

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

~~Өндірістік қондырғылардың электр желісі және автоматтандыру~~
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

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

« _____ » 20__ ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: НЭС түрін сарайының автоматтандырылған электр желісі

55041200 Электрэнергетика мамандығы бойынша

Орындаған Берішбай Залым Бақыржанұлы ЭАТК-12-2
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Кудзьмин Ю.В. ата оқытушы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

к.э.н. профессор Шакунов А.А.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 03 » 06 2016 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ата оқытушы Байзакова С.М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 31 » 05 2016 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

ата оқытушы Бестерехова А.Н.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 03 » 06 2016 ж.
(колы)

Пікір жазушы:

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 07 » 06 2016 ж.
(колы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Электр энергетика факультеті
55071800 - электр энергетика мамандығы
Әкісіздік кырыларының электр жетелі және автоматика кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Берішбай Аалым Бадыржанұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы НЭС түрін сарғысында автоматтандырылған электр жетелі
ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

1. Қозғалтқыш қуаты 55 кВт
2. Кернеу 380 В
3. Жілілік 50 Гц
4. Айналудың номинал жиілігі 3000 айн/мин
5. Номинал режимдегі П.Ә.К. 0,9 ш.Ә.

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

1. Қосалқыштың қуатының максимал және минимумдағы тиімді жұмыс сарғысында ЖТ жетелінің құрамын есептеу
2. Жобаның жұмыс жасау режимінде таңдалған қозғалтқыштың қуаты бойынша тексеру
3. Берілген электр жетелінің математикалық және виртуалды үйлесім мұрағаты
4. НЭС-дің қалыптасуы және зиянды факторларды таңдау

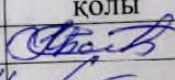

Сызба материалдарынын (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Бу мұрбиналық электр станциясының техно-
логиялық сызбасы
2. НДЭ апаратының конденс қыласы
3. ДКВР сериясындағы қазанның құрылымының сыз-
басы
4. Р-12 түрін сарайлық құрылымы
5. Түрін сарайның аэродинамикалық сынамалы-
қтары
6. АВ М2АА 250 М сериясының қозғалтқышы
7. Delta VFD-B жиілік түрлендіргіші
8. Жиілік түрлендіргіштің қозғалтқышқа қосылу сызбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие
системы электропривода центробежных агрегатов. -
Алматы, 2005. - 248 с.
2. Кашинущкин М.П. Вентиляторные установки, М.:
"Высшая школа", 1962, 294 с.
3. Поляков В.В., Скворцов А.С. Насосы и вентиляторы. -
М.: Строй издат, 1990;
4. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. -
М.: Высшая школа, 1991 - 430 с.
5. Энергосберегающие технические решения в электро-
приводах. Коллектив авторов. - Под ред. Н.Ф. Икинского. М.: МЭИ

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кенесшілер

| бөлімшелер | кенесші | мерзімі | КОЛЫ |
|------------------|----------------|------------------|---|
| ТӘҚ Ж ҚОҚ | Байденкова С И | 31.05.16 |  |
| Экономико бөлімі | Мамунов Р И | 02.08 - 03.06/16 |  |
| Негізгі бөлім | Тудыкеев Т О Б | 04.06.16 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

| № р/с | Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі | Жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
|-------|--|----------------------------|---------|
| 1 | Кіріспе. Бүгүнгі таңдағы энергетикалық жүйелердің дамуының технологиялық процесін талдау | 20.03.2016 | |
| 2 | Электр қозғалтқыштың құрамын есептеу және оны талдау | 1.04.2016 | |
| 3 | Асинхронды қозғалтқыштың орындау сұлбасы параметрлерін есептеу | 05.04.2016 | |
| 4 | Қызу байланыс қозғалтқыштың тексеру | 17.04.2016 | |
| 5 | НТ-АК - түрлі сарайының жылдамдық байланыс кері байланыс жүйесінің құрылымындағы сұлбасы | 27.04.2016 | |
| 6 | Электр жетектің виртуалды үлгісі және оның процесстердің қисықтары | 10.05.2016 | |
| 7 | Өміртіршілік қажетсіздігі | 31.05.2016 | |
| 8 | Экономикалық бөлім | 05.06.2016 | |
| 9 | Қорытынды | 04.06.2016 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20__ ж.

Кафедра меңгерушісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

(колы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

(колы)

(аты-жөні)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста қазіргі заманғы жиілік түрлендіргішінің негізінде құрылған, тәулік ішінде жүктеме өзгерісі кезінде газдарды шығару жылдамдығын реттеуге мүмкіндік беретін қазандықтың түтін сорғышының электр жетегін жетілдіру қарастырылған. Жетілдіру реттелмейтін электр жетегін жиілігі реттелетін энергия үнемдегіш электр жетегіне ауыстыруға негізделген. Дипломдық жұмыста су жылытқыш қазандық, түтін сорғыш және оның электр жетегі секілді қондырғылардың негізгі жұмыс істеу принципі, жұмыс режимдері, құрылысы және т.б. сипатталады.

Негізгі бөлімде электр жетегіне қойылатын талаптарды ескере отырып және оның параметрлеріне есептеулер жүргізіле отырып ABB M2AA 250M типті қозғалтқыш пен Delta VFD-B типті жиілік түрлендіргіші таңдалынды. MATLAB 6.5 бағдарламасы негізінде қарастырылып отырылған ЖТ-АҚ жүйесінің виртуальді моделі құрастырылып, онда өтетін жүктеменің жүктеу және лықсу режимдеріндегі өтпелі процесстердің қисықтары алынды.

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде түтін сорғыш ғимаратында қызмет ететін мамандардың еңбек шарттарының анализі қарастырылды және түтінсорғыш орналасатын орындағы жасанды жарықтандырудың есептеулерін пайдалану коэффициенті және меншікті қуат коэффициенті әдістері бойынша есептелінді.

Экономикалық бөлімде электр жетегінің жетілдіру жобасының капиталдық салымдарының, экономикалық тиімділігінің және өтелімдік уақытының есептеулері жүргізілді.

Аннотация

В данной дипломной работе рассматривается модернизация электропривода дымососа котельной, построенного на основе современного частотного преобразователя, который позволит регулировать скорость оттока газов при изменении нагрузки в течение суток. Модернизация заключается в замене нерегулируемого привода на частотно – регулируемый энергосберегающий электропривод.

В дипломной работе описываются основные принципы работы, режимы работы, конструкция и т.д. устройств как водогрейный котел, дымосос и электропривод дымососа.

В основной части работы учитывая требования к электроприводу и вычисляя расчеты параметров электропривода дымососа, был выбран электродвигатель типа АВВ М2АА 250 М и преобразователь частоты типа Delta VFD-B. В программе MATLAB 6.5 была построена виртуальная модель данной системы преобразователь чистоты - асинхронный двигатель и получены кривые переходных процессов данной системы в режимах наброса и сброса нагрузки.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрен анализ условий труда персонала, обслуживающего электропривод в помещении дымососа и вычислены расчеты искусственного освещения помещения, в которой расположен дымосос, методом коэффициента использования и методом удельной мощности.

В экономической части произведены расчеты капиталовложений, экономическая выгода и срок окупаемости данного проекта по модернизации электропривода.

Annotation

In this degree work a modernization of the electric drive of an exhauster boiler was considered. These aggregate is based on the modern frequency-converter, which allows to regulate the current of the outflow of gases by the changing a load during twenty-four hours. The modernization is in a replacement of an unregulated drive on an energy-saving frequency-regulated electric drive.

Basic principles of the work of aggregates as a water-heating boiler, an exhauster and the drive of the exhauster were described.

In the main part of the project the calculation of parameters of the exhauster's electric drive was made, the induction motor brand of ABB M2 AA250 and the frequency converter of Delta VFD-B were chosen. The transient characteristics of the frequency converter – induction motor system were considered. And dynamical characteristics of the system's model were considered as well. The system's model was assembled by Matlab program. With these program the curves of the transient characteristics by subsequent pounce and reset modes for a smooth start of the motor were received.

In the life safety section the working conditions of staff which serves the electric drive in the exhauster room were analyzed. The calculation of the lightning was made by the method of a utilization factor and the method of a power density.

In the economic part the calculation of an investment for the modernization, an economic benefit and a payback period was made.

Мазмұны

| | | |
|-------|--|----|
| | Кіріспе | 10 |
| 1 | Бу турбиналық жылулық электр станцияның технологиялық процессін талдау және жобалауға міндеттің қойылуы | 11 |
| 1.1 | Жылу электр станцияның технологиялық сұлбасы | 11 |
| 1.2 | ДКВР20-13ГМ модернизацияланған су жылытқыш қазандықтың техникалық сипаттамасы, құрылғысы және жұмыс істеу принципі | 14 |
| 1.3 | Д-12 түтін тартқыштың тағайындалуы, құрылғысы және техникалық сипаттамалары | 17 |
| 1.4 | Қазандықта түтін сорғы электр жетегін өндіруге техникалық тапсырмалар | 20 |
| 2 | Электр қозғалтқышы қуатын есептеу және оны таңдау | 21 |
| 2.1 | Желдеткіш агрегатты таңдауды дәлелдеу | 21 |
| 2.2 | Түтін сорғы электр қозғалтқышы қуатын есептеу | 22 |
| 2.3 | Асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы параметрлерін есептеу | 24 |
| 2.4 | Жиіліктік реттеудегі түтін сорғы электрқозғалтқышының параметрлерін есептеу | 30 |
| 2.5 | Қыздыру бойынша қозғалтқышты тексеру | 32 |
| 2.6 | Жиілікті түрлендіргішті таңдау және ЖТ базасындағы басқару жүйесінің қызмет көрсету принципі | 36 |
| 2.7 | ЖТ базасында басқару жүйесінің қызмет көрсету принципі | 39 |
| 3 | Электр қозғалтқыш-механизм статикалық және өтпелі процесстердің есептелулері | 42 |
| 3.1 | ЖТ-АҚ- түтін сорғының жылдамдық бойынша кері байланыс жүйесінің құрылымдық сұлбасы | 42 |
| 3.2 | Құрылымдық сұлба коэффициенттерін есептеу | 46 |
| 3.3 | Құрылымдық сұлбаны салыстырмалы бірліктерде есептеу | 48 |
| 3.4 | Электржетегінің статикалық және динамикалық қасиеттерінің анализі | 51 |
| 3.5 | Түтін тартқыш электр жетегін монтаждау және жөндеу | 52 |
| 3.6 | Электр жетектің виртуалды үлгісі және өтпелі процесстердің қисықтары | 55 |
| 4 | Өміртіршілік қауіпсіздігі | 57 |
| 4.1 | Еңбек шартын талдау | 57 |
| 4.2 | Есептік бөлім | 61 |
| 4.2.1 | Түтін тартқыш ғимаратының пайдалану коэффициенті әдісі арқылы жасанды жарықтандыру есептеуі | 61 |
| 4.2.2 | Түтін тартқыш ғимаратын меншікті қуат бойынша жасанды жарықтандыруын есептеу | 64 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5 | Экономикалық бөлім | 66 |
| 5.1 | ЖЭС қазандық түтін тартқыштың электр жетегін модернизациялау тиімділігі | 66 |
| 5.2 | Жиілікті-реттеуші түтін тартқыш желдеткіші электр жетегін кіргізуден отынның тиімдеуін есептеу | 66 |
| 5.3 | Д-12 түтін сорғысының электр жетегін жетілдіруге қаржы салымдарын есептеу | 70 |
| 5.4 | Жиілікті – реттеуші электр жетегін кіргізу шарасы бойынша өтелу мерзімін есептеу | 71 |
| | Қорытынды | 73 |
| | Әдебиеттер тізімі | 74 |

Кіріспе

Қазіргі кезде Қазақстанда әлсіз технологиялық даму және біздің экономикамыздың шикізаттық бағытының, электроэнергетикалық саланың негізгі өндірістік қорларының моральдық және физикалық тозуының салдарынан болатын электрлік энергияны өндіру мөлшеріне қарағанда электрді тұтынудың жоғарылауы байқалады. Нәтижесінде энергияны үнемдеудің орнына энергия ресурстарының шығыны көтерілуде. Дегенмен, барлық жылу электр станцияларының (газ және көмір) түрлерінің техникамен қайта қаруландыруы сәйкесінше түрдің жаңа электр станциялардың қамтылуына қарағанда экономикалық түрде тиімді.

Жылу электр станцияларында энергияның өзіндік бағасы 60-70% отынға деген шығынға кетеді. Электр энергияны өндіруге кететін отынның пайдалануы, сонымен қатар бу және өнеркәсіптік өндірісті, тұрғын үйлерді және мәдени-тұрмыс тағайындамалық нысандарды ыстық сумен қамту елдің жылулық балансында қомақты үлесін құрайды. ЖЭС отынның меншікті шығынын азайтудың негізі болып, бу қысымын көтеру және оның температурасын, сонымен қатар бу қондырғыларының автоматизациясын жетілдіру болып табылады. Осымен байланысты, қазіргі заманғы қазандықты құру қуатты сандық көтеру жолымен ғана емес және оның сапалық жетілдіруімен жүреді.

Жоғарыдағы тұжырымдамаларға сай, будың температурасы және қысымы өзгергендегі пайдаланылған газдың қайтуын қамтамасыз ететін түтін тартқыштың электр жетегіне талаптар жоғарылайды.

Түтін тартқыштар қазандық қондырғыдан алынатын жану өнімдерінен жұмыс жасайды. Сондықтан, шығатын газдар ауадан кәдімгідей жылы және оның массалық және молярлық шығыны жоғары, түтін тартқыштар жетекке электр энергияның үлкен шығынын қажет етеді. Сол себепті, электр жетектің жетілдіруі талап етіледі, ол реттелмейтін асинхронды жетекті энергияны үнемдеуші жиілікті-реттелетін электр жетегіне ауыстыру болып табылады.

Бұл ауыстыру келесідей мәселелерді шешеді:

- 1) Электр энергия шығынын төмендету;
- 2) Пайдалану шығынын төмендету;
- 3) Түтін тартқышта және электр жетегінде динамикалық және екпінді құбылыссыз өтпелі процесстердің бір қалыпты өтуін қамтамасыз ету;
- 4) Түтін тартқыштың (ПЭК көтеру) өнімділігін жоғарылату.

Қазіргі кезде қазандық агрегаттарын басқару әдістері шығарылған, оның жүзеге асуы тек микропроцессорлық құрылғы базасында мүмкін болады.

Бұл жұмыстың мақсаты қазандық түтін тартқыштың электр жетегін өңдеу, ол тәулік ішінде жүктемің өзгеруінде газдың шығу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы жиіліктік түрлендіргіш базасында болуы керек.

1. Бу турбиналық жылулық электр станцияның технологиялық процессін талдау және жобалауға міндеттің қойылуы

1.1 Жылу электр станцияның технологиялық сұлбасы

Жылу электр станциясы (ЖЭС) – электрлік энергияны, отынның жануының химиялық энергиясын генератордың білігінің айналуының механикалық энергияға түрлендіру арқылы өндіреді. Бүгінде, барлық электр энергияның 80% ЖЭС өндіріледі. ЖЭС жұмысы жаңғырмайтын ресурстарда: мұнай, мазут, газ және көмірде жүргізіледі.

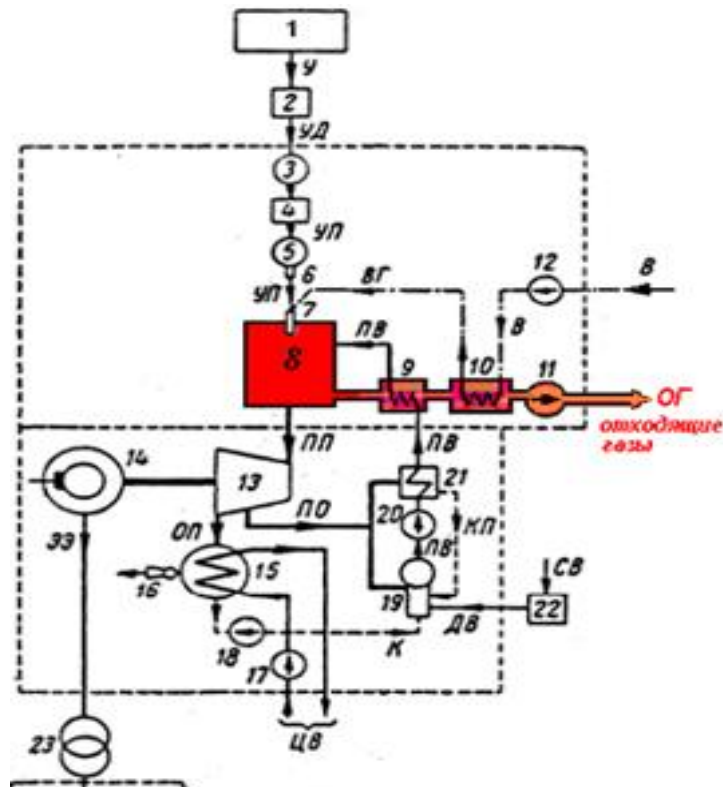
Турбинаның түрінен тәуелді ЖЭС булық, газ турбиналарына және ішкі жанулы қозғалтқышты станцияларға бөлінеді. Ең көп таралғаны – булық ЖЭС.

Қазақстанның электр энергетикасы отын сыйымдылықты өндіріс болып табылады, жылу электр станциялары және ірі қазандықтар жалпы республикалық көмірдің 49 % жағады, 43% - жағылатын мазут. ЖЭС үлесіне Қазақстанда өндірілетін электр энергияның 87% кіреді, су электр станциясы үлесіне – 13%. ЖЭС өндірілетін барлық электр энергияның 84% көмірді жаққанда алынатын энергия құрайды, және 16% - газ және мазутты жаққанда.

Көмірлік шаңда жұмыс жасайтын ЖЭС бу турбиналық технологиялық негізгі сұлбасы 1 суретте көрсетілген.

Қоймадан 1 отын тасымалдағыш көмегімен кесек көмір У 2 көмір уататын машинаға түседі, уатқыштардан өтіп майда телімдерге бөлінеді. Ұнтақталған көмір УД тасымалдағышпен көмірлік бункерге 3 түседі. 3 бункерден көмір 4 көмірлік диірменге түседі, оны шаңға үгітеді. Диірменнен көмірлік шаң УП көмірлік шаңның 5 бункеріне түседі. Бункерден көмірлік шаң 6 нәрлі шаңдармен және шаң өткізгіш арқылы 7 қыздырғышқа түседі және ВГ қазандыққа ыстық ауамен үрленеді, ол 12 үрлеу желдеткішпен беріледі. Шаңды қоректендіргіш түрлі өндірушілікті жұмыс кезінде қазандыққа түсетін көмірлік шаңның мөлшерін бақылауға мүмкіндік беретін электр жетегінен тұрады.

Көмірлік шаңның жануы үшін қажетті суық ауа В , сырттан алынады. Қазандық оттығына ыстық ауаның кіруі отынның жануын жақсартады және оттықта температураны көтереді. Көмірлік шаң жану арқылы өте жоғары температуралы жалынды түзеді. Шығатын газдар экономайзерге қоректендіруші судың жылытылуы ПВ үшін де қолданылады, ол қазандыққа түсетін су. Қоректендіруші суды жылытуға кететін шығатын газдың жылуын және ауаны пайдалану , кететін газбен жылудың шығынын төмендетеді және қазандық агрегаты п.э.к жоғарылатады.



1 сурет – Бу турбиналық электр станцияның технологиялық сұлбасы

8 қазандықтан бу өткізгішпен жылытылған бу ЖБ 13 бу турбинасына беріледі, мұнда ол механикалық жұмысты орындай сатыларды орындайды. Содан, оның қысымы және жылу құрамы төмендетіледі. Пайдаланылған будың біршама бөлігі қорек суын жылытуға беріледі. Қалған бу турбинаның келесі сатылары бойынша өтеді. Толығымен пайдаланылған бу ПБ 15 конденсаторға түседі, мұнда ол конденсацияланады.

Бу турбиналарында пайдаланылған будың соңғы қысымы атмосфераның шашамен 0,03-0,04 құрайды. Мұндай күшті вакуум конденсаторда интенсивті суыту арқасында болады және өзеннен, көлден, су қоймасынан 17 циркуляциялық насоспен конденсатор құбырынан суық циркуляциялық судың өтуінде пайдаланылған будың лезде конденсациясында пайда болады. Станцияның жанында су қоймасының болмауында, градирнде жасанды суытылған сол бір циркуляциялық судың мөлшері қолданылады.

Конденсат К турбина конденсаторынан конденсаттық сорғышпен 18 деаэратор 19 беріледі. Деаэратор қорек суынан онда еріген газдарды (әсіресе ауа оттегі) шығару үшін пайдаланылады, себебі ол су ыстқыштар, қорек құбыр өткізгіштер және қазандық құбырының интенсивті тотығуына әкеледі.

Нығыздауда кемістік арқылы пайдаланылған бумен конденсаторға түсетін ауа, 16 булық эжектор арқылы шығарылады. Атмосфераға 0,04-0,03 соңғы қысымда да, коллекторға түсетін пайдаланылған бу пайдаланылмаған

жылудың кәдімгідей шамасына ие болады, оның көптеген бөлігі циркуляциялық суға бөлінеді және су қоймасына алынады.

Қорек суы деаэраторда бумен ПО температураға дейін турбинаның аралық таңдауынан ыстылады, мұнда газдың таралуы интенсивті түрде болады. Ары қарай, деаэратордан қорек суы ҚС 20 қорек сорғышпен алынады. Қазандыққа жолда қорек суы ҚС бірнеше ауа жылытқыштардан өтеді (сұлбада бір 21 көрсетілген), мұнда су бумен аралық турбина таңдауынан ыстылады.

Бу турбиналары қорек суын жылыту үшін бірнеше іріктеуден тұрады. Қорек суын регенеративті жылыту бумен аралық турбина іріктеуінен электр станцияның ПӘК айтарлықтай көтереді. Ол былайша түсіндіріледі, турбинаның аралық сатысынан іріктеу бөлшектеп пайдаланылған бу турбина конденсаторына түсетін бу мөлшерін төмендетеді, сондықтан, циркуляциялық сулы жылудың шығыны да төмендейді. Бу құрамындағы жылу қорек суымен қазандық агрегатқа қайтады.

Қосымша қорек суы сулық экономайзерде түтін тартқыш газбен жылытылады. Қазандықта бу қысымынан тәуелді қорек суының температурасы қазандыққа шығарда $170-250^{\circ}\text{C}$.

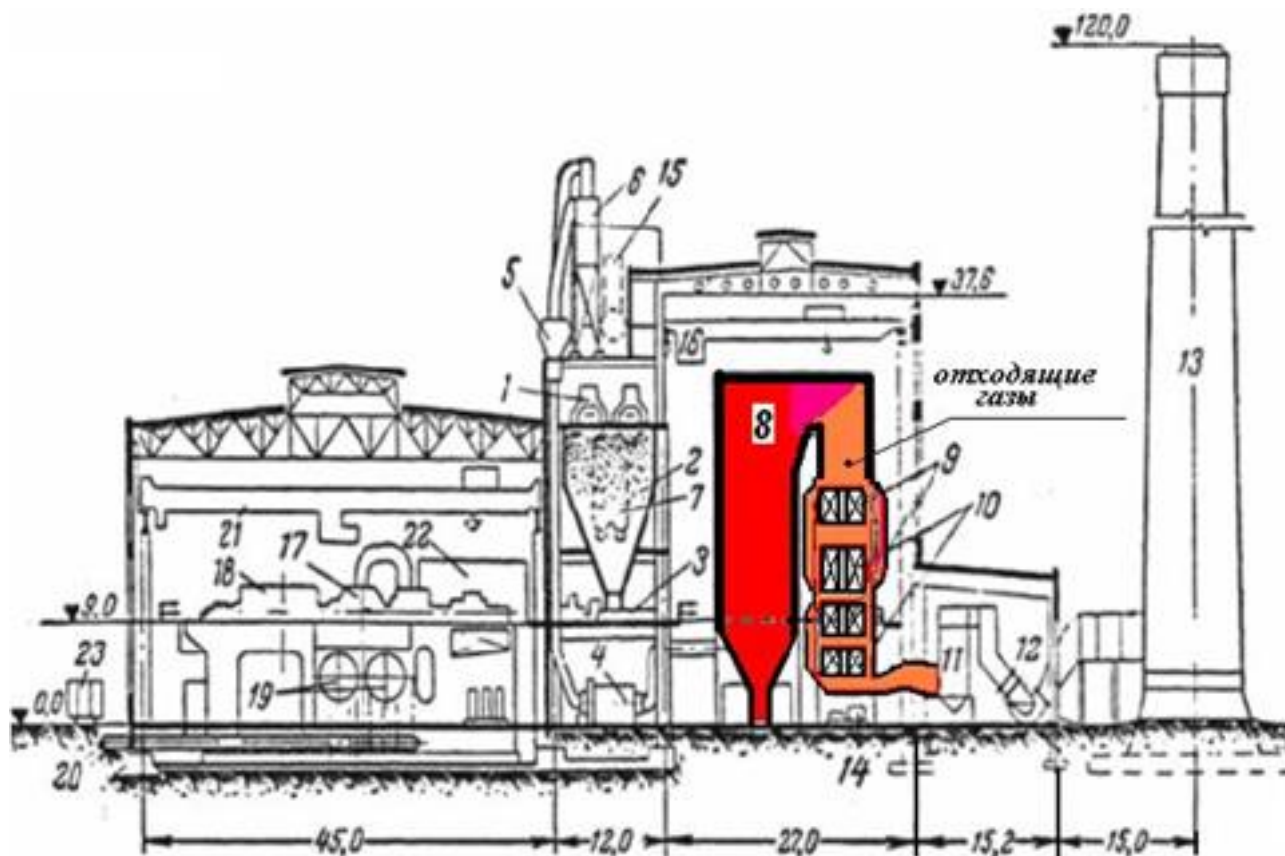
Будың кейбір мөлшері өзіндік мұқтаждықтарға шығындалады. Бу шығынын толтыру үшін қазандық қорегі жүйесіне 19 деаэратор арқылы қосымша су беріледі, ол 22 арнайы қондырғыда химиялық тазартылған және шикі сумен қоректенеді.

Суытушы циркуляциялық сулы жылу энергиясының шығынынан басқа, қазандық агрегаттардында, бу өткізгіштерінде, турбинада және генераторларда энергияның басқа да шығындары болады. Бу турбиналық станциялардың барлық ПӘК шығындауы ескергенде әдетте 40% жоғары емес.

ЖЭС типті станцияларда 14 генератордың және 23 трансформатордың блоктық қосылу сұлбасын қолданады. Өндірілетін электр энергиясы ЭЭ көтермелеуші трансформаторға түседі, ары қарай диынтық шинаға диынтық шинаға 35 кВ кернеулі және одан жоғарыға түседі, одан электр берілісі желілері шығады

2 суретте ЖЭС жылу бу турбинасының ғимараты сұлбасы көрсетілген.

2 суретте технологиялық сұлбада көрсетілмеген қондырғы белгіленген: 1-тасымалдағыш; 2-шикі көмірдің бункері; 3-шикі көмірдің қорегі; 4-көмірдік ұсатқыш; 5-бөлгіш; 6-циклон; 7-көмірлік шаңның бункері; 8-булық қазандық; 9-сулық экономайзердің екі сатысы; 10-ауаны жылытқыштың екі сатысы; 11-су күлтұтқыш(скруббер); 12-түтін тартқыш; 13-түтін құбыры; 14-үрлеуіш желдеткіш; 15-деаэратор; 16- қазандық көпірлік кран; 17-булық турбина; 18-турбогенератор; 19-турбина генераторы; 20 – циркуляциялық судың құбыр өткізгіші; 21 – машиналық залдың көпірлік краны; 22 – қазандық-турбина блогының басқару щиті; 23-өзіндік мұқтаждықтарды қорегі үшін трансформатор.



2 сурет—ЖЭС ғимаратының көлденең қимасы

Қорек 3 2 бункердан ұсатқыш 4 көмірдің түсуін реттеу үшін қажет. Көмірлік шаңның қоспасы және ауасы ұсатқыштан 5 бөлгішке түседі, ары қарай 6 циклонға. Бөлгіште көмір ауалық қоспадан үлкен бөлшектенбеген көмір бөліктері шығарылады, 14 ауа ағынымен, олар тағы да ұсатқышқа бағытталады. Циклонда көмір шаңы ауадан құбыр бойынша алшықтанады, 7 шаң көмірлік бункерге бағытталады. 9 сулық экономайзерден кейін және 10 ауа жылытқышы түтін газы сулы күл тартқышқа 11 түседі, мұнда газ есептелген күлден тазартылады. Тазартылған газ 12 түтін тартқышпен алынады және түтін құбырына бағытталады 13. Отынның шаң түрлі жануында күлдің көптеген бөлігі қазандық агрегаттан түтіндік газбен өшіріледі. Газды тазарту үшін күл тартқыштар қолданылады.

1.2 ДКВР20-13ГМ модернизацияланған су жылытқыш қазандықтың техникалық сипаттамасы, құрылғысы және жұмыс істеу принципі

ДКВР20-13ГМ модернизацияланған су жылытқыш қазандықтар қаныққан немесе жылытылған буды өндіру үшін қолданылады, ол жылыту

жүйесінде, ыстық сумен жабдықтауда және желдеткіште, өнеркәсіптік өндірістің технологиялық мұқтаждықтарына пайдаланылады.

1 кесте-ДКВР-20-13ГМ қазанының техникалық сипаттамасы

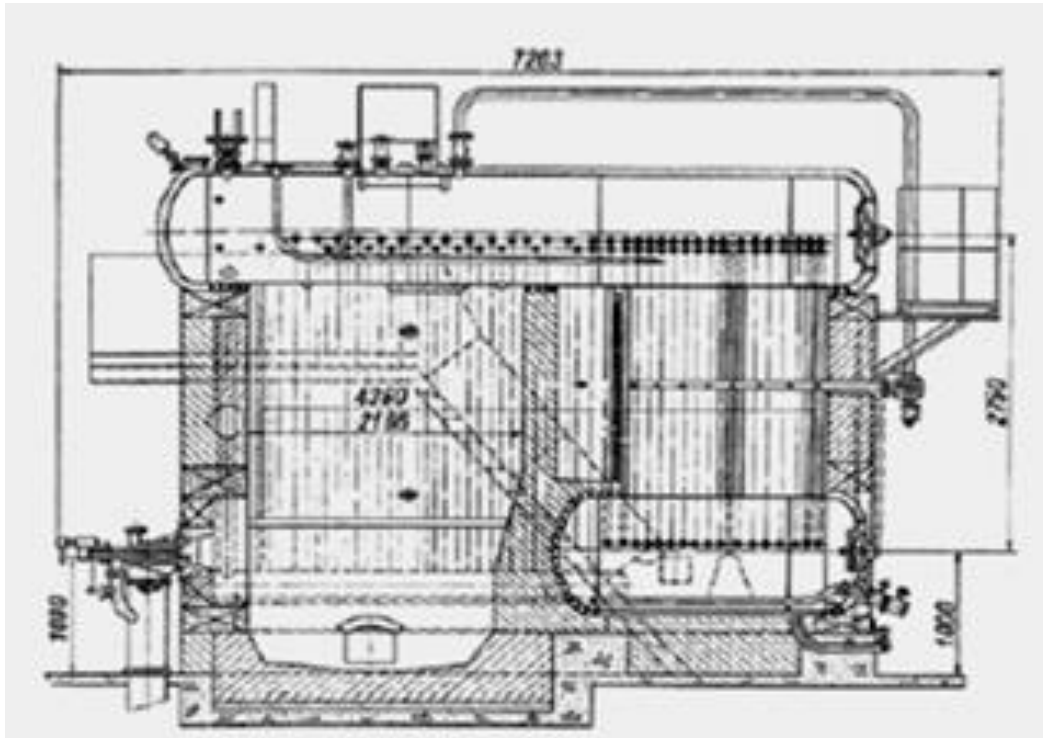
| Көрсеткіш | ДКВР-20-13ГМ |
|--|------------------|
| Номиналды бу өнімділігі ,т/сағ | 20 |
| Бу қысымы, МПа (кг/см ²) | 1,3(13) |
| Бу температурасы, °С | 194 |
| Қазанның жылыту беті, м ² : радиациялық/конвективті/ жалпы | 51,3/357,4/408,7 |
| Отын | Газ, мазут,көмір |
| Қазан көлемі,м ³ : бу/ су | 1,80/10,5 |
| Отын шығыны, м ³ /ч (кг/сағ):газ (мазут) | 1550(1440) |
| ПӘК, %:газ / мазут | 92/90 |
| Экономайзер:шойын | ЭБ1-646И |
| Түтін сорғы | Д-12 |
| Габаритті өлшемі(д ×ш × в), м | 9,7×3,2 ×7,6 |
| Масса, кг | 43700 |

ДКВР түрлі модернизацияланған су жылытқыш қазандықтың артықшылықтары:

- жоғары ПӘК– 91% дейін;
- қызмет көрсетуге және пайдалануға шығынның төменгі деңгейі;
- қазандықтар жинақтық құрылымнан тұрады, олардың қазандықта монтажын қамтамасыз етеді және қабырғаның бұзылуынсыз. Сонымен бірге қазірде бар жүйеге қосылу.
- отынның түрлі түрінде қазандықтың жұмыс істеу мүмкіндігі.
- өнімділікті реттеудің кеңейтілген диапазоны (40-150% номинал-дыдан). Мұндай реттеу диапазоны қазандықты максималды әрлілікпен қолдануға мүмкіндік береді, сонымен қатар жылу-энергия жабдықтауға шығындарды айтарлықтай төмендетеді.

ДКВА сериялы қазандықтың құрылымы пайдаланылатын отынның түрінен бірдей тәуелсіз және пайдаланылатын жану құрылғысына тәуелді емес.

Қазандық екі барабаннан тұрады, жоғарғысы ұзын және төменгісі қысқа, олар қазандық осы бойымен орналған, экрандалған жағатын камераны және жылытатын құбырлар түрлері. Жылытатын құбырға жалынды түсірмеу үшін және шығынды әкету және химиялық жанбаудан төмендетуде ДКВА қазандық от жағу камерасы артқы экраннан от жағатын құбырмен алыстатылады.



3 сурет- ДКВР сериясындағы қазанның құрылымдық сұлбасы

Барлық қазандықтың қазандық шоғырының құбырларының бірінші және екінші қатары аралығында сол секілді шамотты аралық орнатылады, ол шоғырды жану камерасына алыстатады.

Қазандық ішінде шойынды аралық орналасады, ол қазандықты бірінші және екінші газ өткізуге бөледі және құбырды көлденең жуғанда шоғырда газдың өтуінің көлденең бұрылысын қамтамасыз етеді.

Дабылды қызметтеу үшін және құбырды тазалауға соңында 325 x 400 мм сопақша саңылау орналасқан. Ішкі диаметрі 1000 мм 1,4 МПа қысымды дабылдар 16 ГС болаттан немесе 09 ГС және қабырға қалыңдығы 13 мм жасалынады. Қазандықтың экраны және жылытатын шоғырлары болат құбырдан жасалады. Қазандықта қоқыстан тазарту үшін экранның төменгі камерасында тік есік орналасқан, камераны үрлеу үшін 32 × 3 мм диаметрлі жалғастық қолданылады.

ДКВР түрдегі модернизацияланған қазандықтың бу жылытқыштары газ өткізгіште газ өтуінің бірінші жолында орналасқан және бірдей қысымдағы қазандықтар үшін пішіні бойынша сәйкестендірілген.

Түрлі өндірушілікті қазандықтар үшін тек параллель жыландықтар санымен ерекшеленеді. Бу жылытқыштар жылытылған буды суытқыштарды қолданусыз алуға мүмкіндік береді. Жылытылған будың камерасы жоғары жабылға жалғанады, бұл камераның бір тірегін қозғалыссыз етеді, ал басқасын- жылжымалы жасады.

Қоректендіруші су алдымен екі қорек сызбасы арқылы жоғары дабылға

түседі, одан конвективті шоғып құбырының соңғы жолдарымен төменгі дабылға беріледі. Экранның қоректенуі төменгі және жоғарғы дабылдың жылытылмайтын құбырларымен орындалады. ДКВА қазандықтың алдыңғы экраны жоғары дабылдың құбырларынан сумен қоректенеді, ал артқы экраны төменгі дабылдың құбырынан. Шоғырдың көтерілетін құбырынан және экранынан бу сулы қоспа жоғарғы дабылға түседі. Барлық қазандықтар бу алу үшін сеперационды булы ішкі дабылдымен жабдықталған.

ДКВР қазандықтары тіреуші рамадан тұрмайды. Қазандықтың жалғыз жылжусыз және қатты тіректелген нүктесі болып алдыңғы дабылдың алдағы тірегі болып табылады. Төменгі дабылдың басқа тіректері және шеттік экранның камералары ығыстырмалы болады. Алдыңғы және артқы экранның камералары тіреуішке тірелген. Шеттік экранның камералары тіреуіш рамаға қосылған.

Қазандық АДР-0,25.3 өлшеуіш датчикпен бақылаушы-өлшеуіш құралдармен және қажетті темір арқаумен жабдықталған:

- Сақтандырушы қақпақша;
- Манометр және олардың крандары;
- Деңгейді көрсетудің әйнекпен рамасы және деңгейді көрсеткіштің бітеуші құрылғылары;
- Бітеуіш вентильдер және қазандық қорегінің кері қақпалары;
- Дабылды үрлеудің біреуіш вентильдері, экран камералары, қорек реттеуші және бу жылытқыштар;
- Төменгі дабылдан судың түсу вентилі.

Өлшеуіш датчик АДР-0,25.3 қажет:

- Ауаның артық қысымының мөлшерін үздіксіз өлшеу үшін;
- Берілген деңгейдің қысымына жеткендегі кіріс дискретті сигналдың орындалуы;
- ПИ заңы бойынша қысымды реттеу;
- Қысымды тұрақтандыру

4-20мА токтық шығыс сигналын реттеу, ол өлшенетін параметрге пропорционалды.

1.3 Д-12 түтін тартқыштың тағайындалуы, құрылғысы және техникалық сипаттамалары

Д-12 типті бір беттік тартудағы орталық түтін тартқыш стационарлы булық су жылытушы қазандықтардың жиынтығы үшін және түтін газын шаң көмірлік қазандықтан, күл тарту жүйесімен жабдықталғандарды тарту үшін, сонымен қатар түтін газдарын газ мазутты қазандықтан шығару үшін қажет.

Түтін тартқыштар ғимаратта созылмалы жұмыс режиміне есептелген және ашық ауада бірқалыпты климат шарттарында (климаттық орындалу У, орналасу категориясы 1,2,3,4, ГОСТ 15150-69) есептелген. Түтін тартқышты 30 °С төмен емес температурада жіберуге рұқсат етіледі. Түтін тартқышқа

кірердегі максималды рұқсат етілетін температура 250 °С аспауы керек.

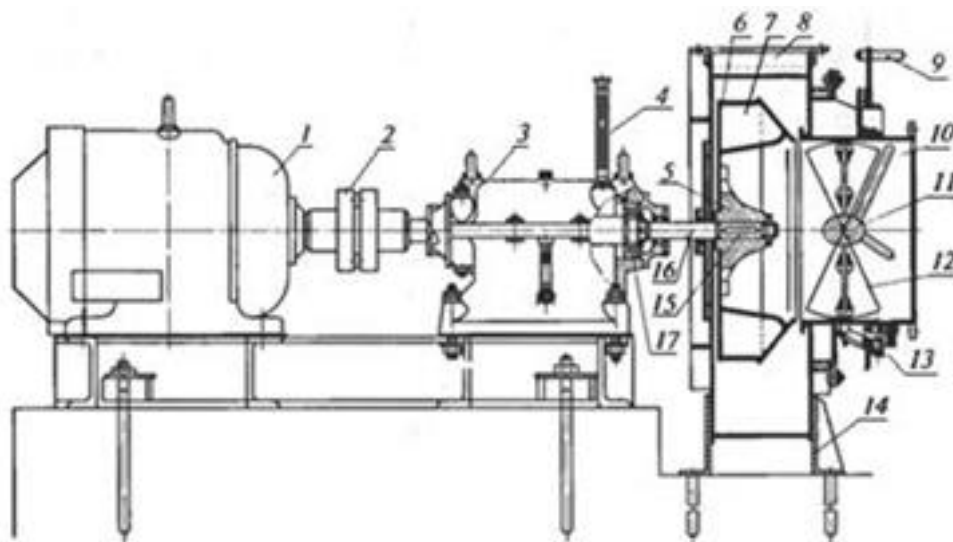
Түтін тартқыш (сурет 1.4)келесі түйіндерден тұрады: жүріс бөлігі 3, ұлу тәрізді корпус 14 кіріс (тартатын)10 және шығыс (айдау) 8 құбырдан, 5 қалақшадан (ротор) және бағыттаушы аппараттан тұрады.

Түтін тартқыштың жүріс бөлігі тетік 16 тұрады, ол екі 17 мойынтіректе айналады. Барлық жүріс бөлігі майлық ваннада орнатылған, ол жапқыш және тұғырықтан тұрады.Май температурасы 4 термометрмен бақыланады, ал деңгейі майлық ваннада орналасқан майдың деңгейін көрсетуші арқылы.

Жұмыс дөңгелегі деген құрылғы – 6 дисктан тұрады, ол 7 күрекше жалғанған немесе жабыстырылған, олардың сондары сақина түрінде жалғасады. Дискке 15 (күпшек) төлке жабыстырылған, оның көмегімен ол білікте жалғанады.

Желдеткіштің жұмыс дөңгелектерін айналдырғанда ауа жүргішпен ауа оның ортасына беріледі және орталық өтетін күштер арқылы орталықтан шеткі аймаққа беріледі және ауа жүргішке жіберіледі. Жұмыс дөңгелегі орталығында онда үздіксіз ауа түсетін ыдыраты пайда болады.

Желдеткіш (түтін тартқыш) алдында орнатылған бағыттаушы аппарат көмегімен ауаның берілуі реттеледі (ыдырату отын жаққышта) тартушы құбырда. Бағыттаушы аппарат металлдық құбырдан орнатылған, ол ернемектен тұрады. Бұл келте құбырдың ішінде бұрылыс қақпалар орналасады. Бұл бұрылыс күрекшелер жалпы бұрылыс механизмінен тұрады. Берілген механизм күрекшеге бірдей бұрышқа біруақытты айналуға мүмкіндік береді.



1–электр қозғалтқыш; 2-муфта; 3-шасси; 4-термометр; 5-ротор; 6-диск; 7– қалақшалар; 8,10–кіріс және шығыс жалғама құбырлары; 9–бұрмалы қалақшалар тұтқасы; 11-орталық бөлгіш; 12–бұрмалы қалақшалар; 13– бұрмалы сақина; 14–бұрандалы корпус; 15 - төлке; 16 - білік; 17 - мойынтірек.

4 сурет-Д-12 түтін сорғылы құрылғы

Түтін сорғының негізгі сипаттамалары 2 кестеде көрсетілген.

2 кесте - Д-12 түтін сорғысының техникалық сипаттамасы

| Параметр атауы | Өлшем бірлік | Мән немесе сипаттама |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Түтін сорғы типі | - | Д- 12 - тепкіш,біржақты сорғы |
| Өндіруші зауыт | - | ОАО "Бийскийкотельный завод" |
| Жұмыс | мм | 1120 |
| Өнімділік | м ³ /сағ | 28700 |
| Толық қысым | Па | 2810 |
| Температура | °С | 200 |
| Айналу жиілігі | айн/ мин | 1500 |
| Білікке түсетін қуат | кВт | 27,2 |
| Максимал шекті айналу жиілігі | айн/ мин | 3000 |
| Максималды ПӘК | % | 83 |
| Дыбыстық қуат деңгейі: | | |
| шу(ауа ағынынан) | дБ | 102 |
| шу (сорғыдан) | дБ | 97 |
| шум (корпустан) | дБ | 90 |

Түтін тарқыш электр жетегіне қойылатын талаптар:

- Берілген жұмыс режиміне сай қазандық агрегаты жұмысын электр жетегі қамтамасыз етуі керек;
- Қондырғы жағдайын басқару және бақылау желіден тікелеу жақында орналасқан екі оператор басқышы арқылы орындалуы керек;
- Барлық ақпарат операторға көруге ыңғайлы дисплейде көрсетілуі керек;
- Жүйе қазандық агрегаты жұмысы режимін бақылау және көрсетуі керек;
- Оператор қазандық агрегаты жұмысы параметрлерін өзгерту мүмкіндігі болуы керек;
- Қазандық агрегаты жұмысы бас тартқанда, сәйкесінше аппараттық сигналдар оператор басқышында көрсетілуі керек.

Қорек желісіне қойылатын техникалық талаптар:

- 380В ± 10% үш фазалы қорек желісінің номиналды кернеуі;
- 220В ± 10% бір фазалы басқару тізбегінің номиналды кернеуі;
- Қорек желісінің жиілігі 50Гц ±1%;
- Контроллер қорегі және оператор станциясы үздіксіз үздіксіз қорек көздерінен орындалуы керек.

Конструктивтік талаптар:

- Жүйе қондырғысы 0..40°C диапазондағы қоршаған орта температурасында жұмыс істеуі керек;

- Басқару жүйесінің қондырғысы оператор басқышынан басқа, IP54 төмен емес қорғаныс деңгейінен металлдық тартпада орналасуы керек;

- Контроллер шкафына кабельдің жеткізілуі төмендегідей орнатылады.

Электр шкаф сыртқы контурдың қорғаныс жерлендіруінен қосылуы мүмкіндігіне ие болуы керек. Жиілікті-реттеуші жетекті пайдалану режимдік параметрдің және жүктеме қазандықтың өзгеру сипаттамасымен энергия пайдаланудың сәйкесінше мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Түтін тартқыш электр жетегін модернизациялауда қосқымыз келетіні:

- 1) Электр энергия шығынын төмендету;
- 2) Пайдалану шығындарын төмендету;
- 3) Өтпелі процесстердің бірқалыпты өтуін қамтамасыз еті, әсіресе іске қосу және тоқтату, түтін тартқышта және электр жетегінде динамикалық және екпінді жағдайларсыз;
- 4) Берілген деңгейде қысымды ұстап тұру құрылғысы;
- 5) Апат кезінде түтін тартқышты автоматты түрде өшіру;
- 6) Түтін тартқыштың өнімділігін көтеру (ПӘК көтеру).

1.4 Қазандықта түтін сорғы электр жетегін өндіруге техникалық тапсырмалар

Берілген техникалық тапсырма жиілікті-реттеуші түтін тартқыштың энергия сақтаушы электр жетегін өндеуге арналған.

Бұл жұмыстың мақсаты қазіргі заманғы жиілікті түрлендіргіш базасында жасалған қазандық түтін тартқыш электр жетегін ойлап шығару, ол тәулік ішінде жүктеменің өзгеруінде газдың шығу жылдамдығын реттеуді қамтамасыз етуі керек. Осыдан, электр жетегі сенімділікке, кедергіге қорғанысқа деген жоғары талаптарға сай болуы керек және операторлық интерфейсін сай қызметтерімен.

Қойылған мақсаттарға жету үшін ЖЭС бар қазандық агрегатының жұмыс режимін талдауы керек және келесі мақсаттарды шешуі керек:

- 1) Асинхронды қозғалтқышты таңдау және қазандық агрегатының минималды және максималды эффективті жұмысындағы жиілікті реттеуші жетектің қуатын есептеу;
- 2) Созылмалы жұмыс режиміндегі жылыту бойынша таңдалған қозғалтқыш тексеруін жүргізу керек;
- 3) Электр қозғалтқышы қуатына сай бағдарламаушы контроллермен басқару түрлендіргіш жиілігін таңдау;
- 4) Ұсынылатын электр жетектің математикалық және виртуалдық түрін өндеу;
- 5) ЖТ-АҚ ұсынылатын жүйенің виртуалды үлгісінде динамикасын зерттеу;
- 6) Түтін тартқышты пайдалануда ЖЭС қауіпті және зиянды факторлерді

талдауды жүргізу және оның төмендеу шараларын жүргізу;

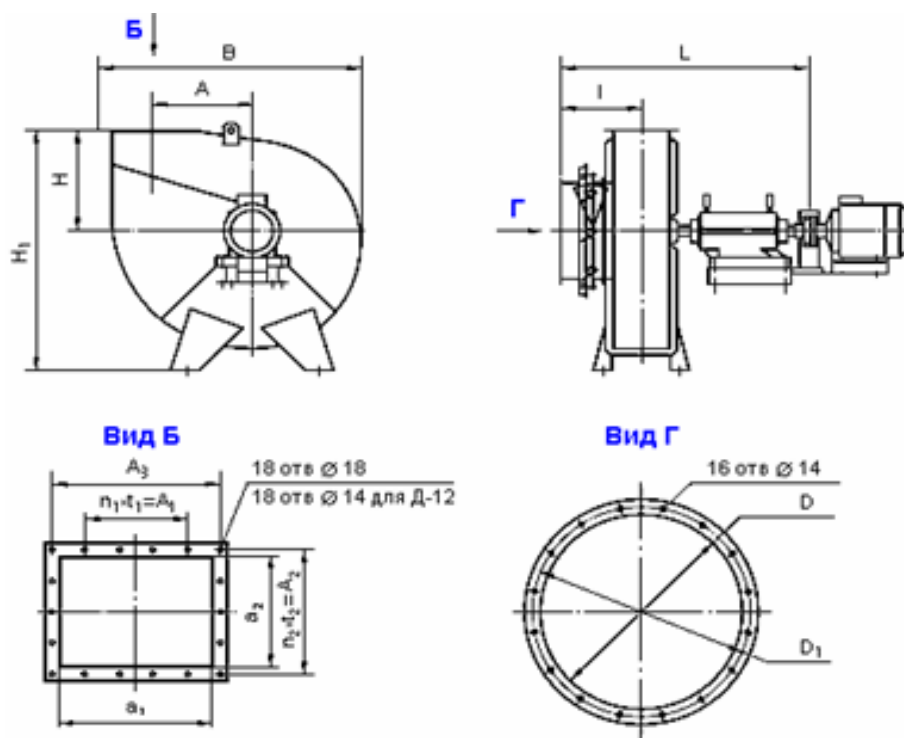
2. Электр қозғалтқышы қуатын есептеу және оны таңдау

2.1 Желдеткіш агрегатты таңдауды дәлелдеу

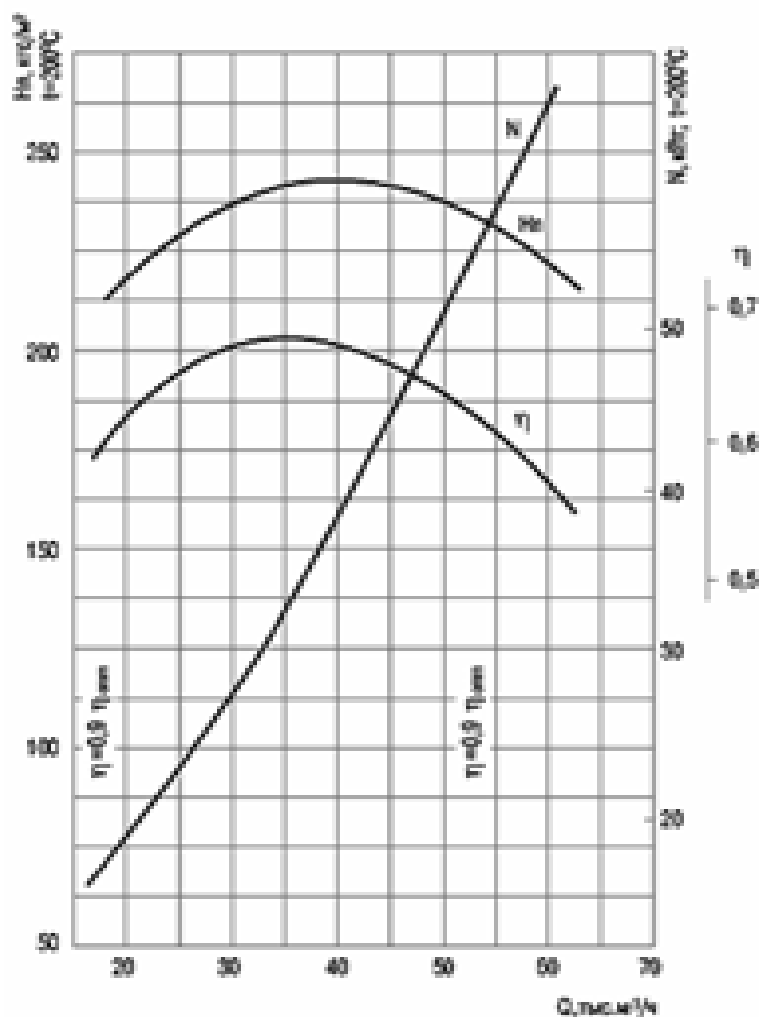
ДКВР20-13ГМ қазандық агрегатында Д-12 түрдегі түтін тартқыштар орнатылады. Түтін тартқыш түрін таңдау тарту және үрлеудің аэродинамикалық есептеулерінде негізделеді.

Д-12 типті бір беттік тартудағы орталық түтін тартқыш стационарлы булық су жылытушы қазандықтардың жиынтығы үшін және түтін газын шаң көмірлік қазандықтан, күл тарту жүйесімен жабдықталғандарды тарту үшін, сонымен қатар түтін газдарын газ мазутты қазандықтан шығару үшін қажет.

Түтін тартқыштар ғимаратта созылмалы жұмыс режиміне есептелген және ашық ауада бірқалыпты климат шарттарында есептелген. Түтін тартқышты 30°C төмен емес температурада жіберуге рұқсат етіледі. Түтін тартқышқа кірердегі максималды рұқсат етілетін газ температура $+200^{\circ}\text{C}$ аспауы керек. Түтін тартқыш желдеткіш жетегі электр қозғалтқыштан орындалады, ол төлке-саусақты муфта көмегімен желдеткіштің жүріс бөлігі білегімен қосылған.



5 сурет – Д-12 түтін сорғысының габариттік және бекітпелік өлшемдері



6 сурет – Түтін сорғының аэродинамикалық сипаттамалары

2.2 Түтін сорғы электр қозғалтқышы қуатын есептеу

Электр жетектің сенімді жұмысы және оның энергетикалық көрсеткіштері пайдалану процессінде негізгі жолмен қуат бойынша электр қозғалтқышын дұрыс таңдаудан тәуелді. Егер қозғалтқыш жүктемесі номиналдыдан айтарлықтай төмен болса, ол қуат бойынша қайта пайдаланылады, ал ол артық капиталды қаржы жұмсауға алып келеді.

Қозғалтқыш білігінде жүктеме номиналдыдан асса, оның орамдарында токтың өсуі болады және айтарлық жағдаймен қуат шығыны көтеріледі. Бұл жағдайлар, қозғалтқыш температурасы берілген шамалардан асуы мүмкін екенін көрсетеді, ал ол электр оқшауланған материалдардың электрлік төзімділігінің төмендеуіне оның физикалық-химиялық құрамдарының өзгеруінен болатын төмендеуіне әкеледі.

Электр оқшауланған материалдардың электрлік беріктігінің төмендеуі орам оқшауламасы тесілуіне және қозғалтқыштың жұмыстан шығуына әкеледі. Орам оқшауламасы қызу температурасы рұқсат шамалардан аспауы керек.

Электр қозғалтқышты таңдаудың басқа шарты оның қайта қосылу қабілеттілігі максималды жүктеме периодында электр жетектің тұрақты жұмысы үшін жеткілікті болуы керек.

Жобалауда электр жетектің қуаты есептікке қарағанда үлкен болып алынуы керек.

Түтін тартқыштың негізгі параметрлеріне олардың өндірушілігі және болатын арын немесе ажырату жатады. Ажырату дегеніміз машинаның шығыс және кіріс құбырларында толық қысымның өтуі. Желдеткіш және түтін тартқыштың сипаттамасында толық қысыммен H және берілген айналу жиілігінде Q тәуелділік бар, және орын ауыстыратын ортаның тығыздығында, оны түтін тартқыш үшін әдеттеу зауіт 200° С температурада және желдеткіш үшін 20° С және атмосфералық қысым 760 ммрт.Ст орындалады.

Күштік тарту машиналары үшін қуат мына формула бойынша табылады:

$$N = \frac{Q_p H_p}{3600\eta}, \quad (2.1)$$

мұндағы Q_p – вентилятор кірісіндегі есептік өнімділік, $\text{м}^3/\text{с ағ}$;

H_p – вентилятор кірісіндегі есептік арын, $\text{кгс}/\text{м}^2$;

η – вентилятор сипаттамсы бойынша ПӘК, %.

Д-12 қазандықта орналастырылған түтін сорғы жүктемесінің өзгеру шектері жұмыс режимінен тәуелді $25000 \text{ м}^3/\text{ч}$ - $50000 \text{ м}^3/\text{ч}$ аралықта шайқалуы керек.

(2.2) - теңдеуіне сай, тарту үрлеу машинаның қуатының өзгеруін анықтауға болады.

Тартып үрлеу машинаның өндірушілігі ДКВР-20-13ГМ қазандықта орналастырылған түтін тартқыш үшін құрайды:

$Q = 25000 \text{ м}^3/\text{с ағ}$ болғандағы тұтынушы қуат мәні.

$$N = \frac{Q_p H_p}{3600 \cdot 102 \eta} = \frac{25000 \cdot 240}{3600 \cdot 102 \cdot 0.67} = 24.38 \text{ кВт}. \quad (2.2)$$

$Q = 55000 \text{ м}^3/\text{с ағ}$ болғандағы тұтынушы қуат мәні.

$$N = \frac{Q_p H_p}{3600 \cdot 102 \eta} = \frac{55000 \cdot 240}{3600 \cdot 102 \cdot 0.67} = 53.65 \text{ кВт}. \quad (2.3)$$

Осыған сай, Д-12 түтін тартқыш үшін АВВ М2АА250М қозғалтқышын таңдаймыз. АВВМ2АА250М қозғалтқыштың сыртқы түрі 2.3 суретте көрсетілген.



7 сурет-ABB M2AA 250 М сериясының қозғалтқышы

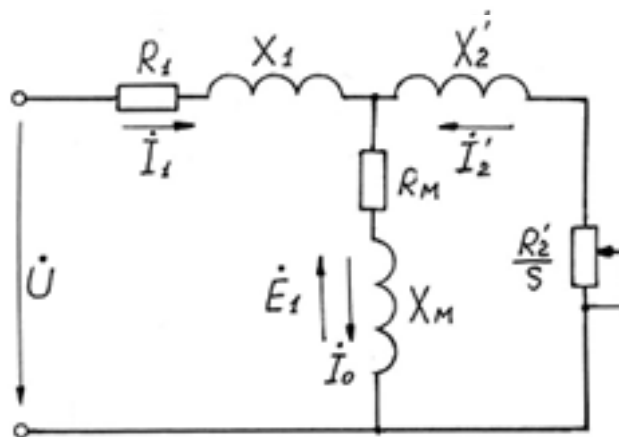
4 кесте - АBB M2AA250M қозғалтқышының негізгі сипаттамалары

| Параметр атауы, өлшем бірлік | Мән |
|---|--------|
| Номиналды білік қуаты ⁿ , кВт | 55 |
| Номиналды фазалық кернеу U_n , В | 380 |
| Номиналды статор кернеуінің жиілігі ⁿ , Гц | 50 |
| Жұп полюстер саны P | 3 |
| Номиналды ротор айналу жиілігі ⁿ , айн/мин | 3000 |
| Номиналды режимдегі ПӘК ⁿ , ш.б. | 0,9 |
| 50 пайызға жүктелгендегі қозғалтқыш ПӘК-і ,о.е. | 0,89 |
| Номиналды режимде $\cos \varphi_n$ ш.б. | 0,8 |
| Қозғалтқышты 50%-ға жүктегенде $\cos \varphi_{50\%}$,ш.б. | 0,56 |
| Статордың номинал тогы, I_{1n} , А | 104,17 |
| Қосылу тогының еселігі ⁿ , ш.б. | 5,5 |
| Қосылу моментінің еселігі ⁿ , ш.б. | 1,8 |
| Максимал момент еселігі ⁿ , ш.б. | 2,8 |
| Қозғалтқыш роторының инерция моменті ^p , кг·м ² | 1,3 |

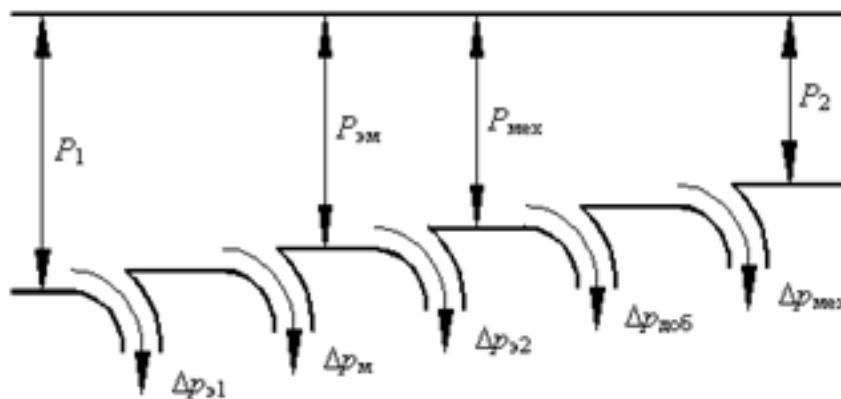
2.3 Асинхронды қозғалтқыштың орынбасу сұлбасы параметрлерін есептеу

Асинхронды қозғалтқыштың фазасын Т образды орынбасу сұлбасы түрінде көрсетуге болады, Статор орамындағы $\Delta p_{\Sigma 1}$ (8 сурет) электрлік шығындар статорға келтірілген r_1 кедергіні сипаттайды. Ал r_m магниттелу контурының фиктивті активті кедергісі $\Delta p_{m \text{ магнит}}$ шығындарын ескереді. $P_{\text{мех}}$ механикалық қуаты кедергіге тең.

Статор және ротор орамы арқылы болатын шашыраудың магнит өрісі x_1 және x'_2 индуктивті кедергілермен сипатталады. X_m кедергісі ауа саңылауында магнит өрісін құрады.



9 сурет – Асинхронды қозғалтқыштың орын алмастыру сұлбасы



10 сурет-Актив шығындар диаграммасы

Жүктеме коэффициентін есептейміз:

$$k_{50\%} = 0,5. \quad (2.4)$$

Мұндай жүктеме коэффициентінде қуат мәні:

$$P_{50\%} = P_H k_{50\%} = 55000 \cdot 0.5 = 27500 \text{кВт}. \quad (2.5)$$

Жүйенің синхронды жиілігі:

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{с}^{-1}. \quad (2.6)$$

50 Гц кезіндегі ротор айналуының номиналды жиілігі:

$$\omega_H = \frac{(1 - S_H) \cdot \omega_0}{p_H} = \frac{(1 - 0,013) \cdot 314,16}{3} = 103,35^{-1} \quad (2.7)$$

Номиналдымомент:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{55000}{103,35} = 532,17 \text{Н} \cdot \text{м}. \quad (2.8)$$

Қозғалтқыштың қосылу моменті:

$$M_{II} = M_H \cdot k_{II} = 532,17 \cdot 1,8 = 957,9 \text{Н} \cdot \text{м}. \quad (2.9)$$

Статордың номиналды тогы:

$$I_H = \frac{P_H}{3 \cdot U_\phi \cdot \eta_H \cdot \cos \varphi_H} = \frac{55000}{3 \cdot 220 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 115,7 \text{А}. \quad (2.10)$$

Қосылу тогы:

$$I_K = I_H \cdot k_i = 115,7 \cdot 5,5 = 636,35 \text{А}. \quad (2.11)$$

Қозғалтқыштың номинал мәнінен 50% деңгейіне жүктелгендегі ток:

$$I_{50\%} = \frac{P_H}{3 \cdot U_\phi \cdot \eta_{50\% H} \cdot \cos \varphi_{50\% H}} = \frac{27500}{3 \cdot 220 \cdot 0,989 \cdot 0,56} = 83,6 \text{А}. \quad (2.12)$$

Бос жүріс тогын есептеу үшін есептеу коэффициенттері:

$$k_{ibr} = \frac{k_{50\%} \cdot (1 - S_H)}{1 - S_H \cdot k_{50\%}} = \frac{0,5 \cdot (1 - 0,013)}{1 - 0,013 \cdot 0,5} = 0,4935 \quad (2.13)$$

$$k_{Inum} = I_{50\%} - (k_{ibr} \cdot I_H)^2 = 83,6^2 - (0,4935 \cdot 115,7)^2 = 3728,78; \quad (2.14)$$

$$k_{iden} = 1 - k_{ibr} = 1 - 0,4935^2 = 0,7565 . \quad (2.15)$$

Бос жүріс тогын есептейміз:

$$I_0 = \sqrt{\frac{k_{inum}}{k_{iden}}} = \sqrt{\frac{3728,78}{0,7565}} = 70,2 \text{ A}. \quad (2.16)$$

Қатаңдық мәні:

$$\beta = 1,2 . \quad (2.17)$$

Г-типті орын алмастыру сұлбасының түзету коэффициентін анықтаймыз:

$$C_1 = 1 + \frac{I_0}{2 \cdot k_i \cdot I_H} = 1 + \frac{70,2}{2 \cdot 5,5 \cdot 115,7} = 1,0552 ; \quad (2.18)$$

$$k_{sbr} = 1 - 2 \cdot S_H \cdot \beta \cdot k_{kp} - 1 = 1 - 2 \cdot 0,013 \cdot 1,2 \cdot (2,8 - 1) = 0,9438 ; \quad (2.19)$$

$$k_{sbrob} = \frac{k_{kp} + \sqrt{k_{kp}^2 - k_{sbr}}}{k_{sbr}} = \frac{2,8 + \sqrt{2,8^2 - 0,9438}}{0,9438} = 5,7492 \quad (2.20)$$

Критикалық сырғу :

$$s_{kp} = s_H \cdot k_{sdrob} = 0,013 \cdot 5,7492 = 0,074 . \quad (2.21)$$

Б.Ж. фаза кезінде ығысу бұрышын анықтау:

$$\varphi_0 = \frac{88}{180 \cdot \pi} = 1,5359^\circ \quad (2.22)$$

Токтың актив бөлігі:

$$I_{Ha} = I_H \cdot \cos \varphi_H = 115,7 \cdot 0,8 = 92,56 \text{ A}. \quad (2.23)$$

Б.Ж. кезіндегі токтың актив бөлігі:

$$I_{0a} = I_0 \cdot \cos \varphi_0 = 70,2 \cdot 0,0349 = 2,449 \text{ A}. \quad (2.24)$$

Механикалық сипаттама қатаңдығын нақтылау үшін коэффициенттерді есептеу:

$$A_0 = \frac{I_{Ha} - I_{0a}}{U_\phi} = \frac{92,56 - 2,449}{220} = 0,4096; \quad (2.25)$$

$$A_1 = \frac{3 \cdot U_\phi^2 \cdot (1 - S_H)}{2 \cdot C_1 \cdot k_{kp} \cdot P_H} = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot (1 - 0,013)}{2 \cdot 1,0552 \cdot 2,8 \cdot 55000} = 0,4409; \quad (2.26)$$

$$B = \frac{1}{S_H} + \frac{1}{S_K} - \frac{2 \cdot A_0 \cdot A_1}{S_H} = \frac{1}{0,013} + \frac{1}{0,074} - 0,4096 \cdot 0,4409 = 62,654; \quad (2.27)$$

$$C = \frac{1}{S_H \cdot S_K} - A_0 \cdot A_1 \cdot \left(\frac{1}{S_H^2} + \frac{1}{S_K^2} \right) = \frac{1}{0,013 \cdot 0,074} - 0,4096 \cdot 0,4409 \cdot \left(\frac{1}{0,013^2} + \frac{1}{0,074^2} \right) = -58,459; \quad (2.28)$$

$$D = \sqrt{B^2 - 4 \cdot C} = \sqrt{62,654^2 - 4 \cdot (-58,459)} = 64,493; \quad (2.29)$$

$$x_{\beta 1} = \frac{-B + D}{2} = \frac{-62,654 + 64,493}{2} = 0,9195; \quad (2.30)$$

$$x_{\beta 2} = \frac{-B - D}{2} = \frac{-62,654 - 64,493}{2} = -63,574; \quad (2.31)$$

АД механикалық сипаттамасының нақты қатандығы:

$$\beta = x_{\beta 1} = 0,9195. \quad (2.32)$$

АД Г-типтіалмастыру сұлбасының кедергісін есептеу:

$$R_2' = \frac{A_1}{\left(\beta + \frac{1}{S_K} \right) \cdot C_1} = \frac{0,4409}{\left(0,9195 + \frac{1}{0,074} \right) \cdot 1,0552} = 0,0289 \text{ Ом}; \quad (2.33)$$

$$R = C_1 \cdot \beta \cdot R_2 = 1,0552 \cdot 0,9195 \cdot 0,0289 = 0,0281 \text{ Ом}; \quad (2.34)$$

$$X_n = \sqrt{\left(\frac{R_2'}{S_K} \right)^2 - R_1^2} = \sqrt{\left(\frac{0,0289}{0,074} \right)^2 - 0,0281^2} = 0,3902 \text{ Ом}; \quad (2.35)$$

$$X_1 = 0,42 \cdot X_n = 0,42 \cdot 0,3902 = 0,1639 \text{ Ом}; \quad (2.36)$$

$$X_2 = 0,58 \cdot X_n = 0,58 \cdot 0,3902 = 0,2263 \text{ Ом}. \quad (2.37)$$

Машинадағы ЭҚК-ні есептеу:

$$e_{11} = U_{\phi} \cdot \cos \varphi_H - R_1 \cdot I_H = 220 \cdot 0,8 - 0,0281 \cdot 115,7 = 172,748 \text{ В}; \quad (2.38)$$

$$e_{12} = U_{\phi} \cdot 0,54 - X_1 \cdot I_H = 220 \cdot 0,54 - 0,1639 \cdot 115,7 = 99,836 \text{ В}; \quad (2.39)$$

$$E_1 = \sqrt{e_{11}^2 + e_{12}^2} = \sqrt{172,748^2 + 99,836^2} = 199,52 \text{ В}. \quad (2.40)$$

Өздік индукция кедергісін анықтау:

$$X_m = \frac{E_1}{I_0} = \frac{199,52}{70,2} = 2,842 \text{ Ом}. \quad (2.41)$$

Статор және ротор индуктивтілігі:

$$L_{1s} = \frac{X_1}{\omega_0} = \frac{0,1639}{314,1593} = 0,0005217 \text{ Гн}; \quad (2.42)$$

$$L_{ks} = \frac{X_2'}{\omega_0} = \frac{0,2263}{314,1593} = 0,0007203 \text{ Гн}. \quad (2.43)$$

Статорға келтірілген ротор және статор өзара индуктивтілігі:

$$L_m = \frac{X_m}{\omega_0} = \frac{2,842}{314,1593} = 0,00957 \text{ Гн}. \quad (2.44)$$

Статор және ротор индуктивтілігі:

$$L_m = \frac{X_m}{\omega_0} = \frac{2,842}{314,1593} = 0,00957 \text{ Гн}; \quad (2.45)$$

$$L_r = \frac{X_m + X_2'}{\omega_0} = \frac{2,842 + 0,2263}{314,1593} = 0,00977 \text{ Гн}. \quad (2.46)$$

Кедергілер аударымы үшін коэффициентті есептеу:

$$\alpha = \frac{t_1 + \Theta}{t_2 + \Theta} = \frac{115^\circ + 235}{20^\circ + 235} = 1,3726 \quad (2.47)$$

Температура коэффициентінің ескерілуімен кедергіні есептеу:

$$r_1 = \alpha \cdot R = 1,3726 \cdot 0,0281 = 0,0386 \text{ Ом}; \quad (2.48)$$

$$r_2' = \alpha \cdot R_2' = 1,3726 \cdot 0,02894 = 0,0397 \text{ Ом}. \quad (2.49)$$

Қозғалтқыш жүйенің жоғары жиілігінде жұмыс жасағандықтан, есептеудегі реактивті кедергі мәні шынайы мәнінен өзгеше болады. Жиілік бойынша түзету коэффициентін енгіземіз:

$$\lambda = \frac{f_c}{f_0} = \frac{51,9}{50} = 1,038 \quad (2.50)$$

Түзету коэффициентінің ескерілуімен реактивті кедергіні есептеу:

$$x_1 = \lambda \cdot X_1 = 1,038 \cdot 0,1639 = 0,1701 \text{ Ом}; \quad (2.51)$$

$$x_2' = \lambda \cdot X_2' = 1,038 \cdot 0,2263 = 0,2349 \text{ Ом}. \quad (2.52)$$

Ротор және статордың магнит байланыс коэффициенті:

$$k_s = \frac{L_m}{L_s} = \frac{0,009046}{0,00957} = 0,9453; \quad (2.53)$$

$$k_r = \frac{L_m}{L_r} = \frac{0,009046}{0,00977} = 0,9259. \quad (2.54)$$

Машинаның тарау коэффициенті:

$$\sigma = 1 - k_s \cdot k_r = 1 - 0,9453 \cdot 0,9259 = 0,1247 \quad (2.55)$$

2.4 Жиіліктік реттеудегі түтін сорғы электрқозғалтқышының параметрлерін есептеу

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{n_2}{n_1}; \quad (2.56)$$

$$H_2 = H_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2. \quad (2.57)$$

Айналудың түрлі жиілігінде артқан H қысымы мен Q өнімділікті қайта есептеудегі түтін сорғы ПӘК-і айтарлықтай тең.

Түтін сорғының пайдаланатын қуат мәні:

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 = P_1 \cdot \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right) = 34,14 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{\omega_2}{104,67}\right)^3 = 0,0298\omega_2^3, \quad (2.58)$$

мұндағы

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1000}{104,67} \text{ рад/с} . \quad (2.59)$$

Кедергінің статикалық моментінің өзгеру заңы мына формула бойынша анықталады:

$$M_c = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{0,0298\omega_2^3}{\omega_2} = 0,0298\omega_2^2 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.60)$$

Механизмнің инерция моментін электрқозғалтқыш білігіне келтіру жетектің кинематикалық байланыстары абсолютті қатаң деп ескерілуі арқылы жүзеге асады.

Муфта инерция моментін қозғалтқыштың ротор инерция моментінен 5% деп аламыз:

$$J_{MV\Phi} = 0,05 \cdot J_{\text{коз}} = 0,05 \cdot 1,3 = 0,065 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.61)$$

Желдеткіш роторының инерция моменті:

$$J_B = \frac{GD^2}{4g} = \frac{2000}{4 \cdot 9,81} = 50,97 \text{ кг} \cdot \text{м}. \quad (2.62)$$

Қозғалтқыш білігіне келтірілген механизмнің инерция моменті:

$$J_{m\gamma p} = J_{\text{муфта}} + J_{\text{коз}} = 0,065 \cdot 50,97 = 51,035 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.63)$$

ABBM2AA250M электрқозғалтқышы үшін жүктеменің максимал шекті инерция моменті мына формула арқылы анықталады:

$$J_{\text{д.мах}} = \frac{GD^2}{4g} = \frac{2400}{4 \cdot 9,81} = 61,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.64)$$

Жүктеме инерция моменті J_{np} максимал шекті инерция моментінен $J_{\text{д.мах}}$ кем

$$J_{m\gamma p} = 51,035 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 < J_{\text{түр}} = 61,16 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.65)$$

Сәйкесінше, таңдалынып отырған электрқозғалтқыш Д-12 түтін сорғысымен жұмыс жасауға қажетті динамикалық тиеу мүмкіндігіне ие. Қозғалтқыш білігіне келтірілген қосынды инерция моменті:

$$J_{\Sigma} = J_{myp} + J_{koz} = 51,035 + 1,3 = 52,335 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.66)$$

Алынған мәндерді электрқозғалтқыш қозғалысы өрнегіне қойсақ:

$$M - M_c = J_{\Sigma} \cdot \frac{d\omega}{d_1} \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (2.67)$$

мұндағы M – жетекті қозғалтқышпен қоздырылатын электромагнитті момент, бұдан:

$$M - 0,0298\omega^2 = J_{np} \cdot \frac{d\omega}{d_1} \text{ өрнегін аламыз.} \quad (2.68)$$

Берілген өрнекті операторлық формада енгіземіз. M – электромагнитті момент кіріс мән және қозғалтқыштың роторының айналу жылдамдығышығыс мән деп аламыз.

$$W(p) = \frac{\omega}{M} = \frac{1}{J_{myp} p + 0,0298\omega^2} = \frac{\frac{1}{J_{myp} p}}{1 + \frac{0,0298\omega^2}{J_{myp} p}}. \quad (2.69)$$

Түтін сорғының айналу жиілігі ω^0 жетекті электрқозғалтқыш роторының жиілігіне тең, себебі жетектің барлық кинематикалық байланыстарын абсолютті қатаң деп қабылдауға болады.

2.5 Қыздыру бойынша қозғалтқышты тексеру

Жұмыс кезінде электр қозғалтқышы тек белгілі температураға дейін ғана қыздырылуы керек (рұқсат етілетін температура), ол пайдаланылатын оқшаулама материалдардың қызу беріктігімен анықталады. Зауытпен орнатылған және қозғалтқыштың паспорттық берілгендерінде көрсетілген қызудың ұйғарынды температурада шектеуді қадағалауда, қозғалтқыштың нормативті жұмыс уақыты 15-20 жыл қамтамасыз етіледі. Температуралық шектеулерді орындамаған кезде, орам оқшауламасының алдын ала бұзылуы болады және электр қозғалтқыштың жұмыс уақыты қысқарады.

Мысалы, қызудың рұқсат етілген температурадан көтерілуі на8-10°С А классы оқшауламаның жұмыс істеу уақытын екі есе қысқартады.

Жаңа буынның электр қозғалтқышында келесі класстардың оқшауламасы пайдаланылады, рұқсат етілген немесе қызудың нормативті температурасы, ол құрайды: А классы үшін 105°С дейін, Екклассы үшін -120°С дейін, В классы үшін -130°С дейін, Р классы үшін -155°С дейін, Нкклассы үшін -180°С дейін, Скклассы үшін - 180° С жоғары.

Соңғы уақытта электр қозғалтқыштарын жасағанда В, F =155 және Н классты оқшауламасын пайдаланады.

Қозғалтқышты қызу бойынша тексеру негізінде қозғалтқыштың рұқсат етілген температурада жұмыс жасауының сәйкестенуі жатыр.

Егер температура рұқсат етілген мәндерден аспаса, онда электр қозғалтқышы ұйғарында жылулық режимде жұмыс жасайды, және керісінше. Әдетте абсолютті температура салыстырылмайды, ал τ қыздырылуы. Т қыздырылуы дегеніміз, ол қозғалтқыш температурасы t айырмашылығы және қоршаған ортаның: $\tau = t - t_{oc}$. Қозғалтқыш үшін қандай да бір жылулық есептеулерді орындағанда, 40° С тең қоршаған ортаның температурасы беріледі, бұл температура электр қозғалтқыштың номиналды қуатына тең, ол оның қалқаншасында көрсетілген.

Егер қоршаған ортаның температурасы 40°С бірнеше төмен болса, онда қозғалтқышты қуаттың номиналды мәндерінен бірнеше жоғары жүктеуге болады, онда оның жүктемесін төмендету керек, немесе қосымша суыту бойынша шаралар қабылдау керек немесе жоғары қуатты электр қозғалтқышына ауыстыру қажет. Қозғалтқыш ұйғарын жылулық режимде жұмыс жасауы үшін келесі шарттар орындалуы керек:

$$\tau_{жұм} < \tau_{нор} , \quad (2.70)$$

мұндағы $\tau_{нор}$ — оның оқшаулама классына тәуелді қозғалтқыштың қызуының нормативті мәндері;

$T_{жұм}$ — қозғалтқыштың жұмысы кезіндегі қызу.

Қозғалтқышты тексеру кезінде, $T_{жұм}$ ретінде қозғалтқыштың жұмыс уақытындағы орташа немесе максималды қыздыру таңдалынады.

Орташа қыздыруда қозғалтқыштың неғұрлым толық қолданылуы болады, бірақ жұмыстың кейбір периодтарында қызу орташа мәндерден асуы мүмкін.

Максималды қызу кезінде қозғалтқыштың жұмыс қызуы әрқашан қалыптыдан төмен болады, бірақ осыдан қозғалтқыш өз қуатымен толығымен пайдаланбайды. Қозғалтқышты қызуы бойынша тексеруді тікелей немесе жанама әдіспен жүргізеді. Тікелей әдіспен тексергенде есептеу жүргізіледі және қозғалтқыштың жұмыс циклындағы қызудың қисығының түзілуі болады. Қисықтың берілгендері бойынша максималды немесе орташа қызуды анықтаймыз, және осының негізінде электр қозғалтқыштың жылулық

режимдері туралы айтылады.

Тексеруді тікелей әдіспен орындау үшін, қозғалтқыштың жылулық режимінің математикалық үлгісі болуы керек. Қызу процессінің нақты сипаттамасы және қозғалтқышты суыту өте күрделі тапсырма болып табылады. Қозғалтқыш көптеген бөлшектерден тұрғандықтан және түрлі конфигурацияның түйіндерінен және берілген бөлшектер түрлі материалдардан жасалғандықтан, онда ол жылу берудің және жылу сыйымдылықтың түрлі мәндерін көрсетеді.

Қозғалтқыштың жеке бөліктерінің қызу шарттары бірдей емес, ал жылулық ағынның бағыттары оның жұмыс режиміне тәуелді.

Қозғалтқыштарда жылулық процесстерді зерттеу үшін дәл талдауды көрсеткенде әдетте келесілерді қабылдайды:

- Қозғалтқышты бір зат ретінде қарастырады, шексіз үлкен жылу сыйымдылықты және оның барлық нүктелерінде бірдей температурада;

- Қоршаған ортаға жылудың берілуі қоршаған орта және электр қозғалтқышы температурасының айырмашылығының бірінші сатысына пропорционалды;

- Қоршаған орта шексіз үлкен жылу сыйымдылықтан тұрады, яғни қозғалтқыштың қызу процессінде оның температурасы өзгермейді;

- Қозғалтқыштың жылу беру коэффициенті және оның жылу сыйымдылығы қоршаған ортаның температурасына тәуелсіз болады.

Осылайша жылу баланс өрнегін келесідей көрсетуге болады:

$$\tau = (\tau_{\text{бас}} - \tau_{\text{орн}}) \cdot e^{\frac{-t}{T_i}} + t_{\text{орн}}, \quad (2.71)$$

$\tau_{\text{орн}} = \frac{\Delta P}{A}$ - қозғалтқыштағы температураның орын алған артуы, °С;

$T_i = \frac{C}{A}$ - қызу уақытының жылу тұрақтысы немесе қозғалтқыш сууы, с;

$\tau_{\text{бас}}$ - қозғалтқыштың бастапқы асқын қызуы, °С;

ΔP - қозғалтқыштағы қуат шығыны $\left(\Delta P = \frac{P(1-\eta)}{\eta} \right)$, Вт;

A - қозғалтқыш жылу алмасуы, Дж/с°С;

C - қозғалтқыш жылу сыйымдылығы, Дж/°С.

Электр қозғалтқыштың жылу алмасуы келесі формула бойынша табылады:

$$A = \frac{(1-\eta_H)}{\eta_H} \cdot \frac{P_H}{Q_{\text{шек}}}. \quad (2.72)$$

мұндағы $Q_{\text{шек}}$ - берілген типті оқшаулау үшін шекті температура асқыны. Оқшаулау классы - В, сәйкесінше $Q_{\text{шек}} = 155$ °С.

Бұдан алатынымыз:

$$A = \frac{(1-0,9)}{0,9} \cdot \frac{55000}{155} = 39,42 \text{ Дж/}^\circ\text{C}. \quad (2.73)$$

Анықтамадан қозғалтқыштың жылу сыйымдылығын табамыз $C=118439$ Дж/°С.

Қозғалыссыз ротордағы қозғалтқыштың жылу алмасуы A_0 және номиналды жылдамдық A төмендегі теңдікпен байланысты:

$$\beta = \frac{A_0}{A}, \quad (2.74)$$

мұндағы β -асинхронды қозғалтқыш коэффициенті 0,3-ке тең. Бұл қозғалтқыштардың айналу осы 200-250 мм және полюс саны $Z=3$.

Қозғалтқыштың жылу уақытының тұрақтысы:

$$T_n = \frac{C}{A}. \quad (2.75)$$

Алынған мәндерді (2.75) өрнегіне қойсақ:

$$T_n = \frac{118439}{39,42} = 3004,54 \text{ с.}$$

Қозғалтқышты суыту уақыты тұрақтысы T_0 және қызу уақыт тұрақтысы T_n өзара мына қатынас бойынша байланысты:

$$T = \frac{T_n}{\beta} = \frac{3004,54}{0,3} = 10015. \quad (2.77)$$

Сонымен бірге анықтамалық берлігендер бойынша T қызу уақыт тұрақтысы мәндері анықталады, w сәйкесінше мәндерінде, $\tau_{\text{бас}}$ бастапқы мәнін тең деп аламыз $\tau=0$.

Білікте қуат мәнін біліп номиналды температурада. График бойынша қозғалтқыштың максималды қызу температурасын анықтадық. Ол тең $\tau_{\text{max}}=78$ °С, және $Q_{\text{max}}=90$ °С шектік ұйғарындыдан төмен. Осыдан (2.70)шарты орындалады, және одан қызу шарттары бойынша таңдалған электр қозғалтқышы сай келеді.

2.6 Жиілікті түрлендіргішті таңдау және ЖТ базасындағы басқару жүйесінің қызмет көрсету принципі

Энергияны үнемдеу жүйесі электр жетегін кіргізгенде түрлендіргіштік техниканы дұрыс таңдаудан тұратын күрделі мәселе тап болады.

Көптеген қазіргі заманғы жиілікті түрлендіргіштер жүктеменің өзгеруінде неғұрлым ыңғайлы кернеумен басқару қозғалтқышында жиі өзіне энергия үнемдеу басқару функциясын қосады. Мұндай басқару кейбір режимдерде тұтынатын электр энергияны ұндай басқару кейбір режимдерде тұтынатын электр энергияны 30% дейін тиімдетеді. Тиімдету қозғалтқышта шығынды төмендету жолымен болады. Энергияны үнемдеу режимі бір уақыт бөлігінде төмендетілген жүктемеде жұмыс жасайтын механизмдер үшін өте маңызды. Мұндай механизмдерге конвейер, сорғыш, желдеткіштерді жатқызуға болады және т.б.

Себебі көптеген көптеген жағдайларда асинхронды қозғалтқыштар қуат бойынша айтарлықтай қормен таңдалады және жиі толық емес жүктемемен жұмыс жасайды, осыдан кең қолданылатын энергияны үнемдеу жиілікті түрлендіргіштердің жоғары эффективтілігіне қол жеткізуге болады.

Бір қозғалтқышпен бір жиілікті түрлендіргіштің жұмысы кезінде түрлендіргіштерді таңдау келесі параметрлер бойынша жүргізілуі мүмкін:

Паспорттық қуат ПҚ [кВт] қозғалтқыштың қуатына [кВт] тең немесе үлкен болуы керек:

$$I_{Пас} \geq I_H; \quad U_{Ш} \geq U_H .$$

Номиналды созылмалы ток қозғалтқышпен тұтынылатын нақты токқа тең немесе үлкен болуы қажет. Түтін тартқыштың жетегіне DeltaVFD-B жиілікті түрлендіргішті таңдаймыз - 75 кВт қуатты және 3x380В кернеудегі жалпы тағайындаманың әмбебап жиілікті түрлендіргіш.



11 сурет- DeltaVFD-B жиілік түрлендіргіші

Delta VFD-B жиілікті түрлендіргішті үлкен ғимараттың желдеткіш жүйесінің, екпінді машиналардың, түгін тартқыштың, крандық қондырғының, жоғары жылдамдықты араның, канализациялық жүйенің, компрессорлардың лифтілердің, эскалаторлардың жетегін реттеу үшін қолдануға болады.

VFD-B жиілікті түрлендіргіштің негізгі айыратын артықшылықтары:

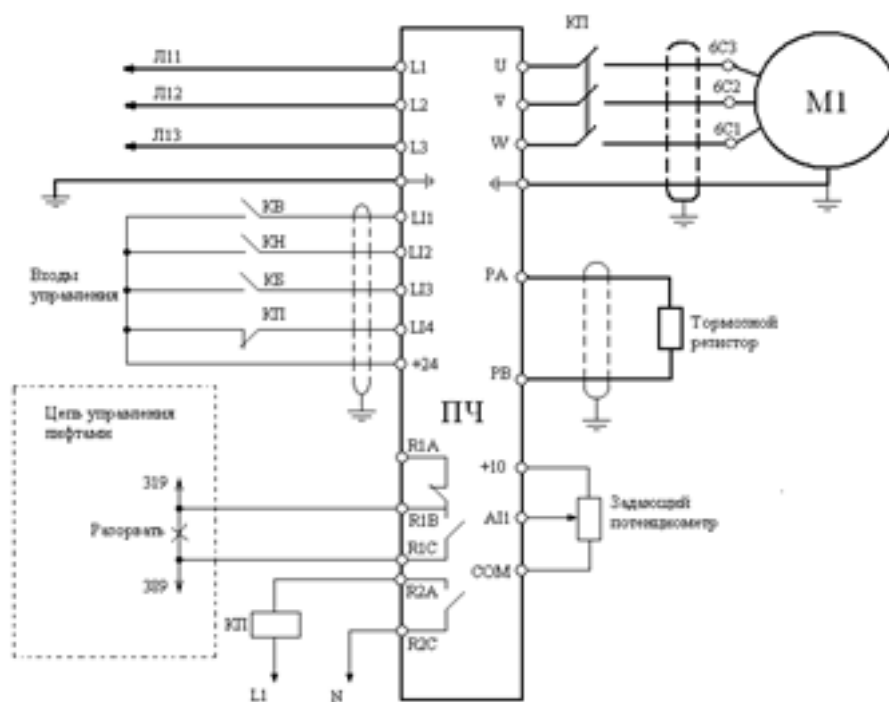
Шығыс жиілігі: 0~400Гц (0~2000Гц)

- V/F қойылатын сипаттама және векторлық басқару;
- Жиілікті берудің негізгі және қосымша көздері;
- 15 алдын ала орнатылған жылдамдықтар;
- Автоматты сатылы басқару;
- ПИД реттеуіш;
- Сырғу және моменттің автоматты компенсациясы;
- Тұйықталған және алшақталған контурда векторлық басқару;
- Қозғалтқышты авто тестілеу.

DeltaVFD-B жиілікті түрлендіргіштің сипаттамалары 4кестеде көрсетілген.

4 кесте – Delta VFD-B ЖТ-нің техникалық сипаттамалары

| | | |
|------------------|------------------------------|--------------------------|
| Кернеу | 380В | |
| VFD-XXXB | 550 | |
| Толық қуат (кВА) | 55 | |
| ШЫҒЫС | Ном. шығыс ток(А) | 84 |
| | Шығыс кернеу(В) | 110 |
| | Шығыс жиілік(Гц) | 3 фазалық , 0В – тан |
| | Тасымалдаушы жиілікШИМ (кГц) | 1-6кГц (55-75кВт) |
| | Номиналдыкіріс тогы (А) | 130 |
| Кіріс | Кернеу, жиілік | 3 фазы, 380-480 В, 50/60 |
| | Шекті кернеу ауытқуы | +/-10% (342~528 В) |
| | Шекті жиілік ауытқуы | +/-5%(47~63 Гц) |
| Суыту | Вентилятор | |
| Масса (кг) | 50 | |



12 сурет- Жиілік түрлендіргіштің қозғалтқышқа қосылу сұлбасы

2.7 ЖТ базасында басқару жүйесінің қызмет көрсету принципі

ЖТ базасында басқару жүйесінің екі түрі болады: скалярлық және векторлық.

Скалярлық басқару жүйесі неғұрлым қарапайым және салыстырмал арзан болады. Мұндай жүйелер жылдамдықты реттеудің үлкен емес диапазонымен (1:5-тен 1:10-ға дейін), салыстырмалы төмен нақтылықпен және реттеу сапасымен сипатталады.

Жиілікті-реттеуші асинхронды электр жетектің жүзеге асуының қарапайым нұсқасы ретінде скалярлық басқаруды ала аламыз. Скалярлық басқару салыстырмалы төмен сапаның көрсеткіштерінен тұрады және нақты реттеуден көптеген жағдайларда скалярлық басқарумен электр жетекке қойылатын көптеген талаптарды қанағаттандырады. Бірінші кезекте ол құбыр механизм электр жетектеріне жатады, олардың талаптары жоғары емес болып келеді. Талаптарды қанағаттандыру басқарудың қарапайым жүйесінен болады, яғни қарапайым контроллерді қолдану және қозғалтқыш білігінде датчиктің болмауы. Скалярлық басқарулы ЖТ жиі сұралады және қымбат көп функционалды түрлендіргіштермен бірге бәсекелестікке түсе алады.

Векторлық басқару жүйесі кері байланыспен жылдамдық бойынша және олсыз да болуы мүмкін. Олар көбінесе тез әрекет ететін және сапалы болады, сонымен бірге жылдамдықты реттеудің 1:1000 диапазонын және одан жоғары қамтамасыз етеді. Негізгі жетіспеушілік қозғалтқышта түзетілген немесе жасалған жылдамдық датчигін пайдалану болады.

Сондықтан, жоғары сапалы асинхронды жетекті жасау үшін векторлық басқарудағы түрлендіргіштерді пайдаланамыз. Скалярлық басқарудан қарағанда онда реттелетін мәннің векторлық көрінісі қолданылады, яғни басқару жүйесінде токтың абсолютті мәндерінен басқа олардың таңдалған координата жүйесінде бұрыштық орналасуы пайдаланылады. Берілетін қазіргі замандағы жоғары сапалы асинхронды электр жетектің көбісінде бір векторлық шамамен қатаң байланыстағы координата жүйесінде реттеу болатын өрістің орындалуы қолданылады.

Ереже бойынша, базалық вектор ретінде ол бірлестірілетін ротордың ағын болуы пайдаланылады. Айналымды жүйе координатының бір осы. Координата жүйесінде шаманың жазылуы басқару каналын ағынмен және моментке бөлуге мүмкіндік береді, сонда бұл шамалардың мәндері айналымды жүйенің осындағы ток векторы проекциясына сай статор тогының екі тәуелсіз құраушысымен анықталады.

Жаңа координат жүйесіне өту тәуелсіз қоздырумен тұрақты ток қозғалтқышымен аналогияны жүргізуге мүмкіндік береді. Басқару жүйесі бұл жағдайда бағынатын реттеудің классикалық жүйесі болып табылады.

ЖТ векторлық басқаруы бірауқытта моментпен және қозғалтқыш ағынымен басқарудан тұрады. Асинхронды қозғалтқышта момент және ағынды басқару үшін статор тогы амплитуда және фаза бойынша басқарылуы керек, яғни вектор шамасына.

Ротормен салыстырмалы фазамен басқару үшін, оның жағдайы белгілі болуы керек. Түрлендіргішке ротор жағдайын хабарлау үшін , толық векторлық басқаруға жылдамдық датчигін пайдалану қажетті болады.

Көптеген жағдайда өосымша шығындар жылдамдық датчигіне сол сияқты ақталмайды. Бұл жағдайда ротор жылдамдығын және жағдайын нақты есептейтін қозғалтқыштың негізгі құрамдарын математикалық модельдеумен бағдарламалық алгоритм қолданылады.

Сондықтан түрлендіргіш орындау керек:

- Кіріс кернеуін қадағалау керек және ток өте нақты болуы керек;
- Ротор және статор кедергісін , қозғалтқыш жойылу индуктивтілігін есептеуі керек;
- Қозғалтқыштың жылулық сипаттамаларының нақты үлгісінің болуы;
- Оның жұмыс шарты үшін қозғалтқыш параметрлерін адаптациялау;
- Өте тез математикалық есептеулерді орындау;
- Ауыспалы нүктелі (F^2P^2) тез әрекет ететін процессордың болуы.

Бұл ауыспалы нүктелі секундына миллион есептеуді орындайтын тез ірекет ететін процессорлы қолданумен орындалған, ол жұмыстың қатаң критерилері үшін қажет етіледі. Нәтижесінде, өндіруші момент 150% көтерілген және 0.5Гц кезінде және одан жоғары 200% 2.5Гц кезінде кнтерілген, және қозғалтқыштың адаптациясының жылулық үлгісі арқылы жұмыс барлық температура диапазонында орындалады.

Векторлық басқару мүмкіндік береді:

- Төмен айналымда жоғары моментты көтеру;
- Қозғалтқышқа өте жоғары жылдамдықты беру;
- Инверторды аударусыз қорек кернеунің қысқа уақыттық жоғалуында қозғалтқышты алуды орындау;
- Механизмге қажет емес жылдамдықтың өтуін орындау (мысалы, резонанстың түрлі механикалық мәселелерімен байланысы).

Векторлық басқару реттеу сапасының жоғары көрсеткіштерін талап ететін жоғары динамикалық жүйенің жұмысын басқаруға мүмкіндік береді, іске қосылуды және тоқтауда моментке жоғары талаппен мезанизм, жоғары инерциалды мезанизм (кран,станок,лифті). Басқару жүйесі негізінен ауытқу бойынша реттеу принципімен функционалланады.

Электр жетектің іске қосылу және тоқтау уақыты берілген сигналдың түсуі немесе қажет жылдамдықтың өсуін реттейтін, интенсивтілікті берудің көмегімен беріледі.

Қозғалтқыштың математикалық үлгісінің блогы токты өлшеу және қозғалтқыш орамында кернеуді өлшеу, сонымен қатар жылдамдық бойынша кері байланыс бойынша сигналды реттеуде жылдамдықтың нақты мәнін есептейді.

Жүйенің кірісіне жылдамдықтың берілетін сигналын бергенде ол кері байланыс сигналымен жылдамдық бойынша қозғалтқыштың математикалық үлгісінің блоктан шығуымен салыстырылады. Берілген сигнал мәнің жылдамдығына сай болмағанда, қателік пропорционалды- интегралды

дифференциалды жылдамдықты реттеу кірісіне түседі, ол сигналдың пропорционалды түрленуін жүргізеді және алдыңғы қате сигналадың мәнімен қосындылайды.

Сигналдың өсу жылдамдығына реттеушінің сақтандырма қорғанысы қателігі жылдамдықтың дифференциалды құрамдастырушысының параллель байланысы арқылы жасалынады.

Реттеушіге шығыста басқарушы сигнал ары қарай ток және моментті есептеу блогына беріледі. Жылдамдық бойынша қателік сигналынан тәуелді жүйе статор тогын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар жүйе жеке канал арқылы I_{start} іске қосылу тогына сай қозғалтқыштың максималды пусктік тогын шектеуді қамтамасыз етеді. ПИ-реттеуші шығыс сигналына сай асинхронды қозғалтқыштың берілген кернеулі сигнал түрлендіргіштің шығыс сигналын түзету жүргізіледі.

Осыдан жүйеде кернеудің өшіп қосумен жиілікке қатынасты реттеудің блогы бар. Жиілікті номиналдыдан жоғары реттегенде $f > f_s$ жиілікті орнату нақты жылдамдықтан тәуелді орындалады. Осы мәнде орамдағы кернеу номиналды болып табылады.

Өнеркәсіптіктен төмен жиілікті реттегенде $f < f_s$ кернеуді орнату нақты жылдамдық бойына сигналды реттеу және жүктемені тұрақты түрде бақылауда F_{slip} жиілік арқылы орындалады.

Осы мәнде орамдағы кернеу номиналдыдан төмен реттелмейді, жиілік мәнінен тәуелді, қозғалтқыштың қайта жүктеу қайта реттеу мақсатымен және машинаның магниттік жүйесінің қайта қанығуын болдырмау. Осы каналдардың көмегімен қажетті жүктемеге жетекті жөндеу қамтамасыз етіледі.

Координатаның бағынышты реттеушісі контур тогын реттеудің жылдамдықты реттеу контураны бағынышын айтамыз.

1980 жылдардың ортасында, басқару жүйесін шығаруда векторлық басқару стандартты болады деп жобаланған, содан координатаны түрлендіру жобасын қолданбаған және тұрақты токты қозғалтқышты қолданбаған жаңа зерттеулер пайда болды.

Ағын және момент екі токтық құраушыларға байланысты басқарылатын векторлық басқару әдісіне қарағанда, жаңа әдісте бұл мәндер тікелей реттеледі, сол кезде ток және кернеу –тікелей емес. Негізгі ой әдеттегі импульсті модулятордың бас тартуы және өажет бағытта ағын және момент өзгеруін шақыратын инвертордың мұндай жағдайын таңдаудан тұрады.

Бұл әдіс қабылдады (момент және ағынды тікелей басқару атауын, немесе моментпен тікелей бақсару). Бұл басқару әдісінде релелік басқарудың принциптері пайдаланылады.

ЖТ барлығы қосымша технологиялық параметрдің реттеу контурын форматтау үшін түзетілген пропорционалды интегралды-дифференциалды реттеуіштен (ПИД реттеуіш), аналогтық және жиіліктік кіріс және шығыстар, дискретті және релелік кіріс және шығысы қосымша қондырғымен басқару

үшін, жүйе автоматизациясына интеграция үшін байланыстың стандартты каналдары және берілген персоналдық компьютермен ауыстыру жатады.

Ереже бойынша, орнатылған және дисплеймен басқарудың алмалы басқышы бар және жөндеу, жөндеудің оперативті өзгерістері үшін, сигнал беру және диагностика үшін пернетақтадан тұрады.

3. Электр қозғалтқыш-механизм статикалық және өтпелі процесстердің есептелулері

3.1 ЖТ-АҚ- түтін сорғының жылдамдық бойынша кері байланыс жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Өтпелі процесс дегеніміз электр қозғалтқыштың бір орнатылған жағдайдан өткендегі, ток, момент және жиіліктің өзгеруімен болатын жұмыс режимі.

Тепе-теңдік теңдеуі мына түрде болады:

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}. \quad (3.1)$$

Математикалық сипаттамада электр магнитті уақыт тұрақтысын елемеуге және өтпелі процесстерді электр механикалық деп санауға болады, себебі ЖТ қорегінде электр қозғалтқышы механикалық сипаттаманың тікелей сызықты учаскелерінде жұмыс істейді.

ЖТ-АҚ жүйесінде электр қозғалтқышы критикалық мәннен төмен сырғуларда жұмыс жасағандықтан, онда сипаттаманың тікелей сызықты аумағының математикалық сипаттамасы мына түрде болады:

$$\omega = \omega_0 \alpha - \Delta \omega, \quad (3.2)$$

мұндағы: $\omega_{0H} - f_H$ номиналды жиілікке тең f жиіліктегі мінсіз бос жүрістің жылдамдығы;

$\alpha = f / f_H$ – қорек кернеуінің салыстырмалы жиілігі;

$\Delta \omega$ – жылдамдықтың статикалық түсуі.

Жұмыс аумағында қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары ЖТ-АҚ жүйесінде параллель болса, онда мұнда M_c жылдамдықтың статикалық түсуі тұрақты мән болып табылады, яғни (3.2) мына түрде көруге болады:

$$\omega = \omega_0 \alpha - KM, \quad (3.3)$$

мұндағы K - M және $\Delta \omega$ аралығындағы пропорционалдық коэффициенті.

Бұл коэффициентті келесі жолдардан анықтауға болады: ол сипаттаманың кез келген нүктесі үшін тұрақты болып табылады, сонымен

қоса табиғи сипаттамадағы номиналды режим нүктесі үшін де, яғни (3.3) алатынымыз:

$$\omega_H = \omega_0 \alpha - K M_H. \quad (3.4)$$

(3.4) осыдан, алгебралық түрлендіруден кейін алатынымыз:

$$K = \omega_0 S_H / M_H. \quad (3.5)$$

(3.3) K орнына (3.5) мәнін қоямыз, және алгебралық түрлендіруден кейін механикалық сипаттаманың сызықты учаскелерінде қозғалтқыш моментінің математикалық сипаттамаларын аламыз

$$M = (\omega_0 \alpha - \omega) M_H / S_H \omega_0. \quad (3.6)$$

Ары қарай математикалық сипаттаманы салыстырмалы өлшемде жүргізген дұрыс (мұнда салыстырмалы шамалар * белгісімен көрсетіледі); базалық ретінде қолданылады: M_H, ω_0, f_H .

Онда (3.6) мына түрде бола алады:

$$M^* = (\alpha - \omega^*) / S_H. \quad (3.7)$$

Электр жетегі қозғалысы теңдеуінен алатынымыз:

$$M = M_c + T_M (M_{KH} / \omega_0) (d\omega / dt), \quad (3.8)$$

мұнда $T_M = J_{\omega_{OH}} / M_{KH}$ – электрмеханикалық уақыт тұрақтысы $M_{KH} - f = f_H$ мәніндегі сипаттамадағы критикалық момент (3.8) салыстырмалы шамада қарасақ

$$M^* = M_c^* + T_M (M_{KH} / M_H) (d\omega^* / dt), \quad (3.9)$$

мұнда $M_{KH} / M_H = \lambda$ – қозғалтқыштың қайта қосылуы қабілеті. Әрі түрлендіргіштің жиілігін және кернеуін бірге өзгерту заңы статикалық момент жылдамдығынан тәуелді кез келген пішіндегі тұрақты қайта қосу шартынан таңдалады, яғни барлық мүмкін режимдер үшін бұл мән өзгеріссіз болады.

Осыдан, (3.9) жазуға болады

$$M^* = M_c^* + T_M \lambda (d\omega^* / dt). \quad (3.10)$$

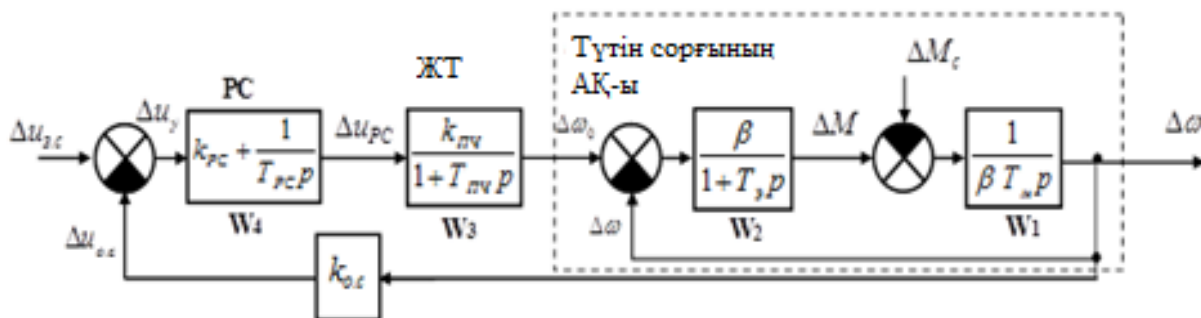
$d\omega^*/dt$ анықтаймыз және (3.7) анықталған теңдеуді операторлық пішінде аламыз

$$\omega^*(p) = (M^*(p) - M_c^*(p)) / \lambda T_{mp}, \quad (3.11)$$

$$M^*(p) = \alpha(p) - \omega^*(p) / S_H. \quad (3.12)$$

Жиілікті – реттегіш асинхронды электр жетектің талап етілетін статикалық және динамикалық құрылымын қалыптастыруы оның координатасын реттеудің тұйықталған жүйесінде ғана мүмкін.

Жылдамдық бойынша реттеу диапазонын көтеру үшін берілген реттеу жүйесіне жылдамдық бойынша кері байланысты кіргізу қажет. Сондықтан, электр жетектің өтпелі процесстерінің математикалық сипаттамасында жылдамдық бойынша кері байланыс ескеріледі. ЖТ-АҚ жылдамдық және ток бойынша кері байланысты жүйенің құрылымдық сұлбасы келесідей.



β – механикалық сипаттаманың қаттылығы, $k_{ЖТ}$ – ЖТ жіберу коэффициенті, $T_{ЖТ}$ – ЖТ басқару тізбегінің уақыт тұрақтысы, T_M – электр механикалық уақыт тұрақтысы, $\Delta\omega$ – жылдамдықтың артылуы, ΔM – моменттің артылуы, ΔU_{zc} – берілетін сигналдың артылуы, ΔM_c – жүктеменің статикалық моментінің артылуы, $\Delta\omega_0$ – АҚ электр магнитті өрісінің бұрыштық жылдамдығының артылуы, T_ε – АҚ электр магнитті эквивалентті уақыт тұрақтысы, ΔU_y – жылдамдықты реттеудің басқару сигналы, ΔU_{PC} – ЖТ басқару сигналы, ΔU_{oc} – жылдамдық бойынша кері байланыс сигналы, k_{oc} – жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті.

14 сурет – Автоматталған ЭЖ ЖТ– АҚ құрылымдық сұлбасы

Жоғарыда көрсетілгендей, жиілікті түрлендіргіш тізбектей жалғанған түзеткіш және инвертордан тұрады. Егер оларды T_b және $T_{и}$ сәйкесінше уақыт тұрақтыларымен аperiодты деп санасақ, $W_{п}(p)$ түрлендіргіштің беріліс функциясы келесідей болады:

$$W_{п}(p) = K_{п} / [(T_b + 1)(T_{и}p + 1)], \quad (3.13)$$

мұндағы K_{π} – ЖТ жоғарылату коэффициенті.
Алгебралық түрлендіруден кейін (3.13) алатынымыз:

$$W_{\pi}(p) = K_{\pi} / (T_{\text{в}} T_{\text{и}} p^2 + T_{\text{в}} p + T_{\text{и}} p + 1). \quad (3.14)$$

Түзеткіштің уақыт тұрақтысы $T_{\text{в}} = 0,01$ с, ал инвертордың уақыт тұрақтысы мәні оның конструкциясымен анықталады.

Егер инвертор тиристорлық кілттер негізінде тұрғызылған болса, онда оның уақыт тұрақтысы $T_{\text{и}} = 0,01$ -ге тең, ал егер транзисторлар негізінде болса, онда оны уақыт тұрақтысында нөлге тең, инерциясіз буын деп есептеуге болады. Егер $T_{\text{и}} = 0,01$, онда $T_{\text{в}} T_{\text{и}} = 0,0001$ с. Бұл мәнді ескермеуге болады, сонымен

$$W_{\pi}(p) = K_{\pi} / [(T_{\text{в}} + T_{\text{и}}) p + 1]. \quad (3.15)$$

Яғни,

$$W_{\pi}(p) = f(p) / U_3 = K_{\pi} / [(T_{\text{в}} + T_{\text{и}}) p + 1]. \quad (3.16)$$

Салыстырмалы бірліктерде алсақ, негізгі мәндер $U_3 \sim U_{3\text{н}}$ болады. Бұл жағдайда түрлендіргіш шығысындағы кернеу жиілігі $f_{\text{н}}$ номиналға тең. Орнатылған режимде $U_{3\text{н}} K_{\pi} = f_{\text{н}}$, осылайша

$$\alpha(p) = U^*(p) / [(T_{\text{в}} + T_{\text{и}}) p + 1]. \quad (3.17)$$

Бұл жүйе келесі дифференциалдық өрнектер арқылы көрсетіледі:

$$\frac{d\omega^*}{dt} = \frac{M^* - M_c^*}{\lambda \cdot T_M}, \quad (3.18)$$

$$M^* = \frac{\alpha - \omega^*}{S_H}, \quad (3.19)$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{U_3^* - \alpha}{T_{\text{в}} - T_M}. \quad (3.20)$$

мұндағы $\omega^* = \omega / \omega_{\text{он}}$ – салыстырмалы жылдамдық;
 $\omega_{\text{он}}$ – идеал бос жүріс жылдамдығы (жиілік $f = f_{\text{н}}$);
 $M^* = M / M_{\text{н}}$ – салыстырмалы момент;
 $\alpha^* = f / f_{\text{н}}$ – салыстырмалы жиілік;

$U_3^* = K_3 \cdot t$,
 мұндағы $K_3 = 1/t_n$ – түрлендіргіш шығыс кернеуінің жиілік өзгерісінің жылдамдық коэффициенті ;
 S_H – асинхронды машинаның номинал сырғыуы.

3.2 Құрылымдық сұлба коэффициенттерін есептеу

Басқару сигналының максимал мәнін 10 В-қа тең деп қабылдаймыз .
 Статор және ротор ағын ілінісуі былай анықталады:

$$\psi_2 = \frac{U_{1n}}{4,44 \cdot f_0} = \frac{220}{4,44 \cdot 51,9} = 0,9547 \text{ Вб.} \quad (3.21)$$

Технологиялық процесстегі максимал моментке сүйене отырып x және y осьіне статор тогының базисті проекция амплитудасын анықтаймыз.

Y осьіне толық ток проекциясын табамыз:

$$M_y = \frac{3}{2} \cdot p_{II} \cdot k_2 \cdot |\psi_2| \cdot I_{1y}, \quad (3.22)$$

$$I_{1y} = \frac{M_{\text{ном}}}{\frac{3}{2} \cdot p_{II} \cdot k_2 \cdot |\psi_2|} = \frac{532,17}{\frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 0,9259 \cdot 0,9547} = 133,78 \text{ А.} \quad (3.23)$$

Ағымдағы актив токты анықтаймыз:

$$I_{1a} = \frac{I_{1y}}{\sqrt{2}} = \frac{133,78}{\sqrt{2}} = 94,59 \text{ А.} \quad (3.24)$$

Толық номиналды токты табамыз:

$$I_1 = \frac{I_{1a}}{\cos \varphi} = \frac{94,59}{0,8} = 118,238 \text{ А.} \quad (3.25)$$

Номиналды реактивті токты табамыз:

$$I_{1p} = I_1 \cdot \sin \varphi = 118,238 \cdot 0,6 = 70,9 \text{ А.} \quad (3.26)$$

X осьіне толық токтың проекциясын анықтаймыз:

$$I_{1x} = I_{1p} \cdot \sqrt{2} = 70,9 \cdot \sqrt{2} = 100,26 \text{ А.} \quad (3.27)$$

Жиілік түрлендіргіштің ток бойынша асқын жүктелуін ескерумен токтардың базисты проекциясын анықтаймыз:

$$I_{1y\delta} = I_{1y} \cdot k_{перез} = 133,78 \cdot 1,5 = 200,67 \text{ A}, \quad (3.28)$$

$$I_{1x\delta} = I_{1x} \cdot k_{перез} = 100,26 \cdot 1,5 = 150,39 \text{ A}. \quad (3.29)$$

Ағын бойынша кері байланыс коэффициенті:

$$k_{к\delta} = \frac{10}{\psi_2} = \frac{10}{0,9547} = 10,4745 \text{ В/Вб}. \quad (3.30)$$

Ток бойынша кері байланыс коэффициенті:

$$k_{m.к\delta} = \frac{10}{I_{1y\delta}} = \frac{10}{200,67} = 0,049 \text{ В/А}. \quad (3.31)$$

Жылдамдық бойынша кері байланыс коэффициенті:

$$k_{ж.к\delta} = \frac{10}{\omega_H} = \frac{10}{103,35} = 0,0968 \text{ В*с/рад}. \quad (3.32)$$

Қозғалтқыштың кернеу бойынша аударым коэффициенті және уақыт тұрақтысы :

$$k_a = \frac{U_m}{10} = \frac{311,127}{10} = 31,1127, \quad (3.33)$$

$$T_{II} = 0,001 \text{ с}.$$

Реттеушілерді есептеу

Ток реттеушісі:

$$T_{III} = \frac{k_{o.m} \cdot 2 \cdot T_{II} \cdot k_{II}}{R_{1\delta}} = \frac{0,049 \cdot 2 \cdot 0,001 \cdot 31,1127}{0,0726} = 0,04199 \text{ с}, \quad (3.34)$$

$$R_{1\delta} = r_1 + k_r^2 \cdot r_2' = 0,0397 + 0,9259^2 \cdot 0,0397 = 0,0726 \text{ Ом}, \quad (3.35)$$

$$W_{PT}(p) = \frac{T_{1\delta} \cdot p + 1}{T_{III} \cdot p} = \frac{0,01644 \cdot p + 1}{0,04199 \cdot p}, \quad (3.36)$$

$$T_{1\delta} = \sigma \cdot \frac{L_S}{R_{1\delta}} = 0,1247 \cdot \frac{0,00957}{0,0726} = 0,01644 \text{ с}. \quad (3.37)$$

Ағын реттеушісі:

$$T_{III} = \frac{k_{O.T} \cdot 4 \cdot T_{II} \cdot L_m}{k_{O.T}} = \frac{10,4745 \cdot 4 \cdot 0,001 \cdot 0,00904}{0,049} = 0,0077 \text{ с}, \quad (3.38)$$

$$W_{PT}(p) = \frac{T_2 \cdot p + 1}{T_{III} \cdot p} = \frac{0,246 \cdot p + 1}{0,0077 \cdot p}, \quad (3.39)$$

$$T_2 = \frac{L_r}{R_r} = \frac{0,00977}{0,0397} = 0,246. \quad (3.40)$$

Жылдамдық реттеушісі:

$$k_{PC} = \frac{k_{O.II} \cdot k_{O.T} \cdot \sum J}{3 \cdot p_{II} \cdot k_r \cdot 2 \cdot T_{II} \cdot k_{O.C.}} = \frac{10,4745 \cdot 0,049 \cdot 52,2}{3 \cdot 3 \cdot 0,959 \cdot 2 \cdot 0,001 \cdot 0,0968} = 16606,88. \quad (3.41)$$

Вектор ұзындығын шектеу үшін сигнал шектеу буынын енгізу қажет. Төмендегі пропорциядан сигналды шектеуге қажетті кернеуді табамыз:

$$\frac{I_{1yб}}{U_{зб}} = \frac{I_{1xб}}{U_{шек}}, \quad (3.42)$$

$$U_{шек} = \frac{U_{зб} \cdot I_{1xб}}{I_{1yб}} = \frac{10 \cdot 150,39}{200,67} \quad (3.43)$$

Модельдеу барысында алынған нәтижелерге сүйене отырып мына тұжырымдарға келуге болады:

- басқарудың векторлық жүйесі момент пен токтың қауіпті сілкіністерін толықтай дерлік жоюға мүмкіндік береді;
- қосардан бұрын машинаны қоздыру үшін үзіліс қажет;
- қозғалтқыш моментін басқаруға мүмкіндік береді.

3.3 Құрылымдық сұлбаны салыстырмалы бірліктерде есептеу

Құрылымдық сұлбаны салыстырмалы бірліктерде есептеу үшін базисті мәндер қажет. Бұл есептеулер электрқозғалтқыштағы өтпелі процесстерді сапалырақ бағалауға мүмкіндік береді. Базисті ток ретінде у осыне түскен

толық ток проекциясының векторын қабылдаймын.

Ағын каналы бойынша базисті ток:

$$I_{\sigma} = I_{1y\sigma} = 200,67 A. \quad (3.44)$$

Базисті бұрыштық жылдамдық:

$$\Omega_{\sigma} = \omega_n = 103,35 c^{-1}. \quad (3.45)$$

Базисті момент:

$$M_{\sigma} = M_{\max} = 1490,08 H \cdot m. \quad (3.46)$$

Басқару сигналдарының базисті кернеуі:

$$U_{\sigma y} = 10 B. \quad (3.47)$$

Базисті ағын ілінісуі:

$$\Psi_{\sigma} = \Psi = 0,9547 Bб. \quad (3.48)$$

Базисті кернеу:

$$U_{\sigma} = U_{1x} = U_{1y} = 311,127 B. \quad (3.49)$$

Базисті кедергі:

$$R_{\sigma} = \frac{U_{\sigma}}{I_{\sigma}} = \frac{311,127}{200,67} = 1,55 \text{ Ом}. \quad (3.50)$$

Қозғалтқыштың номиналды жұмыстық тогы:

$$I_{1H.pа\sigma} = I_1 = 118,238. \quad (3.51)$$

Абсолюттік мәндерді салыстырмалы бірлікке аударудың жалпы формуласы

$$y = \frac{Y}{Y_{\sigma}}. \quad (3.52)$$

Токты аудару:

$$i_a = \frac{I_{1H}}{I_{\bar{\sigma}}} = \frac{118,238}{200,67} = 0,589. \quad (3.53)$$

Бұрыштық жылдамдық:

$$i_a = \frac{I_{1H}}{I_{\bar{\sigma}}} = \frac{118,238}{200,67}. \quad (3.54)$$

Ағын ілінісуі:

$$\psi = \frac{\psi_i}{\psi_{\bar{\sigma}}} = \frac{0,9547}{0,9547} = 1. \quad (3.55)$$

Кері байланыс коэффициенттерін аудару келесі формула бойынша жүзеге асады:

$$k' = K \cdot \frac{Y}{Y_{\bar{\sigma}}}. \quad (3.56)$$

Коэффициенттерді есептеу:

$$k'_{OT} = k_{OT} \cdot \frac{I_{\bar{\sigma}}}{U_{3\bar{\sigma}}} = 0,049 \cdot \frac{200,67}{10} = 1, \quad (3.57)$$

$$k'_{OC} = k_{OC} \cdot \frac{\omega_{\bar{\sigma}}}{U_{3\bar{\sigma}}} = 0,0968 \cdot \frac{103,35}{10} = 1, \quad (3.58)$$

$$k'_{OP} = k_{OP} \cdot \frac{\psi_{\bar{\sigma}}}{U_{3\bar{\sigma}}} = 10,4745 \cdot \frac{0,9547}{10} = 1. \quad (3.59)$$

Құрылымдық сұлба буындарының аударымдық коэффициенттерін салыстырмалы бірліктерде есептеу . Түрлендіргіш:

$$W_1(p) = \frac{1}{0,001 \cdot p + 1}, \quad (3.60)$$

$$k' = k_{II} \cdot \frac{U_{к.б}}{U_{ш.б}} = 31,1127 \cdot \frac{10}{311,127} = 1. \quad (3.61)$$

Қозғалтқыштың электрлік бөлігінің буыны:

$$W_{1\vartheta}(p) = \frac{1/0,04684}{0,025478 \cdot p + 1}, \quad (3.62)$$

$$r'_{1\vartheta} = \frac{R_{1\vartheta}}{R_{\sigma}} = \frac{0,0726}{1,55} = 0,04684. \quad (3.63)$$

Жылдамдық реттеушісі:

$$k'_{PC} = \frac{T_j}{2 \cdot 2 \cdot T_{II}} = \frac{0,083}{0,004} = 20,8 \quad (3.64)$$

Жетектің инерциялық тұрақтысы:

$$T_j = \frac{\Omega_{\sigma}}{M_{\sigma}} \cdot J_{\Sigma} = \frac{103,35}{1490,08} \cdot 1,2 = 0,083. \quad (3.65)$$

3.4 Электржетегінің статикалық және динамикалық қасиеттерінің анализі

Статикалық қате мәні:

$$\Delta\omega_{cm} = 80,2 - 80 = 0,2c^{-1} \quad (3.66)$$

Пайызбен есептегендегі статикалық қате:

$$\Delta\omega_{cm\%} = \frac{\Delta\omega_{cm}}{\omega_0} \cdot 100\% = \frac{0,2}{80,2} \cdot 100\% = 0,25\% \quad (3.67)$$

3.67 көріп тұрғаныңыздай есептік қате сапалық критерилерді қанағаттандырып, шекті 5%-дан аспайды.

Сызық бойымен артқан сигналдың динамикалық қатесін есептеу:

$$\Delta\omega_{дин} = 2 \cdot 2 \cdot T_i \cdot \varepsilon_0 \quad (3.68)$$

ε_0 – жетек үдеуі

$$\varepsilon_0 = \frac{\omega_i}{t} = \frac{80,2}{5,27} = 15,22c^{-2}. \quad (3.69)$$

$$\Delta\omega_{дин} = 2 \cdot 2 \cdot 0,001 \cdot 15,22 = 0,06c^{-1}. \quad (3.70)$$

Пайызбен есептегендегі динамикалық қате:

$$\Delta\omega_{дин} = \frac{0,06}{80,2} \cdot 100\% = 0,08\%. \quad (3.71)$$

Жылдамдық бойынша өтпелі процесстегі қосынды қателік:

$$\Delta\omega_{\Sigma} = \Delta\omega_{дин} + \Delta\omega_{см} = 0,06 + 0,2 = 0,26c^{-1}. \quad (3.72)$$

Пайызбен:

$$\Delta\omega_{\Sigma\%} = \Delta\omega_{дин\%} + \Delta\omega_{см\%} = 0,08 + 0,25 = 0,33\%.$$

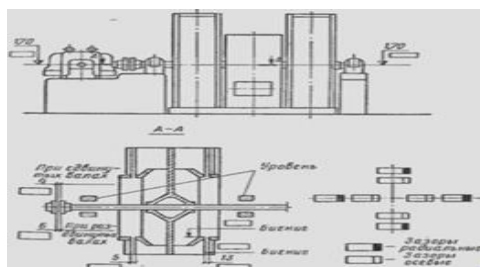
3.5 Түтін тартқыш электр жетегін монтаждау және жөндеу

Түтін тартқыштар бірегей блокпен жинақталған түрде түседі. Монтаждауда мойын тірек түйіндерін тексеруден басқа, жөндеуге келмейді. Жеке түйінмен қойылатын машиналарда мойын тіректерін тексеруден және жинақтаудан басқа, шығатын бөліктері де тексеріледі, сонымен қатар оның берілгендері көрсетілген.

Блогтық агрегаттардың монтажынан басқа улудың орнату сенімділігін тексереді және жобаның құбырының бұрылыс сәйкестендіруін.

Машинаның жақтауын тексеруде және ауытқудың блогтық агрегатының дәлелдеуін тексергенде немесе жобада агрегат биіктігі бойынша 5 мм аспауы керек. Түтін тартқыштың немесе бір жақты тарту желдеткішінің көлденең орналасуы немесе оның жақталары 1 м ұзындығынан 0,1 мм жоғары болмауы керек. Екі жақты тарту машиналарының көлденеңнен ауытқуы қалыпты болады, егер екі мойын тіректің корпусында деңгейі бойынша, бірдей (шкаланы бөлу санымен) және түрлі бағытта орналасса, корпусының көтерілуі 2 мм аспайды. Бұрандама, фундаментті бұрандама қарсосымнан тұрады.

Мойын тіректің корпусының тіректі беттері фундаментті пештерге тығыз орналасуы керек. Мойын тіректің корпусын нығыздауда әлсіз бұрандаманың максималды жергілікті саңылауы пешке 0,15 мм рұқсат етіледі.



15 сурет- Түтін сорғы

Екі жақты тартудың түтін тартқыштың бетінде түйінмен қойылатын, улудың параллельдігін және беттік жақтардың қосылуын қамтамасыз етуі

керек. Суретте түгін тартқыш тексерісіндегі формуляр көрсетілген.

Түгін тартқыш қаптамасы, бағыттаушы аппарат және жұмыс доңғалағы ортақ болуы керек. Осьтердің рұқсат етілетін жылжуы ± 3 мм аспауы керек. Жұмыс доңғалағы және қаптаманың осьтік және радиалды саңылауы зауыттық сызбаларда және пайдалануда көрсетілген берілгендерге сай болуы керек. Жұмыс доңғалағының және тартатын құбырдың минималды осьтік саңылауы тең деп саналады:

- бір жақты тарту үрлеуіш желдеткіш және түгін тартқыш үшін -4-6 мм;
- алдыңғы күрекшемен екілік тарту түгін тартқышы үшін;
- тіректі- екпінді мойын тірек жағынан -4-8 мм;
- тіректі мойын тірек жағынан - 12-18 мм;
- ДН артқы күрекшелі екі жақты тарту түгін тартқыштар үшін;
- тіректі-екпінді мойын тірек жағынан -10-15 мм;
- тіректі мойынтірек жағынан - 20 мм;
- ВМ- 8-9мм типті диірменді желдеткіш үшін.

Ұлудың артқы қабырғасы және жұмыс доңғалағының дискісінің саңылаудың ауытқуы сызбада көрсетілген өлшемдерден 5 мм аспауы керек. Көлденең орналасудағы жұмыс доңғалағының білігінің ауытқуы оның ұзындығынан 1 м 0.1 мм аспауы керек. Мойын тіректің торцтық беттері арқылы біліктің өту орнын майдың ағып кетпеуі үшін нығыздау қажет.

Жөнделген агрегаттағы ротордың айналуы ауытқусыз бірқалыпты және біліктің 0,1 мм ауытқуында болуы керек.

Агрегаттың майлау циркуляциялық жүйесін монтаждауда май жинағы герметикалық жабық болуы керек, май өткізгіштер тазартылған, үрленген және жуылған. Өтетін май өткізгіштер май бағы жағына иілуі қажет.

Екі жақты тартулы агрегаттың орнатылуында толық ашылу және жабылуда екі қалташаның біруақытта бұрылысын қамтамасыз етуі керек. Тартатын қалташа және қораптың ішкі беттерінің арасындағы саңылауы берілген зауыттық сызбаларға сай болуы керек.

Екі жақты тартулы түгін тартқыштың білігінің бос жылулық кеңейтілуі үшін мойын тіректің және торцтық корпусының қабырғасы арасындағы саңылау зауыттық сызбада көрсетілген мәнге сай болуы керек.

Тіректі мойын тіректің қарама қарсы қабатында аналогты саңылау тіректі және тіреуіг мойын тіректің арасындағы біліктің әрбір метріне есеп бойынша 0,5 мм қарастырылады.

Осьтік түгін тартқышты монтаждауда келесі талаптарды сақтау қажет:

- корпусының тірегі және диффузор беті түгін тартқыштың жұмысында фундаметті пештің бетінде сырғуды қамтамасыз ету үшін тазартылуы керек;

- жұмыс доңғалағы және корпусының радиалды саңылауы 5-9 мм аралықта рұқсат етіледі, біліктің көлденеңдігінен ауытқуы тек тіректі мойын тірек жағынан 1 м ұзындыққа 0,1 мм аспауы керек. Радиалды

саңылаудың тексерілуі әрбір қалақшаға төрт өзара перпендикуляр ротор орналасуымен жүргізіледі;

- жұмыс доңғалағы және қалақшаның кіріс жағынан аралығы осьтік саңылаулар 20 мм қабылданады, ал шығыс жағынан мм қабылданады, ал шығыс жағынан 30 мм;

- төменгі доңғалақ және бұрылыс сақинасы аралығының радиалды саңылауы, сонымен қатар бұрылыс сақинасы мен диаметрлі қарама қарсы орналасқан доңғалақтардың қосынды аралығы суық машинала 4-6 мм болуы керек;

Түтін тартқыш немесе ғимараттың сыртындағы желдеткішті орналастырғанда қажет:

- бағыттаушы аппараттың дистанционды қорғанысының бағанын және сұқпажапқыш, сонымен қатар мойын тіректі жергілікті жасырумен қорғау;

- мойынтіректің суытушы қуысына қыстық уақытта жылытылған судың түсуін қамтамасыз ету, сонымен қатар суыту жүйесінен судың толық кетуі;

- температураның дистанционды қорғанысын қамтамасыз ету;

- беттің гидроокшауламасын және жылулық оқшауламасын орындау.

Бу қазандығының жұмысы автоматтандыру төрт параметр бойынша жүргізіледі: берілген деңгейде бу қысымын ұстау, газ-ауа қатынасын ұстау, қазандық оттығында судың ажыратуы және дабылда судың деңгейін қамтамасыз ету.

Қысымды реттеу жылытуға отынның берілу өзгерісі кезінде болады. Техникалық түрде ол электр жетекпен жабдықталған жапқыштың орнының өзгеруімен орындалады. Соның негізінде манометрмен тіркелетін отынның қысымының өзгеруі болады, оның күштік әсері электрлік сигналға түрленеді және аналогтық сигналдың кіріс модуліне түседі. Мұнда сигнал цифрланады және кодтық комбинация түрінде орталық процессор модуліне түседі және алдын ала жобаланған алгоритм бойынша түрленеді.

Газ-ауа қатынасының қолдауына қойлатын талап бойынша 1,1 шегінде болғандықтан, онда сигнал берілген мәнге ие болғанша, кіріс шығыс дискретті блокқа беріледі.

Газ және ауа қысымы қатынасы пусктік жөндеу жұмыстары кезінде тәжірибиелік жолмен алынады.

Қазандық оттығындағы ажырату өзіндік болады және я 5 мм.рт бағана деңгейінде қойылады.

Сонымен қатар, дабылда қорек суының ашылу немесе жабылу жолымен судың деңгейі қабылданады.

Қазандықты жағу келесі жолмен орындалады:

- газ ауалық қоспаның жарылуы болмас үшін, қосылған түтін тартқыш және ауа өткізгіште алдын ала қазандық оттығы тазартылады;

- сосын, жабық қауіпсіздік қақпасы және айырғыш қақпасында газдың қысымының (қысым датчигі тұйықталған) болмауы 5 мин ішінде бақылау

жүргізіледі;

- айырғыш –қақпақша 2 с ашылады;
- қауіпсіздік және айырғыш қақпашасының жабылуында газ қысымының болуы 5 мин бақыланады;
- қауіпсіздік қақпашасы 5 с ашылады;
- газ қысымының (қысым датчигі тұйықталған) болмауы бақыланады;
- газ құбырының герметикалығын тексергеннен кейін, жылытқыштың қақпашасының ашулуына сигнал беріледі және тұтату катушкасына импульс беріледі. Жылытқыштың тұтануында электродтан тұтануға тұрақты сигнал беріледі.

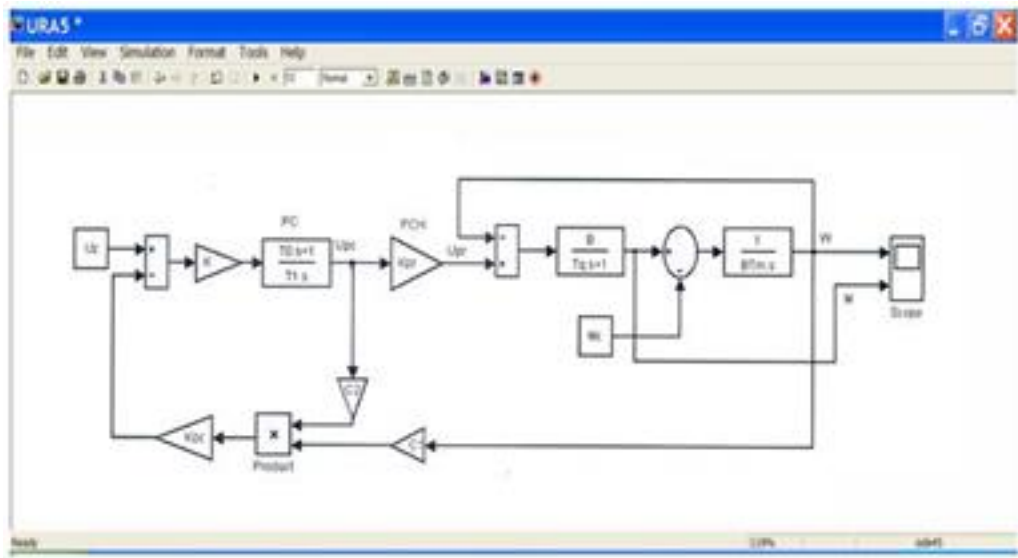
Сонымен бірге, автоматтандырудың берілген жүйесі келесі апаттық режимдерде отынның берілуінің тоқтауын қамтамасыз етеді:

- судың айырылуында
- түтін тартқыштың тоқтауында;
- ауа үрлегіштің тоқтауында;
- отын өткізгіште қысымның төмендеуінде;
- қазандық оттығында газдың өртенуінде;
- газ датчигінің қосылуында;
- бу қысымының лезде көтерілуінде.

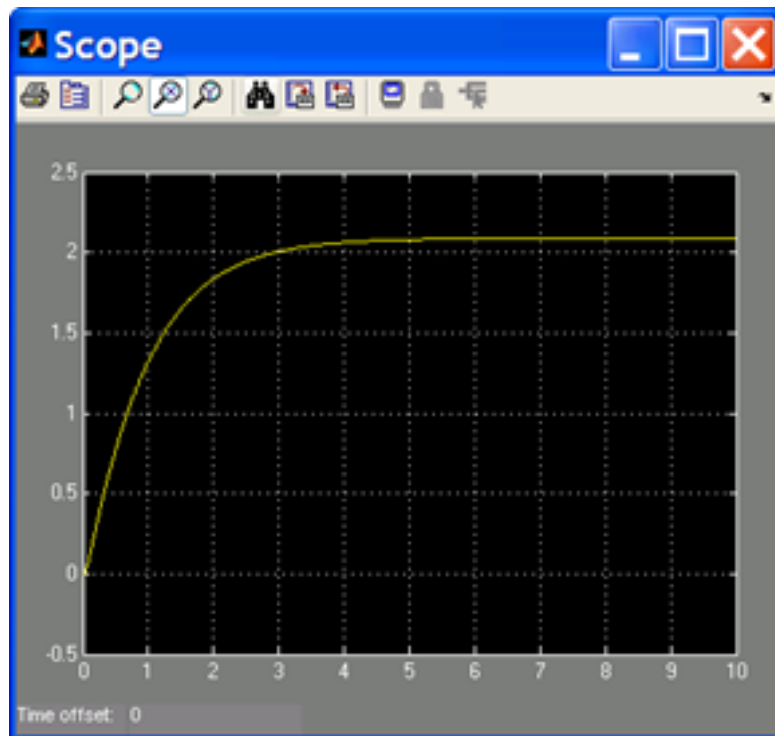
3.6 Электр жетектің виртуалды үлгісі және өтпелі процесстердің қисықтары

Түтін тартқыштарды басқарғанда технологиялық режимдердің дамуының тиімді жолы болып реттелетін электр жетегі табылады. Соңғы кездерде, маңызды орынды САУ асинхронды жиілікті-реттеуіг электр жетегі алады, ол технологиялық шараларды және энергиямен жабдықтаудың мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

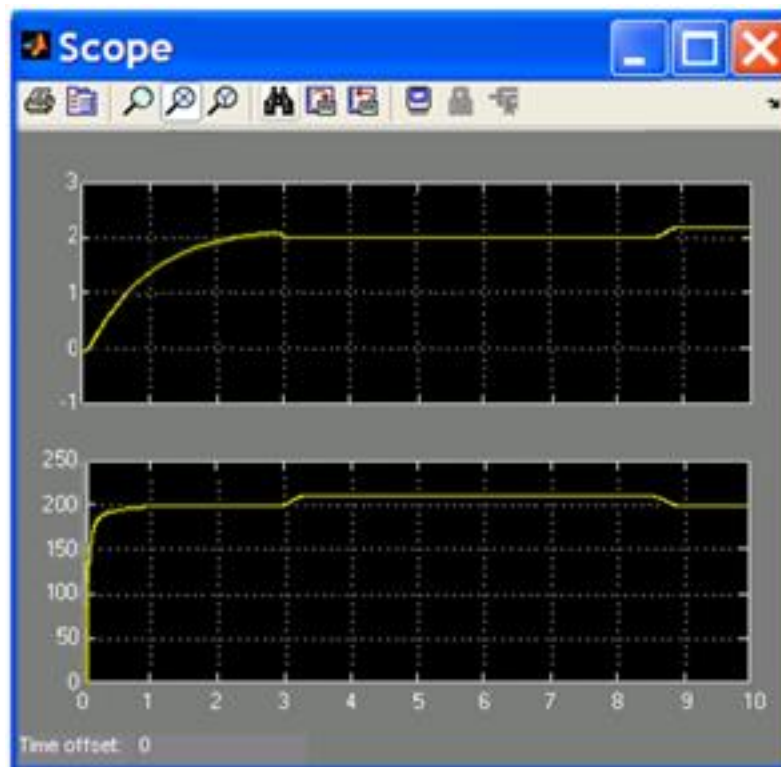
Келесі режимдердің жүктеменің қосылу немесе ажырауында бірқалыпты іске қосылуы үшін MATLABSimulink бағдарламалық пакетінде функционалды сұлбаның құрылуын жүргіземіз. MATLAB ортасындағы электр жетектің виртуалды үлгісі келесі түрден тұрады:



15 сурет –MATLAB программасындағы электрқозғалтқыштың виртуалды сұлбасы



16 сурет–Қосылу барысындағы түгін сорғылық агрегаттағы жылдамдық өзгерісі



16 сурет – Жылдамдық және моменттің өтпелі процесстері

Асинхронды қозғалтқышқа байланысты жүргізілген есептеулер статордың электр магнитті процесстері 9 с ішінде өшетінін көрсетеді. Қозғалтқыштың қосылуы 3 с құрайды.

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі

4.1 Еңбек шартын талдау

Берілген дипломдық жобада электр жетектің модернизациялауы жүргізіледі, ол дегеніміз реттелмейтін асинхронды жетекті энергия үнемдейтін жиілікті-реттеуші электр жетегіне ауыстыру. Тапсырмадан шығатыны, Д-12 түтін тартқыш жұмысын реттеу үшін асинхронды электр қозғалтқышын таңдау шаралары жүргізілді.

АВВМ2АА250М (қысқа тұйықталған роторлы үш фазалы асинхронды қозғалтқыш) қозғалтқыш таңдалды.



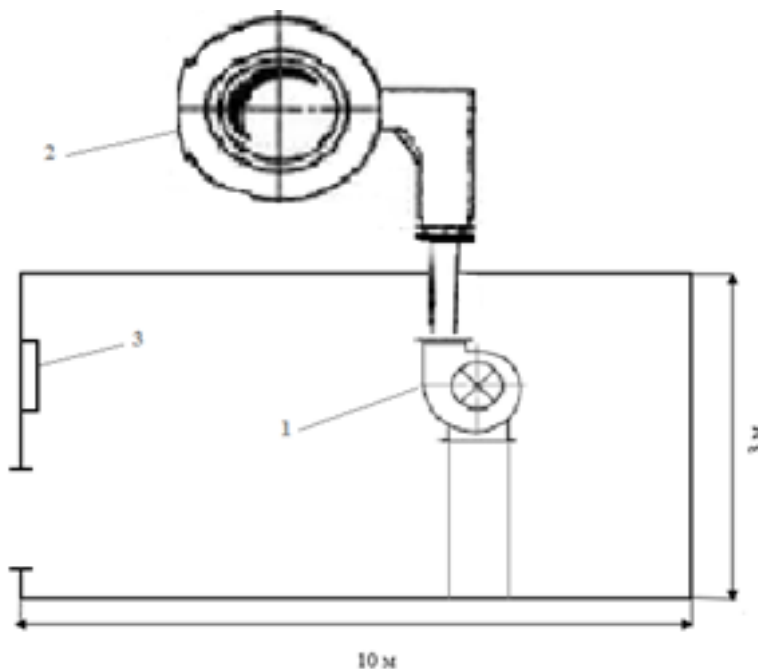
4.1 сурет - АВВ М2АА 250 М сериясының асинхронды үш фазалы электр қозғалтқышы

5.1 кесте - АВВ М2АА250 М қозғалтқыштың негізгі сипаттамалары

| Параметр атауы, өлшем бірлік | Мәні |
|--|--------|
| Номиналды білік қуаты P , кВт | 55 |
| Номиналды фазалық кернеу U_n , В | 220 |
| Статордың номиналды кернеу жиілігі f_n , Гц | 50 |
| Ротордың номиналды айналу жиілігі n_n , об/мин | 1000 |
| Статордың номинал тогы, I_{1n} , А | 104.17 |
| Ұзындығы, мм | 890 |
| Ені, мм | 406 |
| Биіктігі, мм | 572 |
| Масса, кг | 295 |

АВВМ2АА250М электр қозғалтқышы өлшемі $10 \times 3 \times 4$ м және жалпы ауданы 30 м^2 бөлмеде орналасқан.

Бөлме сұлбасы 4.2. суретінде көрсетілген



1 - түтін сорғы, 2 – құбыр, 3 – өрт сөндіру қорабы
4.2 сурет –Түтін сорғы орналасқан бөлме сұлбасы

Берілген қондырғыны екі адам қамтамасыз етеді. Қызмет көрсетушінің жұмыс режимі жеті сағаттық күніне, аптасына бес күннен тұрады.

Түтін тартқыш және желдеткіштің ғимаратындағы қызмет көрсетушінің көру жұмысы разряды – VI, СНИП РК 4.02-08-2011 жасанды жарықтандыруды жобалаудың құрылыс нормалары және ережелеріне сай. Ауырлық бойынша жұмыс категориясы IIa тобына жатады, тұрақты жүріспен байланысты, ұсақ заттар және бұйымдардың (1 кг дейін) ауыстырулар тұрыс немесе отырған күйінде және белгілі физикалық кернеуі талап ету.

Жасанды жарықтандыру шарттары өнеркәсіпті көру қабілеттілігіне, физикалық жағдайға және адамдардың моралдық жағдайына әсер етеді, және соның негізінде еңбек өндірісіне, өнім сапасына және өнеркәсіпті жарақаттанушылыққа да әсер етеді. СНИП РК 2.04-05-2002 «Жасанды және табиғи жарықтандыру» сәйкес.

Жағымды еңбек шартын қамтамасыз ету үшін ғимаратта жарықтандыру келесі талаптарға сай болуы керек:

1. Жұмыс орнында жарықтандыру орындалатын жұмыстың сипаттамасына сай болуы керек
2. Жұмыс орнында және қоршаған орта шектерінде жарықтық мүмкіндік бойынша бірқалыпты таралуы керек
3. Жұмыс орнында ащы түстер болмауы керек
4. Жарықтандыру дұрыс түс беру үшін қажетті спектрлі түс құрамын беруі керек
5. Жарықтандыру жүйесі басқа зиянды факторлардың көзі болмауы

керек, сонымен қатар электр- өрт қауіпсіз болуы керек.

Біздің жағдайда жасанды жарықтандыру қарастырылады, себебі табиғи жарықтандыру жоқ. Жасанды жарықтандыру қызу шамы, газразрядты және люминисценттік шам көмегімен орындалады. Мұндай шамдарда жоғары жарық беру және тарату спектрі табиғаға жақын болады. Жасанды жарықтандыруды нормалау СНиПРК2.04-05-2002 сай орындалады, жұмыс орнындағы жарықтандыру жұмыстың орындалу шартынан, жарық көзі түрінен және жарықтандыру жүйесінен тәуелді орындала.

Ғимарат үшін неғұрлым ыңғайлы люминисценттік шам ЛБ (ақ түсті) және ЛТБ (жылу-ақ түсті) болады.

Ғимаратта қуаты 100 Вт бір қызу шамынан тұратын жасанды жарықтандыру орындалған. Мұндай жарықтандыру өнеркәсіптік ғимарат үшін СНиПРК2.04-05-2002 нормасына сай келмейді. Сондықтан ғимаратта жасанды жарықтандыру есептеуін жүргізу қажет.

«Өрт қауіпсіздігінің жалпы талаптары » 16 қаңтар 2009 жыл №14 уақыт тәртібіне сай, түтін тартқыштың ғимараты жарылыс және өрт қауіпті Г түрінде қабылданады (қоңырдай өрт қауіпті). Осыған байланысты, ғимаратта бір көбікті өрт сөндіргіш жоқ, ол қабырғада орнатылған ғимаратқа кірерде.

Ғимараттың аумағы 100 м²болғандықтан, бір өрт сөндіргіш қозғалмалы өрт сөндіргіш ғимаратты жабдықтау нормаларына сай болады.

Қызмет көрсетуші персоналдың денсаулық жағдайы және еңбек қабілеттілігі көбінесе жұмыс орнында микроклиматтан тәуелді болады. Өнеркәсіптік ғимараттың микроклиматы дегеніміз – ғимараттың ішкі ортасының климаты, ол бірге адам денсаулығына әсер ететін температу, салыстырмалы ылғалдылық және ауаның жылдамдығымен, сонымен қатар қоршаған беттен (МемСТ12.1.005"Жұмыс зонасының ауасына жалпы санитарлы-гигиеналық талапты ") анықталады.

СанПиН 2.2.4.548-96 «Өнеркәсіптік ғимараттардың гигиеналық талаптары » және ССБТМемСТ12.1.005-88 «Жұмыс зонасының ауасына жалпы санитарлы-гигиеналық талаптары» сай, ыңғайлы және ұйғарынды микроклиматтық шарттар орнатылған.

Микроклиматтың параметрлерінің мәндері 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – температура, салыстырмалы ылғалдылық және түтін тартқыш ғимаратының жұмыс зонасындағы ауа қозғалысы жылдамдығының тиімді және ұйғарынды мәндері

| Жыл кезеңі | Жұмыс категориясы | Ауа температурасы, °С | Салыстырмалы ылғалдылық, % | Қозғалу жылдамдығы, м/с |
|------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Жылы | Па | 17-27 | 40-65 | 0,2-0,4 |
| Салқын | Па | 15-23 | 40-75 | 0,2-0,3 |

4.2 кестеде көрсетілгендей, берілген параметрлер шектік тиімді және ұйғарынды нормаларға кіреді. Микроклиматтың мұндай мәндеріне қол жеткізу LGG09ST —сплит-жүйе LG 9-сериялы, қуаты 2,6кВт25-30м² орнатылған кондиционер мүмкіндік береді, сонымен қатар жылыту жүйесі және желдету жүйесі.

4.2 кесте– Бөлме жұмыс зонасындағы параметрлер

| Жыл кезеңі | Жұмыс категориясы | Ауа температурасы, °С | Салыстырмалы ылғалдылық, % | Қозғалу жылдамдығы, м/с |
|------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Жылы | Па | 18-25 | 50-60 | 0,2-0,3 |
| Салқын | Па | 16-20 | 45-65 | 0,2-0,3 |

Берілген ғимарат үшін қозғалтқыш жұмысынан механикалық шу сипатты. Шу дегеніміз – түрлі жиілікті және интенсивті бірқалыпсыз дыбыстардың таралуы. Жұмыс орнында шудың көтерілуі көру, есту қабілеттілігін төмендетеді, жүрек-қан тамырлар жүйесі қызметі бұзылады.

Қызмет көрсететін нормативті құжаттар:

ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шу. Қауіпсіздіктің жалпы талаптары», СН3223–85 «жұмыс орнында шу деңгейінің санитарлы нормалары». Өнеркәсіптік орындарда ше деңгейі 80 дБА аспауы керек.

Біздің жағдайда, қызмет көрсетуші ғимаратта бүкіл жұмыс уақытында бір сағаттан артық болмайды, себебі шумен байланысты есептеулерді жүргізу қажеттілігі жоқ.

МемСТ 12.1.019-96 сай, адамдарды электр тогымен жарақаттау қауіптілігі деңгейі, түтін татқыш ғимараты үлкен қауіпті шақырмайды. Қалыпты режимде адамды электр тогы жарақатынан қорғау үшін және қондырғының оқшауламасының бұзылуы жағдайында ЭҚЕ сай, ғимаратта түтін тартқыш және электр қозғалтқышын нөлдендіру жасалған.

4.2 Есептік бөлім

4.2.1 Түтін татқыш ғимаратының пайдалану коэффициенті әдісі арқылы жасанды жарықтандыру есептеуі

Пайдалу коэффициенті әдісі қолдық есептеудің базалық әдісі болған және ұсынылатын жауапты тез бағалайтын жобалық тәжірибиеді кеңінен қолданылған.

Ғимараттың ұзындығы 10 м, ені 3 м және биіктігі 4 м жалпы жарықтандыруын есептейміз. Көру жұмысының разряды VI, нормаланатын

жарықтандыру $E_n=200$ лк. Жалпы жарықтандыру жүйесін OSRAMFQ80W пішінді, қуаты 80 Вт және 7000 лм жарық ағынды қабылдаймын.

Шамдар STOCK типті 160 Вт қуатты төбелік шамшырақтарда орналасқан, шамшырақтар зауыт, қазандық және машиналық залдарды жарықтандыру үшін қажетті.

Шам шырақтың сыртқы түрі 4.3 суретте көрсетілген.



4.3 сурет – STOCK шамдарының сыртқы көрінісі

4.3 кесте - STOCK шамдарының параметрлері

| Бекітілу типі | Төбелік |
|--------------------|--------------|
| Шамдағы лампа саны | 2 |
| Қуат,Вт | 80 |
| Қорғаныс дәрежесі | IP20 |
| Өлшемі, мм | 1545×382×100 |
| Масса, кг | 6 |

Горизанталды орналасқан беттердің біркелкі жарықтандырылуы қарастырылған бөлмелердің жарықтандыруын есептеу үшін жарық ағыны коэффициенті әдісін қолданылады.

Бұл әдіс бойынша қажетті шам санын төмендегі формуламен есептейді:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3}{K_{II} \cdot \Phi \cdot n}, \quad (4.1)$$

мұндағы E_n —реттелетін жарықтану нормативті құжаттар арқылы анықталады және қазандық бөлме үшін 200 лк;

S – бөлме ауданы;

K_3 —қор коэффициенті;
 K_n —қолдану коэффициенті;
 n - шамдағы лампа саны;
 Φ – шамдағы бір лампаның жарық ағыны.
 Бөлме ауданын есептеу:

$$S = a \cdot b = 10 \cdot 3 = 30 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

a – бөлме ұзындығы, b - бөлме ені.

Жарықтандыру құрылғысының қолдану коэффициентін табу үшін алдымен бөлме индексін анықтау қажет:

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)} = \frac{30}{4 \cdot (10 + 3)} = 0,6 \quad (4.3)$$

a – бөлме ұзындығы, b - бөлме ені, S - бөлме ауданы. Содан соң 4.4 кестесі бойынша шағылысу коэффициентін табамыз.

4.4 кесте Шағылысу коэффициенттері

| Жазықтық бетінің түсі | Шағылу пайызы % |
|-----------------------|-----------------|
| Ақ | 70-80 |
| Ақшыл | 50 |
| Сұр | 30 |
| Қара-сұр | 20 |
| Қара | 10 |

Шағылысу коэффициентін 50,30,10 деп қабылдадым және 4.5 кестесі бойынша STOCK шамы үшін қолдану коэффициентін анықтадым.

4.5 кесте STOCK шамы үшін қолдану коэффициенттері

| | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| Төбе | 80 | 80 | 80 | 70 | 50 | 50 | 30 | 0 |
| Жар | 80 | 50 | 30 | 50 | 50 | 30 | 30 | 0 |
| Еден | 30 | 30 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 0 |
| 0,6 | 75 | 53 | 44 | 51 | 49 | 44 | 44 | 38 |
| 0,8 | 83 | 63 | 53 | 60 | 57 | 52 | 51 | 46 |
| 1 | 90 | 70 | 59 | 67 | 63 | 58 | 58 | 52 |
| 1,25 | 96 | 79 | 67 | 74 | 70 | 68 | 65 | 60 |
| 1,5 | 100 | 84 | 71 | 79 | 74 | 70 | 69 | 64 |
| 2 | 104 | 91 | 77 | 84 | 79 | 75 | 74 | 70 |

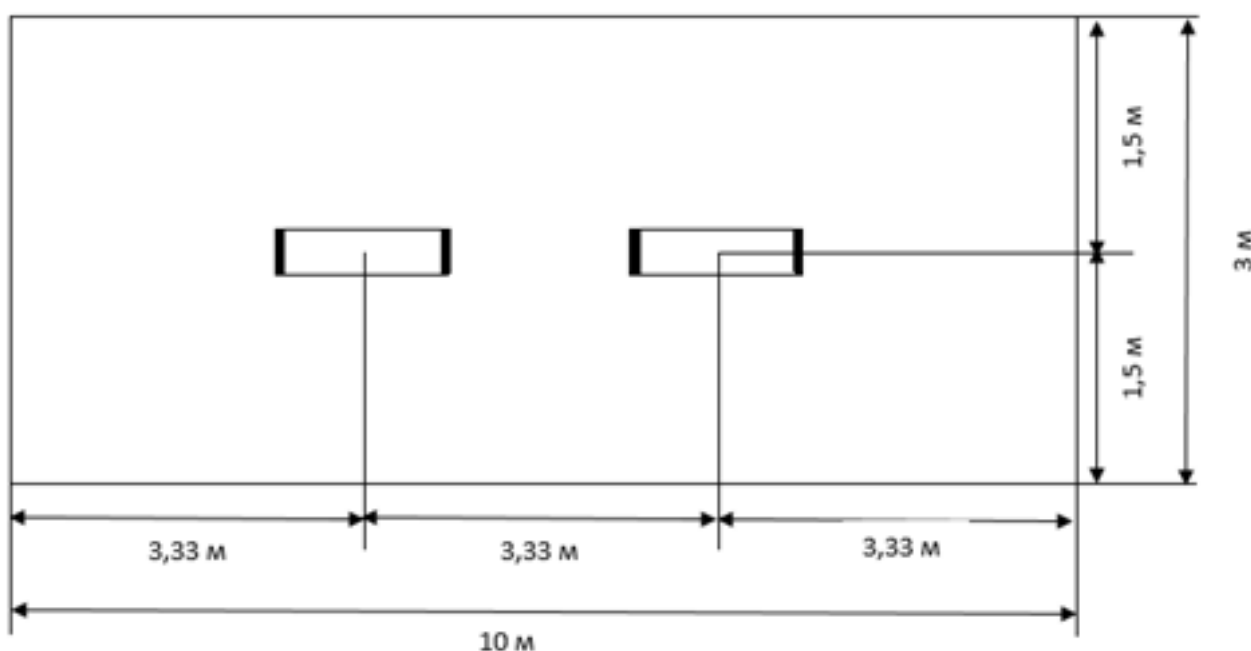
Әуе кеңестігінде 5мг/м^3 -тан төмен шаң мен түтін концентрациясы бар өндірістік бөлмелерде қор коэффициенті 1,5 деп қабылданады.

Нәтижесінде қажетті шам санын анықтаймыз:

$$N = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3}{K_H \cdot \Phi \cdot n} = \frac{200 \cdot 30 \cdot 1,5}{0,44 \cdot 2 \cdot 7000} = 1,5 \approx 2 \quad (4.4)$$

Сонымен, бұл бөлме үшін төбеге біркелкі орналасқан екі шам қажет.

Жалпы жарықтандыру шамдарының бөлме төбесіне орналасуы 4.4 суретте көрсетілген.



4.4 сурет – ТЭС-тағы Д-12 түтін сорғысы орналасқан қазандық бөлмедегі жалпы жарықтандыру шамдарының орналасу сұлбасы

4.2.2 Түтін тартқыш ғимаратын меншікті қуат бойынша жасанды жарықтандыруын есептеу

Меншікті қуат әдісі орнатылған жарықтандыру қондырғысының алдын ала қуатын анықтау үшін немесе есептеудің орындалуының дұрыстығын бағалау үшін қолданылады. Ол қуаттың орташа мәндерінде базаланады, ол жарықтандыру қондырғысының пайдалану коэффициентінің орташа мәндерінде қажет жарықтандыруды жасау үшін.

Меншікті қуат ол- анықтамалық мән. Меншікті қуат мәнін дұрыс анықтау үшін, шамшырақ типін, нормаланатын жарықтандыру, ғимараттың беттік көрініс коэффициентін, биіктік мәнін және ғимарат аумағын білу қажет.

Меншікті қуат әдісі бойынша жарықтандыруды есептеу мына формула бойынша жүргізіледі:

$$W = \frac{P}{S} Bm \cdot m^2, \quad (4.5)$$

мұндағы P – толық орнатылған қуат, Вт;

S – ғимарат аумағы, м².

Толық орнатылған қуат келесі формуламен анықталады:

$$P = P_n \cdot n \text{ Вт}, \quad (4.6)$$

мұндағы P_n- таңдалған қызу шамының қуаты ,

n–жарықтандыру қондырғысындағы шам саны.

Ғимарат ауданы 30м², биіктігі 4м, көрініс коэффициенті 4.4 кестеге сай 50, 30, 10 тең, төбі, қабырға және еденде сәйкесінше. Мұндай типті ғимарат үшін жарықтандыру нормасы нормативті құжаттар бойынша 200лк құрайды.

Алдын ала қондырғыға STOCK 2*80W төбеге орнатылған 2 дана шамшырақты таңдаймыз.

4.6 кесте бойынша, ғимарат биіктігі үшін h=4м, ғимарат ауданы S=30 м² және нормаланған жарықтандыру E_n=200 лк P_{уд}=11 Вт/м² мәндері қажет.

4.6 кесте - Меншікті қуаттың реттелген көрсеткіштері, Вт/м²

| Бөлме биіктігі, м | Аудан, м ² | W _{табл} , берілген жарықта (лк) | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 3-4 | | 7,6 | 8,5 | 9,2 | 11 | 23 | 35 | 46 |
| | 20-30 | | | | | | | |

Формула бойынша бір шам лампасының қуатын есептейміз:

$$P_{\text{л}} = \frac{P_{\text{уд}} \cdot S}{N \cdot n} \text{ Вт}. \quad (4.7)$$

N- шамдар саны

$$P_{\text{л}} = \frac{11 \cdot 30}{2 \cdot 2} = 82,5 \text{ Вт}. \quad (4.8)$$

OSRAM FQ80W фирмасының қуаты 80 Вт және жарық ағыны 7000 лм люминесцентті лампасын таңдаймыз.

Осылайша (5.6) өрнегінен толық орнатылған лампа қуаты:

$$P = 80 \cdot 4 = 320 \text{ Вт.} \quad (4.9)$$

Ал нақты меншікті қуат:

$$W = \frac{P}{S} = \frac{320}{30} = 10,6 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2. \quad (4.10)$$

4.10 формуласынан нақты меншікті қуат мәнімен реттелген көрсеткіш мәні аса өзгеше еместігін байқаймыз. Осылайша жарықтандыру құрылғыларының саны және олардың қуаттарына қатысты қолдану коэффициенті әдісімен жүргізілген есептеулерді дұрыс деуге толық негіз бар.

5 Экономикалық бөлім

5.1 ЖЭС қазандық түтін тартқыштың электр жетегін модернизациялау тиімділігі

Жылу электр станцияларында энергияның өзіндік құнына 60-70 % отынға кететін шығындар құрайды. ЖЭС отынға кететін меншікті шығынды төмендету негізі бұл температурасы және қысымын көтеру, сонымен қатар қазандық қондырғылардың автоматтандырылуының жетілдіруі болып табылады.

Шығатын газдар, ереже бойынша, ауадан айтарлықтай жылы, ал олардың массалық және молярлық шығыны жоғары болғандықтан, түтін тартқыштар жетекке электр энергияның жоғары шығынын талап етеді. Сондықтан, электр жетектің модернизациялауында қажеттілік пайда болады, ол дегеніміз реттелмейтін асинхронды жетекті энергия үнемдеуші жиілікті реттеуші электр жетегіне ауыстыру болып табылады.

Бұл ауыстыру келесілерді шешуге мүмкіндік береді:

- 1) Электр энергия шығынын төмендету;
- 2) Отын шығынын төмендету;
- 3) Пайдалану шығындарын төмендету;
- 4) Түтін тартқыштың өндірушілігін көтеру (оның ПӘК көтеру).

Бұл жұмыстың мақсаты болып, тәулік ішінде жүктеменің өзгеруінде газдың шығуы жылдамдығын реттеуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы жиілікті түрлендіргіш базасында құрылған қазандық түтін тартқыш электр жетегін ойлап шығару табылады.

5.2 Жиілікті-реттеуші түтін тартқыш желдеткіші электр жетегін кіргізуден отынның тиімдеуін есептеу

Түтін тартқыштың өндірушілігін төмендетуде айнарудың салыстырмалы жылдамдығын анықтау :

$$\frac{Q}{Q_{НОМ}} = \frac{n}{n_{НОМ}}, \text{ одан } n = \frac{Q}{Q_{НОМ}} \cdot n_{НОМ} \quad (5.1)$$

мұндағы Q -Д-12, м³/сағ түтін тартқыштың нақты өндірушілігі ;
 $Q_{НОМ}$ - м/сағ берілген қысымдағы түтін тартқыштың номиналды өндірушілігі;

n - айн/мин төмен өндірушілікті жұмыстағы электр қозғалтқыштың айналымы;

$n_{НОМ}$ —электр қозғалтқыштың номиналды айналымы айн/мин

Параметрлерін 5.2 және 5.3 кестелерінен аламыз, мұнда электр қозғалтқыш және түтін тартқыштың техникалық сипаттамалары көрсетілген.

5.2 кесте -Д – 12 түтін сорғысының техникалық сипаттама

| Параметр атауы | Өлшем бірлік | Мән немесе сипаттама |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Түтін сорғы типі | - | Д- 12 - тепкіш, біржақты сорғы |
| Жұмыс дөңгелегінің диаметрі, | мм | 1120 |
| Нақты өнімділік, Q | м ³ /сағ | 20 |
| Нақты өнімділік, $Q_{НОМ}$ | м ³ сағ | 25 |
| Толық қысым, | Па | 2810 |
| Температура, t | °С | 200 |
| Айналу жиілігі, f | айн/ мин | 1500 |
| Білік қуаты, N | кВт | 27,2 |
| Максималды мүмкін айналу жиілігі, n_H | айн/ мин | 3000 |
| Максималды ПӘК, η | % | 83 |

5.3 кесте - АВВ М2АА250 М қозғалтқышының негізгі сипаттамалары

| Параметр атауы | Өлшем бірлік | Мән немесе сипаттамасы |
|---------------------------------|--------------|------------------------|
| Біліктің номиналды қуаты, N_H | кВт | 55 |
| Номиналды фазалық кернеу, U_H | В | 380 |

5.3 кестенің жалғасы

| | | |
|---|---------|--------|
| Статордың номиналды кернеу жиілігі, f_H | Гц | 50 |
| Ротордың номиналды айналу жиілігі, n_H | айн/мин | 3000 |
| Жұп полюстер саны, P | | 3 |
| Номиналды режимдегі ПӘК, η_H | ш.о. | 0,90 |
| 50% жүктеме кезіндегі қозғалтқыш ПӘК-і | ш.о. | 0,89 |
| Статордың номиналды тогы, I_{1H} | А | 104,17 |

Түтін сорғының өнімділігі төмендегендегі айналу жылдамдығының салыстырмалы мәні:

$$n = \frac{20}{25} \cdot 3000 = 2400 \text{ айн/мин.} \quad (5.2)$$

Төмен өнімді жұмыс барысындағы түтін сорғы білігінің қуатын анықтау:

$$\frac{N}{N_{НОМ}} = \frac{n^3}{n_{НОМ}^3}, \text{ одан } N = \frac{N_{НОМ}}{n_{НОМ}^3} \cdot n^3, \quad (5.3)$$

мұндағы $N_{НОМ}$ —түтін сорғы білігінің номинал қуатыД-12,кВт;

$$N = \frac{55}{3000^3} \cdot 2400^3 = 28,16 \text{ кВт.} \quad (5.4)$$

Номиналды жылдамдықтағы түтін сорғының жылдық электрэнергия шығыны:

$$W_H = N_{НОМ} \cdot T \cdot K_u, \text{ кВт/сағ,} \quad (5.5)$$

мұнда T — жұмыс уақыты, 7500сағ. деп алынады;
 K_u - қолданылу коэффициенті, $K_u = 0,8$.

$$W_H = 55 \cdot 7500 \cdot 0,8 = 330000 \text{ кВт/сағ.} \quad (5.6)$$

Реттелетін электр жетегісі бар түтін сорғының жылдық электр энергия шығыны:

$$W = N \cdot T \cdot K_u, \text{ кВт/сағ,} \quad (5.7)$$

$$W = 28,16 \cdot 7500 \cdot 0,8 = 168960, \text{ кВт/сағ.} \quad (5.8)$$

Қарапайым электр жетегісімен салыстырғандағы реттелетін электр жетегінің жұмысындағы жылдық үнемдеу:

$$W_{\text{ЖЫЛ}} = W_n - W, \text{ кВт/сағ,} \quad (5.9)$$

$$W_{\text{ЖЫЛ}} = 330000 - 168960 = 161040, \text{ кВт/сағ.} \quad (5.10)$$

Реттелетін электр жетегін енгізу арқылы алынатын шартты отынның жылдық үнемі(электр жүйелеріндегі электр энергиясын тасымалдау шығыны ескерілді):

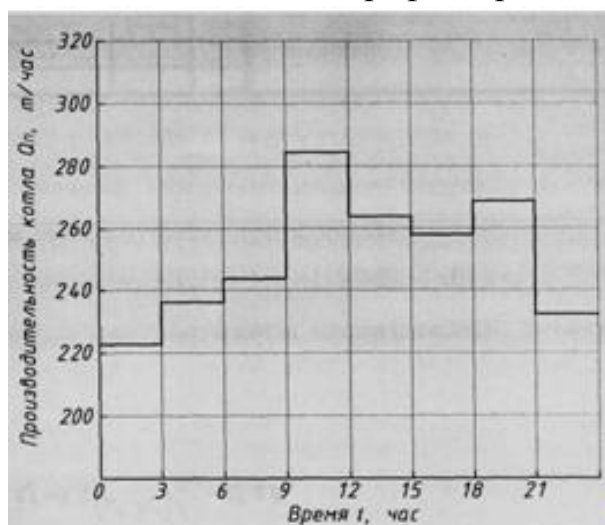
$$B_{\text{ЖЫЛ}} = W_{\text{ЖЫЛ}} \cdot b_{\text{э}} \cdot \left(1 + \frac{k_{\text{НОМ}}}{100}\right) \cdot 10^{-3}, \text{ т ш.о.} \quad (5.11)$$

мұнда $b_{\text{э}}$ —электр энергиясымен жабдықтаудағы шартты отынның үлес шығыны. Есептеудегі нақтылықты сақтау мақсатында орташа үлес шығыны электр энергияны шартты отынға айналдыру коэффициентіне тең деп алынады, 0,335 кг ш.о./кВт сағ;

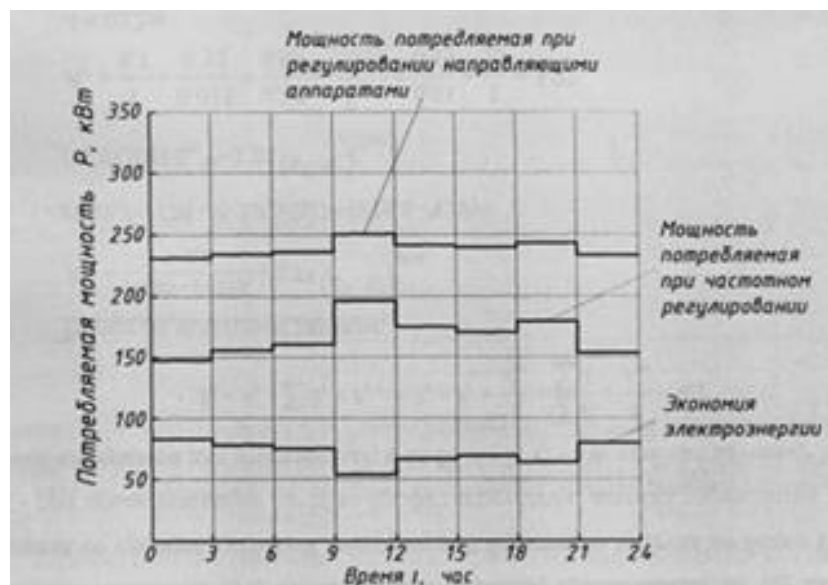
$k_{\text{НОМ}}$ —электр жүйелеріндегі электр энергия шығыны, 2,61 %

$$B_{\text{ЖЫЛ}} = 161040 \cdot 0,335 \cdot \left(1 + \frac{2,61}{100}\right) \cdot 10^{-3} = 55,35 \text{ т ш.о.} \quad (5.12)$$

5.1 және 5.2 суреттерінде Д12 түтін сорғысының өнімділігін түрлі реттеу барсыныдағы тәулік уақыты мен ДКВР 20-13ГМ қазан-агрегаты өнімділігінің тәуелділік графигі корсетілген. Графиктер аналитикалық жолмен тұрғызылған. Бұған ДКВР 20-13ГМ қазан-агрегатының режимдік картасынан алынған ақпарат және Delta VFD ПӘК графиктері негіз болды.



Сурет 5.1—Қазан-агрегаты өнімділігінің тәуліктік графигі



5.2 сурет – Түтін сорғы вентиляторының жиілікті әдіс бойынша энергия үнемдеу

5.3 Д-12 түтін сорғысының электр жетегін жетілдіруге қаржы салымдарын есептеу

Бастапқы шығындар қаржы салымдарын есептеуден тұрады, оған электр жетектің , жиілікті түрлендіргіштің, іске қосушы аппаратураның, монтаждық жұмыстардың, сметалық құнынан тұрады.

Жетекті жетілдіру бойынша жобаны іске асыру үшін түрлі қондырғыны қолдану қажет болады.

Электр жетектің неғұрлым бағалы құраушысы болып жиілікті түрлендіргіш және асинхронды қозғалтқыш табылады.

Осыдан, электр жетектің бағасы құрайды:

$$k_{эн} = n \cdot k_{қоз} + k_n = 3192400 + 1021900 = 4214300 \text{ тенге}, \quad (5.13)$$

мұндағы $n=1$, қозғалтқыштар саны;

$k_{қоз} = 3192400$ – асинхронды электр қозғалтқыштың бағасы, тенге;

$k_n = 1021900$ – жиілікті түрлендіргіш бағасы, тенге.

Бағалар «Ventilator» интернет дүкеннің өнеркәсіптік тауарлар каталогынан алынған .

Пусктік реттеуші аппаратураның бағасы жиілікті түрлендіргіштің бағасынан (12%) белгілі бөлігі ретінде анықталады. Онда алатынымыз:

$$k_{np} = 0,12 \cdot k_n = 0,12 \cdot 1021900 = 122628 \text{ тенге.} \quad (5.14)$$

Электр жетегі және жиілікті түрлендіргіш үшін монтаждық жұмыс бағасы жеке есептелінеді. Электр жетегі үшін бұл мәнді электр жетегі бағасынан $k_{эн}$ 10% тең алуға болады, жиілікті түрлендіргіш үшін – 11% электр жетегі бағасынан. Содан, монтаждық жұмыс бағасы:

$$k_{mp} = (0,1 + 0,11) \cdot k_{эн} = 0,21 \cdot 4214300 = 885003 \text{ тенге.} \quad (5.15)$$

Тасымал – жасаушы шығындарды анықтаймыз. Олар монтаждық жұмыс бағасынан және электр жетектің бағасынан шамамен 6% құрайды.

$$k_{mзр} = 0,06 \cdot (k_{эн} + k_{mp}) = 0,06 \cdot (4214300 + 885003) = 305958 \text{ тенге.} \quad (5.16)$$

Түтін татқыш электр жетегін жетілдіру жобасы бойынша жалпы қаржы салымдарын табамыз:

$$K = k_{эн} + k_{np} + k_{mp} + k_{mзр} = 4214300 + 122628 + 885003 + 305958 = 5527889 \text{ тенге.} \quad (5.7)$$

Жоғарыдағы есептеулерді 5.3 кестеге енгіземіз.

5.3 кесте - жетекті жетілдіру жобасы қаржы салымдары

| Қондырғының аталуы | Дана саны | Бірлік бағасы, тенге | Жалпы баға, тенге |
|-----------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Электр қозғалтқыш АВВ М2АА | 1 | 3192400 | 3192400 |
| Жиілікті түрлендіргіш Delta | 1 | 1021900 | 1021900 |
| Пусктік реттеуші аппаратура | 1 | 122628 | 122628 |
| Монтаждық жұмыс бағасы | - | 885003 | 885003 |
| Тасымал-жасаушы шығындар | - | 305958 | 305958 |
| Қорытынды бағасы | | | 5527889 |

5.4 Жиілікті – реттеуші электр жетегін кіргізу шарасы бойынша өтелу мерзімін есептеу

Түтін тартқыштың жиілікті –реттеуші электр жетегін кіргізу шарасы бойынша өтелу мерзімі формула бойынша анықталады:

$$C_{p_{OK}} = \frac{K}{V_{ЖЫЛ} \cdot C_{ОТЫН} + Ц \cdot W_{ЖЫЛ}} \cdot ЖЫЛ, \quad (5.18)$$

мұндағы $C_{топл}$ - шартты отынның бір тоннасының бағасы (2015жылға есептік бағасы 1ткөмір ЖЭС үшін көтерме бағаларда 8000 тг тоннасына құрайды);

K –түтін тартқыш электр жетегін жетілдіру жобасы бойынша жалпы қаржы салымдар

$V_{ЖЫЛ}$ - 55,35 т у.т. электр желілерінде электр энергия тасымалы шығынын ескергендегі реттеуші электр жетектің шартты отынның жылдық тиімдеуі;

$W_{ЖЫЛ}$ – 161040 кВт/ч реттеуші жетек жұмысындағы электр энергияның жылдық тиімділігі;

$Ц$ –1 кВт электр энергия үшін минималды бағаны 8,8 теңге қабылдаймын.

Осыдан, қазандық түтін тартқыш электр жетегін жетілдіру шаралары бойынша өтелу мерзімі құрайды:

$$O_M = \frac{5527889}{55,35 \cdot 8000 \cdot 161040 \cdot 8,8} = 2,97 \approx 2 \text{ жыл } 10 \text{ ай}. \quad (5.19)$$

(5.19) теңдеуі бойынша, электр жетектің жетілдіруіне кететін қаржы салымдары бір жылдан аз уақытта өтеледі, шартты отынның жылдық тиімдеуі нәтижесінде. Жетілдірудің арқасында, реттеуші электр жетекті түтін тартқыштың жұмысында 161040кВт/ч құрайды немесе 45-50%, реттелмейтін жетекпен салыстырғанда.

Жиілікті-реттеуші электр жетекті түтін тартқышты кіргізу экономикалық тиімділіктен басқа қосымша қамтамасыз етеді:

- орындаушы механизм және аппараттың бұзылуының төмендеуі
- аппаратураның ажыратқыштарының бұзылуының төмендеуі, яғни жетекті электр қозғалтқыштардың бірқалыпты екпінсіз іске қосылуы орындалады
- бірқалыпты айналым саны және пуск кезіндегі динамикалық ауырлықтарды төмендету арқасында, желдеткіш және электр қозғалтқыштың мойын тірегінің бұзылуын төмендету
- үрлеуші қондырғылардан шудың деңгейі төмендейді.

Қорытынды

Берілген дипломдық жобада қазандық түтін тартқыш электр жетегін жетілдіру қарастырылды, ол реттелмейтін электр жетегін жиілікті реттеуші электр жетегіне ауыстыру болып табылады. Соңғы кездерде, ЖТ-АҚ сұлбасы бойынша автоматты басқару жүйесімен асинхронды электр жетектері кеңінен қолданыста. Осындай жүйелердің арқасында, технологиялық шаралар және энергиямен жабдықтау мәселелері шешіледі.

Жұмыстың мақсаты тәулік ішінде жүктеменің өзгеруінде газдың шығу жылдамдығын реттеуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы жиілікті түрлендіргіштің базасында құрылған қазандық түтін тартқыш электр жетегін ойлап шығару болды.

Жұмыста қажетті электр қозғалтқыштың қуат есептеулері жүргізілді, қысқа тұйықталған роторды үш фазалы асинхронды қозғалтқыш АВВМ2АА250М, қуаты 55 кВт таңдалды. Берілген электр қозғалтқышы үшін DeltaVFD-B, қуаты 55 кВт, сқорек желісінің номиналды кернеуі 380В жиілігі 50 Гц жиілікті түрлендіргіш таңдалды.

ЖТ-АҚ-түтін тартқыш жүйенің математикалық үлгісі жылдамдық бойынша кері байланыспен өтпелі процесстерді зерттеу үшін анықталған. Үлгіні зерттеу оның жұмыс қабілеттілігін көрсетті, ал алынған сипаттамалар технологиялық процессті қамтамасыздандырады.

«Өмір тіршілік қауіпсіздігі» бөлімінде түтін тартқыш жетегі орналасқан ғимараттың қауіпті және зиянды талдауы жүргізілді. Талдауда қауіпті және зиянды факторлар көрсетілмеді, тек өнеркәсіпті орын үшін жарықтандыру нормаларының сәйкессіздігі. Сондықтан меншікті қуат әдісі және пайдалу коэффициенті әдісі бойынша жасанды жарықтандыру есептеуі жүргізілген.

Техникалық-экономикалық есептеудің көрсеткені, электр жетегін жетілдіру жобасы үшін 5527889 теңге көлемдегі қаржы құралдары қажетті, олар үш жылдан аз уақытта өтеледі. Бұл мерзім үлкен емес, себебі қазандық жұмысында кәдімгідей өзгерістер болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Мустафин М.А., Мустафин Е.М. Энергосберегающие системы электропривода центробежных насосных агрегатов.–Алматы, 2009. – 248с;
- 2 Калинушкин М.П. Вентиляторные установки, М.: «Высшаяшкола», 1962, 294с.;
- 3 Соломахова Т.С., Чебышева К.В. Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник -М.: Машиностроение, 1980.– 176с.;
- 4 Поляков В.В., Скворцов Л.С. Насосы и вентиляторы. –М.: Стройиздат, 1990;
- 5 М.П. Белов. Автоматизированный электропривод тепловых производственных механизмов и технологических комплексов; учебное пособие для студ.высш.учеб.заведений/3-еизд.,испр.– М.:Издательский центр «Академия»,2007.-576с;
- 6 Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления.– М.: Наука,1988, с. 202 – 204;
- 7 Ключев В.И.Теория электропривода:Учебник для вузов.-2-еизд.: перераб. Из.доп.– М.: Энергоатомиздат,2001,-704с;
- 8 Энергосберегающие технические решения в электроприводах. Коллектив авторов.–Подред. Н.Ф. Ильинского.-М.: МЭИ,1985,64с;
- 9 И.А.Браславский. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. Пособие для высш.учеб.заведений.–М.:Издательскийцентр «Академия», 2004. –256 с.
- 10 Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. - М.: Высшая школа, 1991.-430 с.;
- 11 Г.Г.Соколовский. Электропривод переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений.– М.: Издательский центр «Академия»,2006.–276с;
- 12 Е.Н.Ильинский Н.Ф.,Козаченко В.Ф.Общий курс электропривода. –М.: Энергоатомиздат, 2005.–543с;
- 13 Справочник по автоматизированному электроприводу. – Подред. В.А. Елисеева иА.В. Шинянского- М.:Энергоатомиздат,2007. - 616с.
- 14 М.Г.Чиликин,А.С.Сандлер.Общий курс электропривода.-М.: Энергоиздат, 1981.– 576с;
- 15 Герман–ГалкинС.Г.Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК.–СПб.:Корона–Век, 2008, с.330 – 331;
- 16 Бесекерский В.А.,Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975;
- 17 Долин П.А.Основы техники безопасности в электроустановках Издательство: М. Энергоатомиздат, 1984г., 448 с;
- 18 Байзакова А.А, Бегимбетова А.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С. Охранатруда.Методические указания к выполнению лабораторных работ.

