бездері эвакуацияға дайындалады. Осылайша, жүйке жүйесі дененің дұрыс және толыққанды жұмысына ықпал етеді. Өндірістік процестердің режимінен басқа, мал құрылысының микроклиматы белгілі бір рөл атқарады.

Мал шаруашылығы ғимараттарының микроклимат параметрлері жануарлардың тіршілігіне, денсаулығы мен өнімділігіне және өнім сапасына үлкен әсер етеді.

Мал шаруашылығы ғимараттарының кешкісіндегі қосымша жарықтандыруды зерттеу жұмыстары күндізгі уақытта тәжірибелі жануарлардың түнгі уақытпен салыстырғанда көбірек қозғалатындығын және тамақ тұтынатындығын көрсетті.

100 лк деңгейіндегі қосымша жарықтандыру және 17 сағаттық күндізгі уақыт сиырлардың сүт өнімділігіне, туу көрсеткіштеріне, қызмет көрсету мерзімінің қысқаруына және өміршең ұрпақтардың шығуына оң әсер етеді. Сәйкес, алкогольдік ішімдіктер мен тамақтандыру үстелінде жарық 200-ден 300 лк дейін, ал бастиек қораптарында 200 лк болуы керек.

Жаздағы ауа жылдамдығы әдетте 0,8-1,0 м/с, ал қыста - 0,3-0,4 м/с деңгейінде болуы керек. Өлшеу нәтижелері бойынша қыста ауа жылдамдығы 0,26 м/с, жазда 0,7 м/с болды. Әдетте ауаның ылғалдылығы 70-85% болуы керек, өлшенген кезде ол қыста 74,8%, жазда 55,7% болады. Жазғы кезеңдегі ылғалдылықтың төмендеуі, қабылданған технология бойынша, жазғы кезеңде барлық қақпалар мен терезелер ашылатындығымен түсіндіріледі, сонымен қатар сарайдың дизайнында ұсынылған жарықтандырғыш шам бөлменің кеңейтілген желдетілуін қамтамасыз етеді.

Сарайда ауа температурасы қыста  $-6,2^{\circ}\text{C}$ , ашық ауада  $-25,0^{\circ}\text{C}$  болды. Заманауи талаптарға сәйкес, сарайдағы температура  $+3,0^{\circ}\text{C}$  болатын, ол ыңғайлы және ыңғайлы температура екендігі анықталды, бірақ бөлмеде ылғал болмаған кезде, қалыпты ылғалдылық болған жағдайда (70-85%) және жылытылған сумен ішетін ыдыстардың болуы (NTP-APK 1.10.01.001-00).

Жазда үйдегі ауа температурасы стандартталмаған, бірақ өлшеулер сарайдағы ауа температурасы  $+25^{\circ}\text{C}$  болғанда, желдету және күн сәулесінің тікелей әсерінен температура  $7^{\circ}\text{C}$  төмен болған, бұл жануарларға жайлы жағдай туғызады.

Люксметр U116 құралын қолдана отырып, қыста жарықтандыру параметрлерін анықтау бойынша жүргізілген зерттеулер, бұл көрсеткіш сыртынан 1200 люкстен асқан кезде сарай ішіндегі жарықтандырудың орташа деңгейі 900 лк болғанын көрсетті. Сонымен қатар, сиырдың бағананың басы деңгейінде, ол жатқан кезде жарықтандыру 600 лк, азықтандыру үстелінде - 900 лк және тұрған кезде бастың деңгейінде - 1200 лк.

Зерттеулер сүт мал шаруашылығы қызметкерлері жұмыс уақыты ішінде 2-19 дБА-ға белгіленген қауіпсіз нормадан асатын шудың әсерінен болғанын көрсетті. Мал шаруашылығы үй-жайлары қызметкерлерінің еңбек жағдайларының санитарлық-гигиеналық факторларының нақты мәндері көп жағдайда қауіпсіздік, эргономика талаптарына және микроклимат, шаңдану, ауадағы зиянды заттардың құрамы, Шу мен жарық деңгейі бойынша нормативтік параметрлерге сәйкес келмейді.

Сүт фермаларында жұмысты ұйымдастыруды талдау ең көп еңбекті қажет ететін процесс сауу екенін көрсетті. Сауу тәсілдеріне және қолданылатын механикаландыру құралдарына байланысты оған жұмыс уақытының 40-80% келеді. Сауыт еңбегі бесінші санатқа жатады. Еңбек операцияларының монотондылығы назар аударудың тұрақтылығын айтарлықтай төмендете отырып, көбінесе жаракаттану қаупі бар жағдайларға әкеп соқтырады. Өндірістік жаракаттанушылыққа жүргізілген талдаудан, сауыншалардың арасында Өсімдік шаруашылығы жұмысшыларына қарағанда 3 есе жоғары және мал шаруашылығындағы ең жоғары көрсеткіштердің бірі.

Фермалар мен кешендердегі жеке гигиена ережелеріне сәйкес:

- 1) Жұмыс орнын, мал қора-жайын, мал құрал-саймандарын таза ұстауға;
- 2) Арнайы киімді жуу және дезинфекциялау;
- 3) Тамақ ішер алдында арнайы киімді шешіп, оны белгілі бір жерге ілуге (мал шаруашылығы үй-жайларында тамақ ішуге тыйым салынады);
- 4) Қолды жылы сумен және сабынмен мұқият жуу және таза сүлгімен сүрту;
- 5) Жұмыс аяқталғаннан кейін арнайы киімді шешіп, оны арнайы бекітілген шкафтарға ілуге;
- 6) Қолды жуу және оларды дезинфекциялау.

## 5.2 Өрт қауіпсіздігі

Өрт алдын алу-өрттің алдын алуға, оттың таралуын болдырмауға, адамдар мен материалдық құндылықтарды эвакуациялау жолдарын орнатуға және өртті тез жою үшін жағдай жасауға бағытталған іс-шаралар кешені.

Мал шаруашылығы құрылыстарындағы өрт себептері:

1) Ғимараттарды, құрылыстар мен қоймаларды құрылыс алаңының, бағыттың, басым желдердің қажетті үзілуін және технологиялық процестің өрт қауіптілігі бойынша өндіріс санаттарын орналастыруды есепке алмағанда дұрыс жоспарлау.

2) Дұрыс емес құрылғы, жылыту және қыздыру аспаптары мен жүйелерін пайдалану ережелері мен режимдерінің бұзылуы.

3) Электр желілерін, электр жабдықтарын, жарықтандыру аспаптарын, электр қозғалтқыштарын дұрыс емес монтаждау және оларды пайдаланудың электротехникалық ережелерін бұзу.

4) Пішен, сабан, үгінділер, шымтезек, көмірдің өздігінен жануы және өздігінен жануы.

5) Құбырларда тез тұтанатын сұйықтықтардың үйкелуі, желдету арналары мен ауа құбырларында шаң немесе газдар, ремендік берілістерде үйкелуден статикалық электрдің пайда болуы нәтижесінде.

6) Керосин жарығын, ашық отты пайдалану кезінде, сондай-ақ темекі шегу және балалардың отпен ойнауы кезінде өрт қауіпсіздігі ережелерін сақтамау.

7) Найзағай разрядтары.

Басқа да себептер болуы мүмкін.

Өрт қауіпсіздігі деп өрттің пайда болу мүмкіндігі, ал ол туындаған кезде – өрттің қауіпті факторларының адамдарға әсері болмайтын және материалдық құндылықтарды қорғау үшін жағдайлар жасалатын өндірістің жай-күйі түсініледі.

Өрттің алдын алу жүйесіне өндіріс объектілерінде, оның ішінде мал шаруашылығында, өрт қауіп бар операцияларды қолдану орындарында, шөп кептіру кезінде қызу элементтерімен белсенді желдетумен, дәруменді ұнды дайындаумен, Азық және жанғыш заттарды сақтау орындарында өрттің

туындауын алдын алатын ұйымдастырушылық іс-шаралар мен техникалық құралдар кіреді.

Өрт сөндіру жүйесі өрт кезінде адамдар мен жануарларға қауіпті факторлардың әсеріне жол бермеу мақсатында ұйымдастырушылық іс-шаралар мен техникалық құралдарды біріктіреді. Өрт қорғанысы жанбайтын және қиын жанатын материалдарды қолданумен, жанғыш заттарды пайдаланудың қатаң режимімен, тиімді өрт сөндіру құралдарын қолданумен, адамдар мен жануарларды эвакуациялаумен, адамдарды ұжымдық және жеке қорғау құралдарын қолданумен, түтінге қарсы қорғаныс, өрт сигнализациясын қолданумен және объектіні күзетуді ұйымдастырумен қамтамасыз етіледі.

Ұйымдастырушылық іс-шаралар жүйесі өрт қауіпті объектілерге (мал шаруашылығы кешендеріне, фермаларға, жем-шөп цехтарына, жем-шөп сақтау қоймаларына) профилактикалық және жедел қызмет көрсетуді, өрттен қорғау қызметтерін құруды қамтиды.

### **5.3 Сүт фермасында желдету есебі**

Жануарлар қоршаған ортаға жылу, су буы, газ – көмірқышқыл газы және т.б. бөледі. жануарлардың экскременттерінің органикалық заттарының ыдырауы нәтижесінде зиянды газдар – аммиак, күкірт сутегі және т. б. пайда болады. Зат алмасу процестері, жалпы физиологиялық жай-күйі, азықтың қоректік заттарының сіңірілуі және сіңірілуі нашарлайды. Нәтижесінде жануарлардың табиғи резистенттілігі мен денсаулығы, олардың өнімділігі төмендейді.

Мал шаруашылығын қарқынды жүргізу жағдайында жануарларды ұстау тығыздығы артады, ал олардың өнімділігі 20-30% - ға мал шаруашылығы үй-жайларындағы ауа ортасының жағдайына байланысты болады. Сондықтан онда оңтайлы микроклиматты құру жануарлардың денсаулығы мен олардың өнімділігі үшін ғана емес, сонымен қатар персоналдың жайлылығы, негізгі өндірістік ғимараттар мен технологиялық жабдықтардың қызмет ету мерзімін ұзарту үшін де маңызды.

Мал шаруашылығы қораларда микроклиматтың нашарлау себептері қоршау конструкцияларының төмен жылу қорғанысынан, ауа алмасуды дұрыс ұйымдастырмаудан және жылыту-желдету жабдығын біліксіз пайдаланудан тұрады.

Бөлме жайларының қажетті микроклиматын ұстап тұру мақсатында ұйымдастырылған ауа алмасуды қамтамасыз ету маңызды мәнге ие, яғни үй-жай бойынша сору және сору ауасының таралуының қажетті арақатынасы мен біркелкілігі құрылғысы.

Мал шаруашылығындағы өндірістік еңбек гигиенасының міндеті технологиялық жабдықтар мен жануарларға қызмет көрсететін адам үшін де, малдардың өздері үшін де қолайлы жағдайларды қамтамасыз ететін микроклиматты құру мәселелерін қамтиды. Мал шаруашылығы үй-

жайларындағы қолайсыз микроклимат қызметкерлердің еңбек өнімділігіне әсер етеді және мал өнімділігінің айтарлықтай төмендеуін тудырады.

Мал шаруашылығы үй-жайларындағы желдеткіш:

1. Температуралы-ылғалды режимді және ауаның химиялық құрамын белгіленген нормаларға сәйкес ұстап тұру.

2. Жылдың әр түрлі кезеңдерінде жануарлардың тірі салмағының бірлігіне қажетті ауа алмасуды қамтамасыз ету.

3. Ішкі бетінде бу конденсациясының алдын алу.

4. Бөлменің ішінде ауаның біркелкі таралуы және айналымы.

5. Қызмет көрсетуші персоналдың жұмысы мен жануарларды ұстау үшін қалыпты жағдай жасау.

### 5.3.1 CO<sub>2</sub> бойынша ауа алмасуды анықтау

Жылдың суық кезеңінде CO<sub>2</sub> бойынша ауа алмасу мына формула бойынша анықталады:

$$L_{CO} = C \cdot n / c_1 - c_2, \quad (5.1)$$

онда  $C$  – бір жануарға л / сағ бөлінетін CO<sub>2</sub> саны;  $C=171$  л/ч;

$n$  – үй-жайдағы жануарлар саны;

$c_1$  – үй-жайда CO<sub>2</sub> рұқсат етілген шекті ұстау;  $c_1=2,5$  л/м<sup>3</sup> (мұнда және одан әрі осы әдебиетті қараңыз: И.Ф. Храбустовский и др. Практикум по зоогигиене. М. Колос 1984);

$c_2$  – сыртқы ауада CO<sub>2</sub> концентрациясы (0,3-ке тең аламыз).

5.1 формуласына қоямыз:

$$L_{CO} = \frac{171 \cdot 100}{2,5 - 0,3} = 7772,73 \text{ м}^3/\text{час}$$

### 5.3.2 Ылғал бөлу бойынша ауа алмасуды анықтау

Жылдың суық кезеңінде ылғал бөлу бойынша ауа алмасу мына формула бойынша анықталады:

$$L_{H_2O} = W / (d_b - d_n) \cdot \rho \quad (5.2)$$

онда  $W$  – жануарларға арналған үй-жайдағы жиынтық ылғал бөлу;

$d_b$  – ішкі ауаның ылғалдылығы: 4,2 г/м (t = 3<sup>0</sup>С кезінде);

$d_n$  – сыртқы ауаның ылғалдылығы: 0,4 г/м (t = -27<sup>0</sup>С кезінде);

$\rho$  – белгілі бір температурада ауа тығыздығы.

$$L_{H_2O} = 86130 / (4,2 - 0,4) \cdot 7,6 = 2982,3 \text{ м}^3/\text{час}$$

Жануарларға арналған үй-жайдағы жиынтық ылғал бөлу мынадай формула бойынша анықталады:

$$W = W_{\text{ж}} + W_{\text{исп}}, \quad (5.3)$$

онда  $W_{\text{ж}}$  - жануарлармен ылғал бөлу;

$W_{\text{исп}}$  – үй-жайдың дымқыл бетінен буланатын ылғал.

$$W = 68904 + 17226 = 86130 \text{ г/м}^3$$

Буланған ылғал мынадай формула бойынша есептеледі:

$$W_{\text{исп}} = \zeta \cdot W_{\text{ж}}, \quad (5.4)$$

онда  $\zeta$  – есептік коэффициент = 0,25.

$$W_{\text{исп}} = 0,25 \cdot 68904 = 17226 \text{ г/м}^3$$

Жануарлардың ылғал бөлінуі мынадай формула бойынша анықталады:

$$W_{\text{ж}} = W_0 \cdot k_t \cdot n_{\text{жив}}, \quad (5.5)$$

онда  $W_0$  – бір жануарға су буларын бөлу;  $W_0 = 594 \text{ г/м}^3$ ,

$k_t$  – үй-жай ішіндегі ауа температурасына байланысты су буларын бөлу санының өзгеруін ескеретін коэффициент.  $k_t = 1.16$ .

$$W_{\text{ж}} = 594 \cdot 1,16 \cdot 100 = 68904 \text{ г/м}^3$$

Ауа тығыздығы мына формула бойынша есептеледі:

$$\rho_v = \frac{346}{275 \cdot T_n} + \frac{p_a}{99,3}, \quad (5.6)$$

онда  $T_n$  – сыртқы ауа температурасы;

$p_a$  – барометрлік ауа қысымы.

$$\rho_v = \frac{346}{275 \cdot (-27)} + \frac{760}{99,3} = 7,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

### 5.3.3 Ауа алмасу жиілігін анықтау

Бұдан әрі формула бойынша ауа алмасу еселігін есептейміз:

$$K = \frac{L_{max}}{V_k}, \quad (5.7)$$

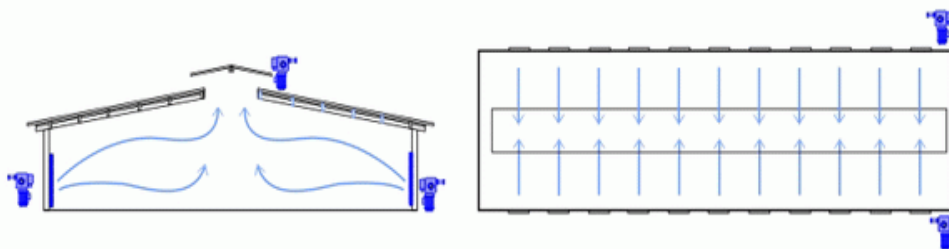
онда  $V_k$  – сиырдың көлемі.

Сиырға байланысты желдету түрін таңдаймыз:

- $K < 3$  кезінде - табиғи сору-сору вентиляциясы қолданылады;
- $K$  3-тен 5-ке дейін берілетін ауаны жылытусыз мәжбүрлі-ағынды желдету қолданылады;
- $K > 5$  кезінде берілетін ауаны жылытумен мәжбүрлі желдету қолданылады. (см. Н.С. Калюжный и др. Зоогигиена. М. Лань, 2008).

$$K_{H2O} = \frac{7772,3}{1242} = 6,94.$$

Біздің фермада берілетін ауаны жылытумен мәжбүрлі желдету қолданылады. Ол үшін тік бриздер, туннель және конькилік сору желдеткіштері және түрлі енгізу/шығару клапандары қолданылады. Мұның бәрі жақсы ауа алмасу және жануарларды салқындату үшін қызмет етеді.



5.2 сурет - Қақпақты желдету

Қақпақты желдету-жел күшін пайдаланатын желдеткіштің энергия үнемдейтін түрі. Желдету екі жағынан орналасқан сору клапандарының және желдеткіштерді пайдаланбай шатырлы конькидің есебінен жүзеге асырылады (5.2 сурет).

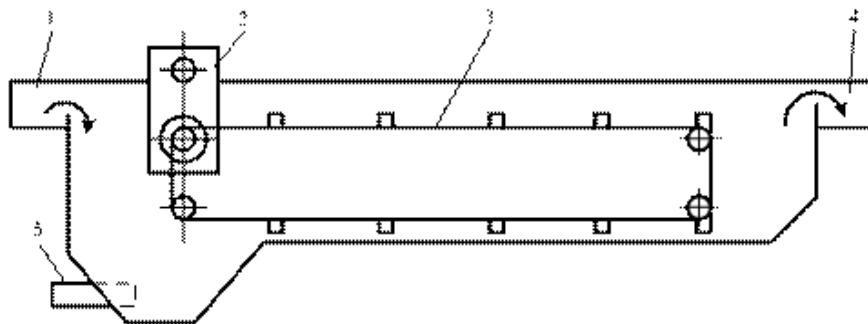
#### 5.4 Сүт фермасының сарқынды суларын тазалауға арналған тұндырғышты есептеу

Тұндырғыш Ағынды суларды механикалық тазартудың негізгі құрылысы болып табылады. Тұндырғыштар ерімеген ластануды ұстау үшін қолданылады.

Көлденең тұндырғыш тұрмыстық және оларға жақын өндірістік ағынды суларды тазарту үшін қолданылады. Ол тазалау және жөндеу мүмкіндігі үшін бірнеше бөлікке (екіден кем емес) қалқамен бөлінген, жоспардағы тікбұрышты темір-бетон резервуары болып табылады. Дәліздің ені – 3-6 м, тұндырғыштың тереңдігі 1,5 – 4 м шегінде ауытқиды, тұндырғыштың ұзындығы оның тереңдігінен 8 – 12 есе артық болуы тиіс.



Тұндырғышта сұйықтың қозғалыс жылдамдығының күрт төмендеуі есебінен өлшенген бөлшектердің гравитациялық шөгуі жүреді. Көлденең Тұндырғышта су қозғалысының ең жоғары жылдамдығы 0,7 мм / с құрайды. Осы уақыт ішінде өлшенген заттардың негізгі массасы тұнбаға түседі. Көлденең Тұндырғышта тазарту тиімділігі 50-60% жетеді.



5.3 сурет - Көлденең тұндырғыш

1-су бұру науасы, 2-қырғыш механизмнің жетегі,  
3-қырғыш механизм, 4-су бұру науасы, 5-шөгінді бұру

Ағынды суларды тазарту процесінің айналмалы жинау және тарату құрылғысы бар горизонтальды төсеніште негізгі параметрлерін анықтаңыз:  $T_{ip}=1$

Ағынды суларды тұтыну,  $m^3/сағ - Q=20m^3/сағ$

Суспензия агломерациясын ескеретін коэффициент -  $n=0.2$

Зертханалық қондырғының биіктігі, м  $h= 0,5$

Ағынды сулардың температурасы, град. Цельсия -  $T_{st} = 40$

Аппараттың биіктігі, м -  $H = 0.5$

Тұндырғыш резервуарларға арналған қабылдау диаметрі, радиалды, тік, айналмалы құрылғымен, м -  $d = 0.25$

Аппараттың ені (горизонтальды зон үшін  $2-5 * H$ ), м -  $B = 2$  м.

Көлденең шөгу үшін көлемді пайдалану коэффициенті -  $K_M=0,85$ .

Аспалы қатты заттардың бастапқы концентрациясы, мг/л -  $C_n = 250$ .

Аспалы қатты заттардың соңғы концентрациясы,  $г/м^3 - C_k = 100$ .

Ылғалдылық пайда болды,  $P_{os}= 60\%$  .

Түзілген тұнба тығыздығы,  $г/см^3 - \rho_{os} = 1.2$ .

Қалыпты жағдайда ағынды сулардың тұтқырлығы,  $\mu_{nu}= 0.55 \times 10^{-3} Па \cdot с$ .

Ағынды сулардың тұтқырлығы 40 град. Цельсия,  $\mu_{40} = 10^{-3} Па \cdot с$ .

Ағынды суларды тазартылған қатты заттардан тазарту дәрежесін есептейміз, %:

$$\eta := \frac{(C_n - C_k)}{C_n} \cdot 100$$

$$\eta = (250 - 100) / 250 \times 100 = 60\%$$

Ағынды сулардың тұндыру уақытын 0,5 м деңгейінде есептейміз: тазарту дәрежесі мен сарқынды сулардағы тоқтатылған қатты заттардың бастапқы концентрациясы, сек.:

Эксперименттік уақыт матрицасын енгіземіз, сек

$$\text{Totst} := \begin{bmatrix} 600 & 570 & 540 & 510 & 480 \\ 960 & 930 & 900 & 870 & 840 \\ 1440 & 1320 & 1200 & 1140 & 1080 \\ 2160 & 1980 & 1800 & 1650 & 1500 \\ 7200 & 5400 & 3600 & 3150 & 2700 \end{bmatrix}$$

Біз тазарту дәрежесінің матрицаларын (%) және бастапқы концентрацияны енгіземіз мг/л

$$X_\eta := \begin{bmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \\ 50 \\ 60 \end{bmatrix} \quad Y_{C_n} := \begin{bmatrix} 200 \\ 250 \\ 300 \\ 350 \\ 400 \end{bmatrix}$$

Біз эксперименттік шамаларды кубтық сызықпен жуықтаймыз:

$$\begin{aligned} M_{xy} &:= \text{augment}(\text{sort}(X_\eta), \text{sort}(Y_{C_n})) \\ S &:= \text{cspline}(M_{xy}, \text{Totst}) \\ \text{Ostaiwanie}(x, y) &:= \text{interp}\left[S, M_{xy}, \text{Totst}, \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}\right] \end{aligned}$$

Салқындату уақытын есептейміз, сек:

$$\begin{aligned} \text{Ostaiwanie}(\eta, C_n) &= 1.8 \cdot 10^3 \text{ сек} \\ t &:= \text{Ostaiwanie}(\eta, C_n) \end{aligned}$$

Біз қалыпты жағдайда гидравликалық ақырлығын есептейміз, мм/с

$$U_0 := 1000 \cdot H \cdot \frac{K_m}{t \cdot \left( K_m \cdot \frac{H}{h} \right)^n}$$

$$U_0 = 1000 \times 0.5 \times 0.85 / 1.8 \times 10^3 (0.85 \times 0.5 / 0.5)^{0.2} = 0.26 \text{ мм/с}$$

Гидравликалық беттің мәнін 40 градус Цельсий есептейміз, мм/с

$$U_{040} := U_0 \cdot \frac{\mu_{40}}{\mu} U_{040} = 0.26 \times 0.55 \times 10^3 / 10^3 = 0.143 \text{ мм/с}$$

Біз құрылғының сипаттамаларын есептейміз (ұзындығы  $T_{ip}=1$  немесе диаметрі  $T_{ip}=2-5$ ), м

Apparat :=	$\frac{Q}{3.6 \cdot K_m \cdot B \cdot U_0}$ if $T_{ip} = 1$
	$\left( \frac{Q}{2.8 \cdot K_m \cdot U_0} \right) + d$ if $T_{ip} = 2$
	$\left( \frac{Q}{2.8 \cdot K_m \cdot U_0} \right) + d$ if $T_{ip} = 3$
	$\left( \frac{Q}{2.8 \cdot K_m \cdot U_0} \right) + d$ if $T_{ip} = 4$
	$\sqrt{\frac{Q}{1.41 \cdot K_m \cdot U_0}}$ if $T_{ip} = 5$

$$LorD := \text{Apparat}$$

$$LorD = 26,87$$

Тұнба кезінде бөлінетін шөгінді мөлшерін есептеңіз., м<sup>3</sup>/час

$$Q_{os} := \frac{Q \cdot (C_n - C_k)}{(100 - P_{os}) \cdot \rho_{os} \cdot 10^4}$$

$$Q_{os} = 20 \times (250 - 100) / (100 - 60) \times 1.2 \times 10^4 = 0.06 \text{ м}^3/\text{час}$$

8 сағат жұмыс жасағаннан кейін тұнба түсіп кеткен жағдайда, қабылдағыштың көлемін шламды жинауға арналған көлемде есептейміз, м<sup>3</sup>

$$V_{pr} = 0.06 \times 8 = 0.48 \text{ м}^3$$

*Қорытынды:* Дипломдық жұмысым сүт фермасының желдеткіш қондырғысының электр жетегін жетілдіру жіктеп қарастырдым. Бұл жерде апаттық жағдайлар кезінде қорғаныс, өрт қауіпсіздігі бойынша шаралар және өрт категориялары оған пайдаланылатын өрт құралдарын қарстырдым. Сүт фермасындағы ауа ылғалдылығын, мал қоралардын микроклиматын: температуралы-ылғалды режимді және ауаның химиялық құрамын белгіленген нормаларға сәйкес ұстап тұру, жылдың әр түрлі кезеңдерінде жануарлардың тірі салмағының бірлігіне қажетті ауа алмасуды қамтамасыз ету, ішкі бетінде бу конденсациясының алдын алу, бөлменің ішінде ауаның біркелкі таралуы және айналымы, қызмет көрсетуші персоналдың жұмысы мен жануарларды ұстау үшін қалыпты жағдай жасау керек екенің қарастырдым. Сондай-ақ сүт фермасындағы сарқынды суларын тазалауға арналған тұндырғышты есептедім.

## 6. Экономикалық бөлім

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) монтаждауға 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 Желдеткіш параметрлеріне байланысты құны

Атауы	Параметрлері	Баға, тг
Қозғалтқыш түрі	АҚ	85000
Қуат, кВт	11	-
ПӘК,	0,8	-
Айналу жиілігі, айн/мин	1000	-
Түрлендіргіш қуаты, кВт	11	350000
Түрлендіргіш ПӘК	0,97	-
Іске қосу құрылғылары	32 А	105500
Барлық қондырғы саны: 540500 тг		

Көліктік шығындар қондырғы бағасынан 7,5%, құрайды :

$$K_T = K_{\text{қонд}} \cdot 0,075 = 540500 \cdot 0,075 = 40500 \text{ тг} \quad (6.1)$$

*Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар:*

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

$$K_{\text{мон}} = K_{\text{қонд}} \cdot 0,25 = 540500 \cdot 0,25 = 135125 \text{ тг} \quad (6.2)$$

Автоматтандыру жүйесін өндіруге және енгізуге кететін толық капиталды шығындар:

$$K_{\text{енг}} = K_{\text{қонд}} + K_{\text{т}} + K_{\text{мон}} = 540500 + 40500 + 135125 = 716714 \text{ тг}$$

### 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.

### 1.2 Амортизациялық төлемдер :

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

мұнда, K- капитал шығындар;

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

$$A_{\text{жыл}} = \frac{540500 \cdot 15}{100} = 81075 \text{ тг} \quad (6.3)$$

1.3 Ағымды жөндеу жұмыстары және эксплуатациялауға кететін шығындар

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

мұнда, H<sub>ж</sub>-эксплуатациялау мен ағымды жөндеу жұмыстарының шығындарын төлеу нормасы;

H<sub>ж</sub>-қондырғы бағасының 7%-тін құрайды (H<sub>р</sub>=7%).

$$K_{\text{ажж}} = \frac{540500 \cdot 7}{100} = 37835 \text{ тг} \quad (6.4)$$

### 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 инжегене (КИПиА инженері).

Бір жұмыскердің болжамдық уақыт тепе-теңдігін есептеу 6.3 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 $(T_t/T_n) \cdot 100$	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	90000	1
Эксплуатациялаушы инженері	85000	2

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

1.5 Инженер-техник жұмыскерлердің жылдық еңбек ақы қорын есептеу: Инженер-электронщиктің жалақысы 90000 тенге. Жылдық жалақы (он екі ай):

$$Ж = \text{төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг};$$

$$Ж = 90000 \cdot 12 = 1080000 \text{ тг.}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_3 = \frac{Ж \cdot \mathcal{E}}{100 \%}, \text{ тг}$$

мұндағы:  $\mathcal{E}$  – Зиянды қауіп-қатерге төлемнің проценті - 15%.

$$Ж_3 = \frac{1080000 \cdot 15}{100} = 162000 \text{ тг(6.5)}$$

$$\text{Барлығы } Ж_6 = Ж_3 + Ж, \text{ тг}$$

$$Ж_6 = 162000 + 1080000 = 1242000 \text{ тг} \quad (6.6)$$

Эксплуатациялаушы инженердің жалақысы 85000 тенге. Жылдық жалақысы формуласымен анықталады:

$$Ж = \text{төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг};$$

$$Ж = 85000 \cdot 12 = 1020000 \text{ тг}.$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_3 = \frac{Ж \cdot Э}{100 \%}, \text{ тг}$$

$$Ж_3 = \frac{1020000 \cdot 15}{100} = 153000 \text{ тг} \quad (6.7)$$

Барлығы 2 инженер болғандықтан:

$$Ж_6 = 2 \cdot (Ж_3 + Ж), \text{ тг}$$

$$Ж_6 = 2 \cdot (153000 + 1020000) = 2346000 \text{ тг} \quad (6.8)$$

Жұмыскерлердің жалпы еңбек ақы төлеу қоры:

$$ЕТҚ_{жалп} = 1242000 + 2346000 = 3588000 \text{ тг}$$

$$Т_{з.к} = \frac{3588000 \cdot 10}{100} = 358800 \text{ тг} \quad (6.9)$$

$$Т_{э.с} = \frac{(3588000 - 358800) \cdot 9,5}{100} = 306774 \text{ тг} \quad (6.10)$$

## 6.1 Электр энергиясының шығындары

Электроэнергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m,$$

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;

$$P_{эл} = 11 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 180 = 13464 \text{ кВт/сағ} \quad (6.11)$$



Электр энергиясының құны  $\Pi_{эл} = 17,8$  тг/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$\Pi_{эл.э} = P_{эл} \cdot 17,8 = 13464 \cdot 17,8 = 239659,2 \text{ тг} \quad (6.12)$$

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

$$\Pi_{эл.э2} = \frac{239659,2 \cdot 50}{100} = 119829,6 \text{ тг} \quad (6.13)$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$\text{ЭШ} = ETK_{жалп} + T_{з.қ} + T_{э.с} + \Pi_{эл.э} + K_{ажж}$$

$$\text{ЭШ} = 3588000 + 358800 + 306774 + 239659,2 + 37835 = 4531068,2 \text{ тг.}$$

## 6.2 Экономикалық тиімділік

Жиілік түрлендіргіш қондырғысын орнатудан түсетін экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін
  - $\cos\phi$  дің 0.9-0.95-ке дейін ұлғаюы
  - ПӘК-і 85%-дейін ұлғаюы
  - қозғалтқыштың механикалық бөліктерінің жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы
  - бірнеше электржетектерді бірлесіп басқарылуы
- Экономикалық тиімділік келесі формуламен есептеледі:

$$\text{Э}_{ж} = (\Pi_{эл.э} - \Pi_{эл.э2}) + E_n \cdot K_{доп}$$

мұнда  $E_n = 0.32$ ;

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

$K_{мон2}$ -екінші комплектіні монтаж жасауға кететін шығын.

$$K_{мон2} = K_{мон}; K_{мон2} = 135125 \text{ тенге}$$

$$\text{Э}_{экон} = \Pi_{эл.э} - \Pi_{эл.э2}$$

$$\text{Э}_{экон} = 239659,2 - 119829,6 = 119829,6 \text{ тг} \quad (6.13)$$

$$\mathcal{E} = 119829,6 + 540500 + 135125 = 795454,6 \text{ тг} \quad (6.14)$$

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 795454,6 - 0,32 \cdot 716714 = 566106,12 \text{ тг} \quad (6.15)$$

Өтемділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

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

$$T_{\text{от}} = \frac{716714}{566106,12} = 1,2 \text{ жыл} \quad (6.16)$$

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

## Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста мен сүт фермасының желдеткіш қондырғысының электр жетегін жетілдіруін қарастырдым. Сүт фермасындағы мал шаруашылығы ғимараттарының микроклиматы сәйкес вентеляторлық қондырғысына байланысты электр қозғалтқыш тандалды желдеткіштің типін таңдап, оның жетегінің қуатын есептеп және оған электрқозғалтқыш таңдап, желдеткіштің реттелетін электр жетегінің функционалдық сұлбасын құрастырылды. Электрқозғалтқыштың есептік параметрлерін анықтап және оның Г-тәріздес орынбасу сұлбасының параметрлерін есептелінді.

Жобада автоматтандырылған электржетектің күштік сұлбасы жобаланып, жиіліктік түрлендіргішті таңдалды және оның элементтерінің параметрлері анықталды. Желдеткіш қондырғының құрылымдық сұлбасы құрастырылды. Асинхронды қозғалтқыш пен жиіліктік түрлендіргіштің математикалық моделдері қарастырылып, олардың параметрлері есептелді. Электр қозғалтқыштың табиғи сипаттамаларын анықтадым MATLAB бағдарламасы арқылы моделдеп жылдамдық пен моменттің өтпелі процесс графиктері алынды.

Сүт фермасындағы ауа ылғалдылығын, мал қораларында микроклиматын: температуралы-ылғалды режимді және ауаның химиялық құрамын белгіленген нормаларға сәйкес ұстап тұру, жылдың әр түрлі кезеңдерінде жануарлардың тірі салмағының бірлігіне қажетті ауа алмасуды қамтамасыз ету, ішкі бетінде бу конденсациясының алдын алу, бөлменің ішінде ауаның біркелкі таралуы және айналымы, қызмет көрсетуші персоналдың жұмысы мен жануарларды ұстау үшін қалыпты жағдай жасау керек екенін қарастырдым.

Экономикалық есептеу нәтижелерін талдау реттелмейтін электр жетектің кемшілігі электр энергиясының көп көлемін тұтынатын көрсетті. Капиталды салымдарды және экономикалық шығындарды салыстыру жиілікті құрылғысы бар электр жетегі экономикалық тиімді екендігін көрсетті.

## Әдебиеттер тізімі

1. Гольдберг О.Д. Проектирование электрических машин/О.Д. Гольдберг, Я.С. Гурин, И.С. Свириденко. – М.: Высшая школа, 2001. – 430 с.
2. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Academia 2004. – 202 с
3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Academia, 2006. – 265 с.
4. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.: ил
5. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. – М.: Издательство физико-математической литературы. 2003. – 272 с.
6. Шлипченко З.С., Насосы, компрессоры и вентиляторы. -К.: Техніка, 1976. - 368 с.
7. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с., ил.
8. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – Москва, Academia 2004. – 202 с.
9. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. – 3-е перераб. изд. – М.: Энергоиздат, 1982. – 216 с., ил.
10. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – Москва, Academia 2006. – 265 с.
11. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. – М.: Энергоиздат, 1982.- 504 с.